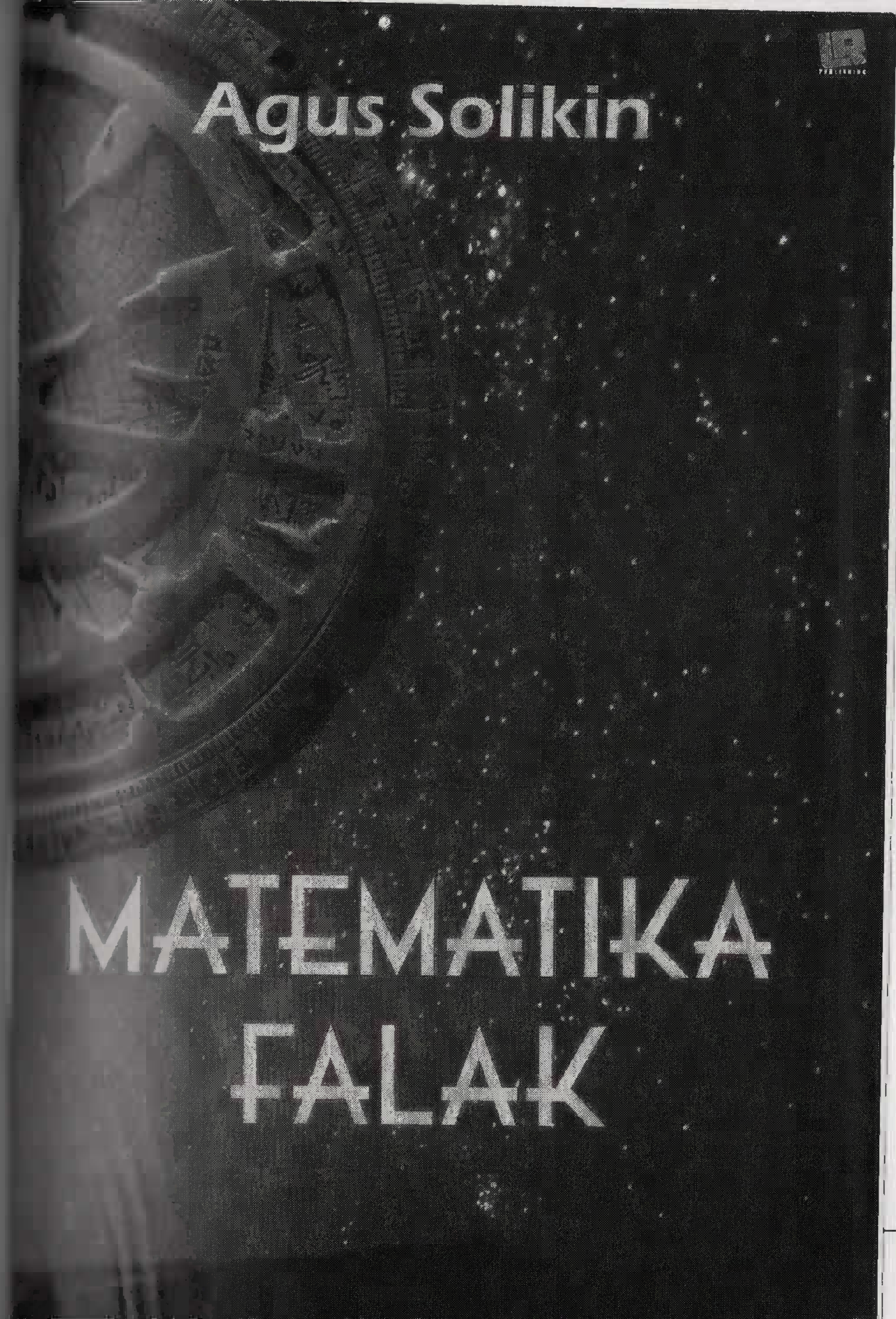
Agus Solikin

MATEMATIKA FALAK


Agus Solikin
MATEMATIKA
FALAK

Matematika Falak

Cetakan 1. Oktober 2017
Dimensi 14x20 cm. 96 Halaman

Penulis
Agus Solikin

Penata Letak
Anto

Desainer Sampul
LovRinz

Diterbitkan melalui

LovRinz Publishing
Perum Banjarwangunan Blok E1 no.1
Lobunta - Cirebon
Jawa Barat
085933115757
lovrinzpublishing@gmail.com

ISBN: 978-602-6652-78-2

KATA SAMBUTAN

Dekan
Fakultas Syariah dan Hukum
Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Segala puji bagi Allah, penguasa alam semesta. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Muhammad utusan Allah, keluarga, dan para sahabat.

Salat merupakan kewajiban bagi setiap muslim dalam kehidupan sehari-hari. Menjalankan kewajiban ibadah, salat tidak bisa dikerjakan dengan sesuka hati, namun ada aturan-aturan tertentu yang mengikat dan menjadikan sah atau tidak salat yang dikerjakan, di antaranya menghadap kiblat.

Kajian tentang arah kiblat bagi muslim Indonesia sangat familiar, yaitu arah barat serong ke utara dengan tingkat serong yang berbeda-beda sesuai posisi tempat masing-masing. Tingkat keserongan ini dipelajari dalam studi ilmu falak dengan mengintegrasikan antara kajian fiqih, astronomi, dan matematika.

Mengintegrasikan keilmuan adalah misi UIN Sunan Ampel Surabaya yang ditindaklanjuti oleh Fakultas Syariah dan Hukum sebagai lembaga spesisik yang mengkaji berbagai disiplin ilmu, di antaranya ilmu falak. Dalam konteks integrasi keilmuan ilmu ini, saudara Agus Solikin, salah satu dosen di Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya telah berikhtiar dengan melakukan usaha untuk menerbitkan buku dengan judul Matematika Falak (Rahasia Matematika dalam Penentuan Arah Kiblat) ini menjadi sangat penting, karena beberapa hal:

1. Buku ini akan menambah pengetahuan, wawasan, dan literatur tentang dasar Muslim Indonesia dalam penentuan arah kiblat dengan mengarah ke barat serong ke utara, dan bukan sebaliknya yang ditinjau dari kaidah matematika.
2. Buku ini menjadi salah satu referensi dalam perkuliahan matematika yang ada di Program Studi Ilmu Falak, sehingga selesai dari perkuliahan akan tercipta sebuah pengetahuan yang utuh tentang integrasi fiqih, matematika, dan astronomi dalam penentuan arah kiblat.

Buku ini sangat urgen dan layak dibaca oleh berbagai kalangan, khususnya mahasiswa, dosen, peneliti, dan siapa saja yang concern terhadap ilmu falak dalam konteks integrasi keilmuan antara matematika dan agama.

Dengan terbitnya buku ini saya berharap, saudara Agus Solikin termotivasi menghasilkan karya-karya berikutnya dalam kajian falak ke depan. Semoga buku ini bermanfaat, amin ya rabbal 'alamin

Surabaya, 12 Syawal 1438 H
06 Juli 2017M

Dr. H. Sahid HM, M.Ag.

KATA PENGANTAR

Prof. Dr. H. Abu Azam Al Hadi,M.Ag.
Wakil Dekan 1
Fakultas Syariah dan Hukum
Universitas Islam negeri sunan ampel Surabaya

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamiin Wa ash-Sholatu wa as-Salam 'ala asyrafil Anbiya' mursalin wa'ala aalihi wa shahbihi ajma'in. Amma ba'du

Ilmu falak secara umum mengkaji dalam empat *focus* kajian yang meilputi arah kiblat, awal waktu salat, awal bulan *hijriyah* dan gerhana, baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan yang di*relasi*kan dengan ibadah umat Islam. Sehingga dengan demikian, dalam kajiannya tentu tidak bisa terlepas dari dasar hukum Islam mengenai empat *focus* kajian tersebut, dan tentunya juga tidak bisa dilepaskan dari sisi ilmu sains yang meliputi matematika dan astronomi yang menjadi acuan dalam melakukan perhitungannya.

Selaras dengan hal itu, maka dalam kurikulum S1 Prodi Ilmu Falak yang ada di Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya ada matakuliah matematika, astronomi, astronomi bola, *fiqih mawaqit*, kajian teks kitab falak dan matakuliah - matakuliah yang lainnya, yang diharapkan akan terjadi sebuah integrasi keilmuan antara sains dan kajian Islam (Agama), sebagaimana yang disimbolkan oleh UIN Sunan Ampel dengan *twin towers*nya.

Seirama dengan itu, usaha yang dilakukan oleh saudara Agus solikin, salah satu dosen di Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya untuk menerbitkan buku dengan judul *Matematika Falak (Rahasia Matematika dalam Penentuan Arah Kiblat)* ini menjadi sangat penting, dikarenakan beberapa hal diantaranya:

1. Buku ini akan menambah pengetahuan dan wawasan, serta literatur bahwa dalam ibadah ada peran serta ilmu matematika dan asrtronomi.
2. Buku ini, menjadi jawaban atas sebuah paradigma yang terjadi didalam literatur-literatur ilmu falak. Meminjam bahasa penulis dalam buku ini, paradigma tersebut yaitu dalam ilmu falak terjadi sebuah paradoks keilmuan, literatur–literatur falak saat ini terkesan mengajari seseorang yang ingin belajar falak untuk jadi pemakai (*user*), tanpa ada kesadaran untuk menemukan (*Inquiri*) atas rumus–rumus perhitungan tersebut

Dengan demikian, buku ini perlu dibaca oleh mahasiswa, dosen, peneliti ,dan siapa saja yang *concern* terhadap ilmu falak dan integrasi antara matematika dan agama.

Akhirnya, dengan terbitnya buku ini saya berharap semoga semakin memeotivasi saudara Agus Solikin dalam menghasilkan buku-buku yang mengintegrasikan antara agama dan sains, khusunya dalam kajian ilmu falak kedepannya, amiin yaa rabbal 'alamiin.

Surabaya, 27 Ramadhan 1438 H
22 Juni 2017M

Prof. DR. Abu Azam Al Hadi,M.Ag.
(Wakil Dekan 1 FSH UINSA)

Pengantar Penulis

Alhamdulilah, pada awalnya penulis merasa kurang berani untukmenrbitkan buku ini. Namun keraguan itu sedikit berkurang ketika Prof. DR. Abu Azam Al Hadi, M.Ag. berkenan membaca draft buku ini.

Buku *Matematika Falak (Rahasia Matematika Dalam Penentuan Arah Kiblat)* ini berangkat dari hasil penelitian penulis waktu menyelesaikan tugas akhir di IAIN Walisongo Semarang, yang kemudian disesuaikan dengan silabi mata kuliah matematika falak yang ada di Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya. Sehingga terbitnya buku ini, diharapkan dapat memenuhi literatur dalam perkuliahan matematika yang ada di Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya.

Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya (DR. H. Sahid HM, Prof. Dr. H. Abu Azam Al Hady, Drs. Achmad Yasin, M.Ag, Dr. Sri Warjiyati, MH.). Terimakasih pula kepada Kaprodi dan Sekprodi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya (Drs. KH. Abu Dzarrin Al Hamidy, M.Ag. dan A.Mufti Khazin, S.HI., M.HI). Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada DR. KH. Abdus Salam, M.Ag. dan Drs.Akh.Mukarram, M.Hum. yang telah berkenan menjadi *reviewer* dalam penyusunan silabi mata kuliah matematika falak. Terima kasih juga yang sebesar-besarnya kepada

Siti Tatmainul Qulub, S.HI.,M.S.I. dosen ilmu falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya yang sering menjadi *partner* dalam diskusi pengembangan ilmu falak.

Akhirnya, penulis juga mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada istri tercinta Nazilatul Mafrukha, S.Pd. dan anak-anak kami yang tersayang Adelard Yaqub Nashohi, serta yang masih ada dalam kandungan istri yang telah menjadi motivasi penulis untuk mem*branding* diri dalam khazanah keilmuan.

Akhir kalam, sebagai penutup penulis menyadari buku ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan.

Surabaya, 13 Ramadhan 1438 H
8 Juni 2017 M

Penulis
Agus Solikin

DAFTAR ISI

BAB I LOGIKA PERHITUNGAN ARAH KIBLAT 1
A. Logika Integrasi Ilmu Dalam Arah Kiblat 1
B. Logika Perhitungan Arah Kiblat 7
1. Perhitungan Arah Kiblat 7
2. Matematika 9
3. Astronomi 11
4. Hubungan Antara Fiqih, Astronomi, dan Matematika dalam Perhitugan Arah Kiblat.. 13
BAB II KAIDAH DASAR HUKUM ARAH KIBLAT 15
A. Kaidah Pengertian Kiblat 15
B. Dalil-Dalil Yang Berkenaan Dengan Arah Kiblat 15
1. Al Qur'an 15
2. Hadis 17
BAB III KAIDAH MATEMATIKA ARAH KIBLAT 21
A. Pengertian Titik, Garis, Sudut, dan Sistem Koordinat..... 21
1. Titik 21
2. Garis 21
3. Sudut Dan Satuan Sudut 24
4. Sistem Koordinat 27
B. Pengertian Arah... 29
C. Segitiga bidang datar 30
1. Pengertian segitiga 30
2. Macam – macam segitiga 31
3. Jumlah sudut – sudut segitiga.. 32
4. Rumus phytagoras 32

D. Lingkaran 34
E. Trigonometri 35
1. Pengertian trigonometri 35
2. Aturan sinus 37
3. Aturan kosinus 38
4. Hubungan dua sudut 40
F. Geometri Bola 41
1. Pengertian dan unsur-unsur bola 41
2. Segitiga bola 42
3. Aturan kosinus 44
4. Aturan sinus 47
G. Kalkulator 50

BAB IV KAIDAH DASAR ASTRONOMI ARAH KIBLAT 55
A. Kaidah Bentuk bumi 55
B. Sistem koordinat bumi 55

BAB V ASAL - USUL RUMUS ARAH KIBLAT 59
A. Analisis Rumus Perhitungan Rumus Cosinus Dan Rumus Sinus 59
B. Metode Perhitungan Arah Kiblat Dengan Menggunakan Aturan Sinus Kosinus 64

BAB VI CONTOH PERHITUNGAN ARAH KIBLAT 65
A. Ketentuan Perhitungan Arah Kiblat 65
B. Contoh perhitungan arah kiblat. 66

DAFTAR PUSTAKA 80
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 83

BAB I
LOGIKA PERHITUNGAN ARAH KIBLAT

A. Logika Integrasi Ilmu Dalam Arah Kiblat

Persoalan penentuan arah kiblat bagi umat Islam menjadi begitu penting mengingat posisinya sebagai salah satu syarat sah sholat. Adapun pijakan tentang kiblat diantaranya QS. *Al Baqarah (2)* ayat 144

قَدْ نَرَىٰ تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي ٱلسَّمَآءِ ۖ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَىٰهَا ۚ
فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ ٱلْمَسْجِدِ ٱلْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنتُمْ فَوَلُّوا۟
وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُۥ ۗ وَإِنَّ ٱلَّذِينَ أُوتُوا۟ ٱلْكِتَٰبَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ
ٱلْحَقُّ مِن رَّبِّهِمْ ۗ وَمَا ٱللَّهُ بِغَٰفِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ

"Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan." (Departemen Agama, 2005:22)

Berdasarkan ayat di atas, setidaknya dapat dipahami bahwa dalam ayat tersebut tersirat dua tempat, pertama, *masjidil haram* dan yang kedua yaitu tempat dimana saja berada. Selaras dengan hal tersebut, terkait dengan pembahasan perhitungan dan penentuan arah kiblat, pada hakikatnya adalah melakukan perhitungan jarak *sferis* kedua tempat tersebut. Jarak *sferis* antara dua tempat A dan B adalah jarak terpendek pada permukaan bola di tempat tersebut (Kusdiono, 2002:5). Dengan bahasa lain, dalam melakukan proses perhitungan dan selenjutnya penentuan arah kiblat suatu tempat, maka proses yang dilakukan sebenarnya yaitu melakukan perhitungan jarak terpendek dua tempat tersebut.

Sisi yang lain, penentuan arah kiblat dalam kajian Islam diperbincangkan dan dipelajari dalam cabang Ilmu falak, sedangkan kaidah–kaidah syar'i atau hukum menghadap kiblat dipelajari serta dijelaskan dalam ilmu fiqih. Terkait pada sisi ini, maka logika penentuan arah kiblat tentunya tidak bisa terpisahkan dari kajian ilmu fiqih dan ilmu falak. Sedangkan Ilmu falak itu sendiri memiliki nama–nama lain, seperti dalam bahasa Inggris disebut dengan astronomi, ada juga yang menyebut ilmu falak sebagai ilmu hisab yang berarti perhitungan (*arithmatic*) (Hambali, 2011:2-3).

Selaras dengan penyebutan ilmu falak sebagai ilmu perhitungan (*arithmatic*) maka implikasnya ilmu falak tentunya tidak bisa lepas dengan aturan-aturan perhitungan yang ada dalam matematika. Terkait dengan perhitungan arah kiblat, maka aturan perhitungan di matematika yang tidak bisa dilepaskan dan ditinggalkan adalah aturan yang ada dalam ilmu ukur bola. Hal ini dikarenakan, obyek dari perhitungan arah kiblat yaitu Bumi diyakini berebntuk seperti bola.

Vik Dhillon seorang profesor astrofisika di Universitas

Sheffield Inggris menjelaskan bahwa[1] geometri bola (*spherical geometry*) adalah studi geometri pada permukaan bola dan merupakan analog bola geometri planar (datar), dari geometri bola ini akan diperoleh beberapa konsep dasar geometri bola, yang mana *Spherical geometry* banyak digunakan untuk perhitungan astronomi dan keperluan astronomi (Wijaya, 2009:2). Selain itu, yang perlu digaris bawahi adalah, dalam perhitungan geometri bola, maka dalam perhitungannya tidak bisa dilepaskan dengan kaidah–kaidah yang ada pada trigonometri dan dasar–dasar operasi aljabarnya. (Murray, 1899:9).

Terkait dengan trigonometri, trigonometri disebut juga dengan goniometri (Maskufa, 2008:75). Negoro dan Harahap (2010:75) menjelaskan pengertian dari Trigonometri/goniometri adalah sebagai berikut:

Ilmu ukur segitiga atau ilmu ukur sudut. Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata"Trigonon" yang berarti segitiga dan "metron" yang berarti ukuran. Menurut asalnya trigonometri cabang dari ilmu yang mula menyelidiki gerak benda–benda angkasa seperti Matahari, Bulan, dan bintang–bintang termasuk menghitung/memperkirakan posisinya. Dalam usaha menggunakan trigonometri sebagai dasar perhitungan/penyelidikan dikenal dua tokoh Astronomi bangsa Yunani bernama *Hipparchus* dari *Nicea* (abad ke-2 SM) dan *Claudius Ptolemy* (abad ke-2 SM). Pada perkembangannya selama 2000 tahun trigonometri banyak digunakan dalam bidang–bidang astronomi, navigasi, dan penyelidikan–penyelidikan lainnya.

Atas dasar pengertian trigonometri tersebut sehingga

[1] Penjelasan ini terdapat dalam http://www.shef.ac.uk/uni/academi/N-Q/phys/people/vdhillon/teching/phy105_sphergeon.html, di akses tanggla 28 Mei 2012 pukul 14.36 WIB

kadang kala geometri bola disebut juga dengan trigonometri bola. Konsep–konsep dasar dari geometri bola atau trigonometri bola tersebut kemudian dapat diaplikasikan dalam memecahkan masalah sehari-hari diantaranya dalam ibadah yaitu masalah perhitungan arah kiblat yang menggunakan aturan segitiga bola.

Aturan–aturan (kaidah-kaidah) segitiga bola ini pula yang digunakan dalam literatur–literatur falak dalam perhitungan arah kiblat, meskipun dalam perhitungan arah kiblat setidaknya ada empat rumus perhitungan yaitu rumus cosinus dan rumus sinus, menggunakan analogi *Napier*, dan rumus cosinus dan sudut bantu, serta rumus *haversine* (Azhari, 2007:32-34).

Berdasarkan pemaparan diatas maka, dapat disimpulkan secara sederhana logika hubungan segitiga emas dalam kajian falak yaitu hubungan antara fiqih, astronomi, dan matematika. Ahli fiqih merumuskan tentang kaidah syar'inya, misalnya kewajiban salat untuk menghadap kiblat sebagai syarat sah salat, ahli matematika membuat rumusan teori menghadap arah sesuatu dalam model matematika, sedangkan ahli astronomi merumuskan aplikasi rumusan ahli matematika dalam keadaan sebenarnya. Sebagaimana pendapat Ilyas (1984:169) yang mengatakan bahwa masalah menentukan arah kiblat adalah masalah trigonometri bola atau geografi matematika.

Seirama dengan di atas, bahwa hubungan segi emas antara fiqih, astronomi, dan matematika dapat dipahami secara sederhana yaitu fqih berfungsi untuk memahami teks syar'i yang menjelaskan kewajiban untuk menghadap kiblat dalam salat. Sedangkan Matematika berfungsi menyediakan rumus-rumus poerhitungannya. Astronomi berfungsi menyediakan data-data perhitungannya. Sehingga dengan demikian perpaduan antara matematika dan astronomi tersebut akan menghasilkan ketentuan ke arah mana yang tepat di dalam menghadap kiblat.

sebagai contoh, di Indonesia umat Islam menjalankan salat meyakini bahwa arah kiblat yang tepat yaitu ke arah barat serong ke utara dengan tingkat keserongan berrfariasi untuk masing-masing kota dan jika hal ini direlasikan dengan pemahaman bahwa Bumi ini berbentuk bola, maka sebenarnya jika salat umat Islam di Indonesia mengarah ke arah timur serong kesalahan (dari arah barat serong ke utara berputar) maka sebenarnya tetap akan ketemu di ka'bah. Namun, sebagaimana diketahui bahwa dalam realitasnya umat Islam di Indonesia tidak ada yang mengarah ke timur serong ke selatan. Atas dasar hal ini, maka timbul pettanyaan mendasar dalam pembicaraan atau pembahasan masalah kiblat tentang proses/cara mengetahui bahwa umat Islam di Indonesia arah kiblatnya ke barat serong ke utara?. Pertanyaan ini bisa dijawab dengan menggunakan matematika yang data-data perhitungannya disediakan oleh astronomi. Berdasarkan hasil perhitungan ternyata dapat diketahui bahwa Indonesia ke ka'bah jarak terdekat lewat ke barat serong ke utara.dibandingkan lewat timur serong ke selatan, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa arah kiblat orang Indonesia ke arah barat serong ke utara dan hal ini sesuai dengan makna jarak *sferis* sebgagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Namun, terjadi paradoks yang berkembang dalam khazanah keilmuan falak saat ini, seakan–akan ilmu fiqih (ilmu falak) tidak ada kaitannya dengan matematika dan astronomi atau sebaliknya, matematika dan astronomi terlihat kurang adanya hubungan dengan ilmu falak, hal ini dapat dibuktikan dengan *sample* sederhana yaitu literatur–literatur yang saat ini ada dan beredar dikalangan akademisi maupun masyarakat umum yang mudah ditemukan adalah literatur–literatur falak yang berkaitan dengan kaidah–kaidah atau sudut pandang fiqihnya, kalaupun ditemukan literatur–literatur falak yang menggunakan atau menjelaskan sudut pandang matematika dan astronomi, maka secara umum teratur–literatur tersebut langsung menunjukkan rumus-rumusnya dalam segitiga bola tanpa menjelaskan dasar–dasarnya terlebih dahulu.

Paradoks keilmuan sebagaimana yang dijelaskan di atas, bertolak belakang dengan pendapat Murray (1908:1) yang menyatakan bahwa pada awal studi trigonometri bola disarankan untuk mengingat atau mempelajari beberapa definisi dan proposisi geometri padat. konsepsi yang jelas dan tajam dari sifat utama dari bola. Seirama dengan ini, Smart (1976:1) menjelaskan bahwa pondasi Astronomi bola adalah geometri bola.

Pendapat Murray maupun Smart tersebut sangat beralasan mengingat ada perbedaan konsep yang mendasar antara segitiga pada bidang datar dengan segitiga pada bidang geometri bola yang disebut dengan segitiga bola. Contoh sederhana perbedaam konsep sederhana tersebut yaitu perbedaan konsep dalam sudut. Bidang datar, memahami sudut adalah pertemuan (perpotongan) antara dua garis lurus, sedangkan sudut dalam geometri bola yaitu perpotongan antara dua lingkaran besar (Johnson:1). Sedangkan Thodhunter (1886:7) memberikan contoh perbedaan mendasar antara segitiga pada bidang datar dengan segitiga trigonometri pada bola yaitu pada konsep sisinya. Segitiga pada bidang datar semua sisinya berupa garis, sedangkan segitiga bola semua sisinya berupa lingkaran besar.

Dengan bahasa lain, paradoks keilmuan sebagaimana diuraikan di atas, literatur–literatur falak saat ini terkesan mengajari seseorang yang ingin belajar falak untuk jadi pemakai (*user*), tanpa ada kesadaran untuk menemukan (*Inquiri*) atas rumus–rumus perhitungan tersebut.

Secara umum penulisan dan penjelasan langusng tentang penggunaan rumus–rumus tersebut tidak ada masalah, namun

bila direlasikan bahwa ilmu falak itu bagian integral dari khazanah keilmuan yang lain, maka perlu adanya penjelasan tentang kaidah-kaidah matematika dan astronomi yang menjelaskan proses-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.

Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka buku ini bermaksud untuk memberikan gambaran tentang penjelasan dan pengertian rumus–rumus perhitungan arah kiblat berdasarkan analisis matematika dan astronomi, dengan harapan setiap individu/*person* yang ingin belajar falak bukan hanya terkesan sebagai *user* belaka, tapi paling tidak individu/*person* yang ingin belajar falak tahu dan mengerti proses bagaimana rumus–rumus perhitungan arah kiblat itu ditemukan dan selanjutnya diaplikasikan.

II. Logika Perhitungan Arah Kiblat

1. Perhitungan Arah Kiblat

Sebagaimana disebutkan dalam latar belakang bahwa membahas masalah kiblat maka ada dua hal yang saling koheren yaitu kaidah syar'i dan perhitungan. Kaidah syar'i dibahas atau dijelaskan dalam ilmu *fiqih.* Sedangkan, perhitungan yang dalam bahasa Arab disebut dengan *alḥisāb* (Alkalali1981:183) dengan kata dasar *ḥāsaba – yuḥāsibu - muḥāsabatan - ḥisāban* (Anugraha2012:1),dalam bahasa Inggris disebut *Arithmatic* (Hambali.2011:3) memiliki pengertian bahwa:

" Ilmu *ḥisāb* memang bermakna ilmu untuk menghitung posisi benda langit (matahari, bulan, planet-planet dan lain-lain). Yang memiliki akar kata yang sama dengan kata "hisab" adalah kata "husban" yang berartiperhitungan. Kata "husban" disebutkan dalam Al Qur'an untuk menyatakan bahwa pergerakan matahari dan bulan itu dapat dihitung dengan ketelitian sangat tinggi." Anugraha (2012:1-2)

Ayat Al-qur'an yang menyinggung masalah ḥisāb diantaranya QS Yunus (10) ayat 5

"Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui."(Departemen Agama,2005:209)

Sedangkan ayat dalam Al-Qur'an yang memakai kata ḥusban diantaranya yaitu QS Ar- Rahmān (55) ayat 5

" Matahari dan bulan (beredar) menurut perhitungan" (Departemen Agama, 2005:532)

Ilmu ḥisāb dalam literatur klasik sering juga disebut dengan ilmu falak. Azhari (2007:1) menjelaskan pengertian falak yaitu:

> " secara etimologis kata falak berasal dari bahasa arab yang mempunyai persamaan arti kata *madar* atau kata orbit (bahasa Inggris) dan dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* diartikan sebagai klingkaran langit atau cakrawala"

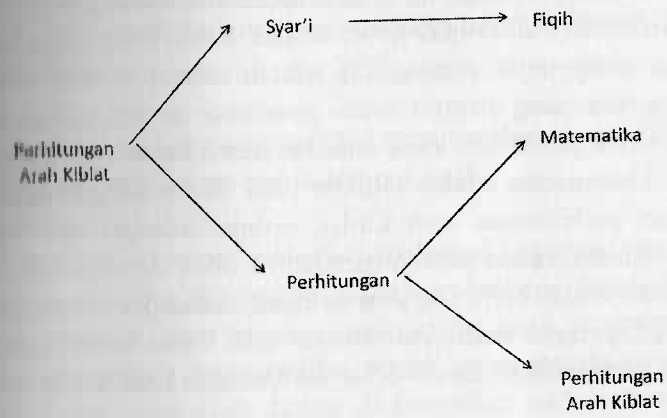
Ilmu ḥisāb atau ilmu falak menurut Hambali (2011:5-7) memiliki salah satu pokok bahasan yaitu ḥisāb arah kiblat, yang dijalankan atau dioperasikan berdasarkan dasar-dasar dan

model matematis yang tepat. Anugraha (2012:8) menyebutkan bahwa Ilmu ḥisāb atau ilmu falak erat kaitannya dengan astronomi, sebagai contoh yaitu dalam hal pemodelan bentuk bumi yang diyakini seperti bola.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dalam kaitannya perhitungan arah kiblat dapat diperoleh skema alur pemikiran atau hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan arah kiblat tersebut yaitu:

Gambar 1.1

Skema alur pemikiran perhitungan arah kiblat



2. Matematika

Pengertian matematika sangat sulit untuk dijelaskan secara tepat. Pada umumnya orang awam hanya mengenal matematika berdasarkan operasinya yang meliputi tambah (+), kurang (-), kali (x) dan bagi (:) (Ayuasnantia:1)[2]

Andriyani (2008:67) juga menjelaskan pengertian matematika yang hampir sama dengan penjelasan tersebut di atas

[2] Penjelasan ini terdapat dalam *http://ayuasnantia.student.umm.ac.id/artikel-pendidikan/*, di akses tanggal 21 April 2012 pukul 13.23 WIB

" Pengertian matematika dapat dijawab secara berbeda-beda tergantung kapan pertanyaan itu dijawab, dimana dijawab, saipa yang menjawab dan apa saja yang dipandang, berbagai pendapat muncul tentang apa itu matematika sebagai ilmu tentang bilangan dan ruang: matemtaika adalah ilmu tentang struktur yang terorganisasikan: matematika adalah ilmu deduktif: matematika adalah ratunya ilmu dan sekaligus pelayannya: matematika adalah bahasa simbol: matematika adalah bahasa numerik"

Dalam penelitian ini penulis memaknai tentang pengertian matematika yaitu matematika adalah ratunya ilmu dan sekaligus pelayannya: matematika adalah bahasa simbol. Semua pengertian yang diambil dalam penelitian ini direlasikan dengan objek peneliitian yaitu masalah perhitungan arah kiblat.

Matematika adalah ratunya ilmu dan sekaligus pelayan dalam perhitungan arah kiblat, artinya sebagai ratu maka matematika dalam perkembangannya tidak dipengaruhi oleh perkembangan perhitungan arah kiblat, sedangkan matematika sebagai pelayan dalam perhitungan arah kiblat berarti matematika memberikan dasar–dasar perhitungan arah kiblat tersebut.

Matematika adalah bahasa simbol dalam perhitungan arah kiblat, artinya dalam perhitungan arah kiblat diperlukan sebuah bahasa dan simbol sebagai alat komunikasinya. Berkaitan dengan bahasa Andriyani (2008:68) menjelaskan matematika merupakan bahasa yang melambangkan serangkaian makna dari pernyataan yang ingin kita sampaikan. Kaitannya dengan penelitian ini yang memfokuskan objek penelitian dalam masalah perhitungan arah kiblat, maka dapat di ambil sebuah kesimpulan mendasar bahwa yang ingin disampaikan

dalam penelitian ini yaitu tentang proses dan hasil perhitungan arah kiblat suatu tempat tertentu yang disimbolkan dalam satuan ukuran derajat.

1. Astronomi

Barlow dan Bryan (1946:5) menjelaskan definisi tentang astronomi yaitu

> "Astronomi adalah ilmu yang berhubungan dengan benda-benda angkasa yang terdiri dari berbagai hal yang ada dalam alam semesta, seperti Bumi (dianggap secara keseluruhan), Bulan, Matahari, Planet-planet, Komet, dan Nebula"

Sedangkan Astronomi sendiri menurut Barlow dan Bryan (1900:1) terbagi dalam tiga kelompok yaitu :

a. Astronomi deskriptif

Astronomi diskriptif ini berkaitan dengan kegiatan observasi (mengamati) dan merekam gerakan berbagai benda-benda angkasa, dan dengan menerapkan hasil pengamatan tersebut untuk memprediksi posisi benda–benda tersebut di waktu yang akan datang di kemudian hari. Selain itu, Astronomi diskriptif juga mencakup penentuan jarak dan pengukuran dimensi benda-benda langit.

b. Astronomi gravitional,

Astronomi gravitional adalah sebuah aplikasi dari prinsip-prinsip dinamika untuk menjelaskan gerakan benda-benda langit, yang termasuk dalam Astronomi gravitional ini yaitu yang mencakup penentuan massa dari suatu benda angkasa.

c. Astronomi fisik

Astronomi fisik adalah Astronomi yang konsen membahas hal – hal yang berkaitan dengan penentuan sifat, kondisi fisik, suhu, dan konstitusi kimia dari benda-benda angkasa.

Dengan bahasa lain Azhari (2007:14) membagi obyek Astronomi juga dalam tiga kelompok yaitu:

a. *Astrometry*

Astrometry adalah Astronomi yang membahas tentang posisi gerak diri, presisi, paralaks dan sebagainya.

b. *Spektroskopi*

Spektroskopi adalah Astronomi yang membahas atau fokus kajiannya pada unsur kimia, proses fisika tempat meteri berada.

c. *Fotometri*

Fotometri adalah Astronomi yang menjelaskan tentang pengukuran kuat cahaya, variasi kuat cahaya, dan warna.

Berdasarkan pemaparan tersebut di atas, maka dalam penelitian yang memfokuskan pada perhitungan arah kiblat yang erat kaitannya dengan penentuan posisi suatu tempat di Bumi, maka astronomi dalam penelitian ini termasuk pada astronomi deskriptif atau *astrometry*[3], dengan pendiskripsian bentuk Bumi seperti bola.

[3] Sebagaimana diketahui bahwa penentuan arah kiblat ada juga yang menggunakan acuan bayang-bayang yang tentunya sangat dipengaruhi oleh posisi Matahari. Penentuan arah kiblat yang menggunakan acuan matahari sering diebut dengan *Rashdul Kiblat*

[illegible] Hubungan Antara Fiqih, Astronomi, dan Matematika dalam Perhitugan Arah Kiblat

Berdasarkan uraian sebelumnya dapat ditarik sebuah [illegible] antara *fiqih*, astronomi, dan matematika. *Fiqih* dalam perhitungan arah kiblat berfungsi untuk menentukan kaidah [illegible] berkaitan dengan hukum menghadap kiblat pada saat menjalankan solat. Astronomi berperan dalam pemodelan bentuk bumi dan menyiapkan data-data yang diperlukan dalam perhitungan, yang selanjutnya dari pemodelan tersebut akan didapatkan rumus perhitungannya (peran matematika).

Untuk mempermudah pemahaman tentang hubungan [illegible] antara *fiqih*, astronomi, dan matematika dalam perhitungan arah kiblat, maka dapat diiilustrasikan dalam bola dunia sebagai berikut:

Dari gambar di atas dapat diperoleh penjelasan bahwa arah garis BC yang merupakan arah kiblat dari kota S ke Ka'bah hukum *syar'i* dipelajari dalam *fiqih*, sedangkan letak posisi A, B, C yang merupakan gambaran letak posisi kutub utara, kota S, dan Ka'bah dijelaskan dalam astronomi dan hal ini merupakan data-data yang diperlukan dalam perhitungan arah kiblat, sedangkan matematika sendiri menjelaskan tentang bagaimana perhitungannya menemukan Sudut ABC (< ABC) = Sudut arah kiblat dari kota S ke Ka'bah.

BAB II
KAIDAH DASAR HUKUM ARAH KIBLAT

A. Kaidah Pengertian Kiblat

Secara harfiah kiblat mempunyai pengertian arah kemana orang menghadap, karena dalam salat orang harus menghadap ka'bah maka ka'bah identik disebut dengan kiblat (Majelis tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2009:25-26).

Pengertian tersebut diatas seirama dengan penjelasan Khazin (2005:69) bahwa kiblat adalah arah ka'bah di Makkah yang harus dituju oleh orang yang sedang melakukan salat, sehingga semua gerakan salat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujud senantiasa berimpit dengan arah itu

B. Dalil-Dalil Yang Berkenaan Dengan Arah Kiblat

1. Al-Qur'an

a. Surat Al-Baqarah ayat 144

قَدْ نَرَىٰ تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي ٱلسَّمَآءِ ۖ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً
تَرْضَىٰهَا ۚ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ ٱلْمَسْجِدِ ٱلْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا
كُنتُمْ فَوَلُّوا۟ وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُۥ ۗ وَإِنَّ ٱلَّذِينَ أُوتُوا۟ ٱلْكِتَٰبَ
لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ ٱلْحَقُّ مِن رَّبِّهِمْ ۗ وَمَا ٱللَّهُ بِغَٰفِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ

"Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan." (Departemen Agama, 2005:23)

b) Surat Al-Baqarah ayat 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ ٱلْمَسْجِدِ ٱلْحَرَامِ ۖ
وَإِنَّهُۥ لَلْحَقُّ مِن رَّبِّكَ ۗ وَمَا ٱللَّهُ بِغَٰفِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

"Dan dari mana saja kamu ke luar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram; sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan." (Departemen Agama,2005:24)

c) Surat Al-Baqarah ayat 150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ ٱلْمَسْجِدِ ٱلْحَرَامِ ۚ
وَحَيْثُ مَا كُنتُمْ فَوَلُّوا۟ وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُۥ لِئَلَّا يَكُونَ
لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا ٱلَّذِينَ ظَلَمُوا۟ مِنْهُمْ فَلَا
تَخْشَوْهُمْ وَٱخْشَوْنِى وَلِأُتِمَّ نِعْمَتِى عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ
تَهْتَدُونَ

"Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang lalim di antara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Kusempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk." (Departemen Agama,2005:24)

4. Hadis

a) Hadis Muslim dari Abu Hurairah r.a. yakni

حَدَّثَنَا أَبو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا أَبُوْ أُسَامَةَ وَعَبْدُ
اللهِ بْنُ نُمَيْرٍ حَدَّثَنَا عُبَيْدُ اللهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ
الْمَقْبُرِيِّ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ رَسُولُ اللهِ
صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَأَسْبِغْ الْوُضُوءَ
ثُمَّ اسْتَقْبِلْ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ (رواه المسلم)[4]

"Abu Bakar bin Abi Syaibah menceritakan kepada kami, Abu Usamah dan Abdullah bin Numair menceritakan kepada kami. Ubaidullah menceritakan dari Sa'id bin Abi Sa'id al-Maqburiyi dari Abi Hurairah r.a berkata Rasulullah SAW. bersabda: " Bila kamu hendak shalat maka sempurnakanlah wudlu lalu menghadap kiblat kemudian bertakbirlah" (HR. Muslim).

[4] Maktabah Syamilah, Imam Muslim, Shahih Muslim, hadis no. 912, juz 2, hlm. 11

b) Hadis riwayat Muslim dari Anas bin Malik r.a.

حَدَّثَنَا أَبُوْبَكْرِ ابْنُ شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانَ حَدَّثَنَا حَمَّاد بْن سَلَمَةَ عَنْ ثَابِت عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ : انَّ رَسُوْلَ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّيْ نَحْوَ بَيْتَ الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ «قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَالْمَسْجِدِ الْحَرَامِ» فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِيْ سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوْعٌ فِي صَلاَةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلُّوْا رَكْعَةً فَنَادَى الاَ أَنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلَتْ فَمَالُوْا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ. (رواه مسلم)[٥]

"Bahwa Rasulullah saw (pada suatu hari) sedang shalat dengan menghadap ke Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat; sungguh kami sering melihat mukamu menengadah ke langit (sering melihat ke langit seraya berdo'a agar turun wahyu yang memerintahkan Beliau menghadap ke Baitullah). Sungguh kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Kemudian ada dua orang dari Bani Salamah sedang mereka melakukan ruku' pada rakaat kedua. Lalu diserukan : Sesungguhnya kiblat telah dirubah. Lalu mereka berpaling ke arah kiblat."

[5] Maktabah Syamilah, Imam Muslim, Shahih Bukhari, hadis no. 1208, juz 2, hlm 66.

c) Hadis riwayat at-Turmudzi dari Abu Hurairah r.a.:

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ أَبِي مَعْشَرٍ حَدَّثَنَا أَبِي عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عُمَرَ وَعَنْ أَبِي سَلَمَةَ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ « مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ». (رواه الترمذي)[٦]

"Bercerita Muhammad bin Abi Ma'syarin, dari Muhammad bin Umar, dari Abi Salamah, dari Abu Hurairah r.a berkata Rasulullah saw bersabda: antara Timur dan Barat terletak kiblat (Ka'bah)".

d) Hadis riwayat Imam Bukhari dari Jabir

حَدَّثَنَا مُسْلِمٌ قَالَ: حَدَّثَنَا هِشَامٌ قَالَ: حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ أَبِي كَثِيرٍ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَنْ جَابِرٍ قَالَ كَانَ رَسُولُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيهِ وَسَلَّمَ يُصَلِّي عَلَى رَاحِلَتِهِ حَيْثُ تَوَجَّهَتْ، فَإِذَا أَرَادَ الفَرِيْضَةَ نَزَلَ فَاسْتَقْبَلَ القِبْلَةَ (رواه البخارى)[٧]

"Bercerita Muslim, bercerita Hisyam, bercerita Yahya bin

[6] Maktabah Syamilah, Imam at-Tirmidzi, Sunan at-Tirmidzi (Abwab al-Shalah), juz II, hlm 171; Imam Ibnu Majah, Sunan Ibn Majah, Juz I, hlm. 323 (Kitab Iqamah al-Shalah); Imam Malik, al-Muwaththa, Juz I, hlm. 197 (Bab Ma Ja'a fi as-Shalah)

[7] Maktabah Syamilah, Imam Bukhari, Shahih Bukhari, hadis no. 400, juz 1, hlm. 46

Abi Katsir dari Muhammad bin Abdurrahman dari Jabir berkata : Ketika Rasulullah SAW shalat (sunnah) di atas kendaraan (tunggangannya) beliau menghadap ke arah sekehendak tunggangannya, dan ketika beliau hendak melakukan shalat fardlu beliau turun kemudian menghadap Kiblat." (HR. Bukhari)

Dari dasar hukum yang telah disebutkan di atas, maka dapat diketahui bahwa: *pertama,* menghadap kiblat (Ka'bah) merupakan suatu kewajiban seseorang dalam melaksanakan shalat. *Kedua,* jika ingin melaksanakan shalat sunnah di dalam perjalanan, maka boleh menghadap ke arah mana saja, mengikuti kendaraan. Akan tetapi, jika akan melaksanakan shalat fardhu, maka harus menghadap kiblat, artinya wajah dan badan diupayakan harus benar-benar menghadap kiblat.

BAB III
KAIDAH MATEMATIKA ARAH KIBLAT

A. Pengertian Titik, Garis, Sudut, dan Sistem Koordinat

1. Titik

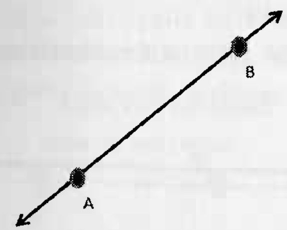
Titik tidak didefiniskan tentang pengertiannya, tidak memiliki panjang dan lebar, tetapi menunjukkan tempat (Negoro & Harahap, 2010:372). Berdasar hal ini maka, dalam pendiskripsian suatu tempat dalam bola dunia disimbolkan dengan titik.

2. Garis

a. Pengertian Garis

Garis adalah sesuatu yang abstrak, untuk itu dalam menunjukkan suatu garis diperlukan suatu model seperti gambar berikut (Negoro & Harahap, 2010:104-105).

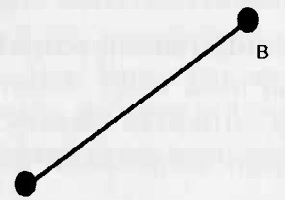
Gambar 3.1 Garis AB



Gambar di atas diberi nama garis AB, tanda panah di kedua ujungnya menunjukkan bahwa garis tersebut tidak berujung dan tidak berpangkal, artinya, dapat diperpanjang pada kedua arahnya. Selain itu, yang perlu diperhatikan ketika disebut sebuah garis, maka pada intinya garis yang dimaksud adalah garis lurus.

Sedangkan ruas garis Negoro & Harahap (2010:297-298) menjelaskan bahwa ruas garis adalah garis yang di batasi oleh dua titik, dan melalui dua titik tersebut hanya bisa dibuat sebuah garis saja. Jika titik tersebut misalnya A dan B, maka ruas garis tersebut disebut ruas garis AB.

Gambar 3.2 Ruas garis AB



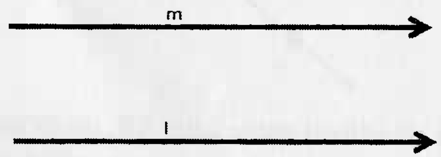
b) Kedudukan (Hubungan) Dua Garis

1) Garis Sejajar

Dua buah garis dikatakan sejajar jika dua garis tersebut diperpanjang maka kedua garis tersebut tidak akan bertemu atau berpotongan, dan jaraknya selalu tetap (Adinawan & Sugijono,2002:244)

Perhatikan gambar garis m dan l berikut ini yang sejajar.

Gambar 3.3 Garis sejajar

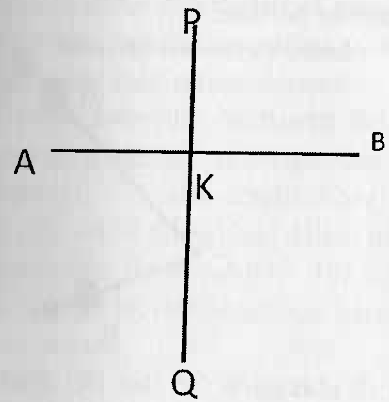


2) Garis Berpotongan

Dua garis dikatakan berpotongan jika dua garis tersebut memiliki pertemuan disatu titik potong (Adinawan & Sugijono,2002:245). Perhatikan gambar berikut ini:

Gambar di atas ini menunjukkan bahwa garis AB berpotongan dengan garis PQ di titik K.

Gambar 3. 4 Garis berpotongan

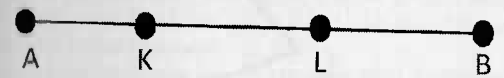


3) Garis Berimpit

Dua buah garis berimpit yaitu jika dua garis tersebut terletak dalam satu garis lurus, sehingga dari dua garis tersebut hanya terlihat sebuah garis (Adinawan & Sugijono,2002:245). Perhatikan gambar berikut ini:

Dari gambar di atas, garis yang terlihat yaitu garis AB, padahal dalam garis tersebut ada garis AK, AL, KL, KB, dan LB yang semua garis tersebut berimpit dengan garis AB.

Gambar 3.5 Garis berimpit



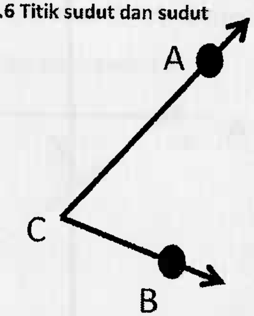
3. Sudut Dan Satuan Sudut

a) Arti sudut, titik sudut, dan daerah sudut

Sudut dapat diartikan sebagai bentuk atau bangun yang terjadi dari dua sinar yang bersekutu pada pangkalnya yang bertemu di suatu titik, dan titik tersebut selanjutnya disebut dengan titik sudut. Sisi sudut disebut dengan kaki sudut (Negoro & Harahap 2010:50)

Perhatikan gambar berikut:

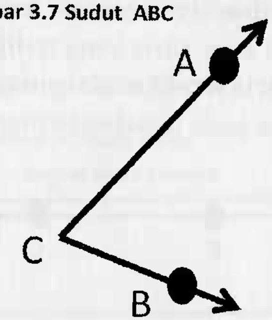
Gambar 3.6 Titik sudut dan sudut



Dari gambar di atas garis CA dan BC disebut kaki sudut, sedangkan titik C yang merupakan pertemuan garis CA dan BC disebut dengan titik sudut.

b) Memberi nama sudut

Gambar 3.7 Sudut ABC



Dari gambar di atas titik sudut berada di C maka sudutnya boleh dinamai dengan "sudut C (< C)"[8] . selain itu, gambar disamping juga bisa disebut dengan < BCA atau < ACB[9], tidak boleh dinamai < ABC atau < BAC

c) Satuan sudut[10]

Besar suatu sudut adalah ukuran daerah sudut itu. Untuk mengukur daerah sudut dipergunakan satuan sudut. Dalam matematika dikenal tiga macam satuan sudut yaitu:

1) Cara *sexagesimal* atau satuan derajat

Cara ini yaitu membagi lingkaran dalam 360 bagian yang dinamakan derajat, sehingga satu kuadran terdiri dari 90 derajat (..°). Satu derajat dibagi dalam 60 menit (..')dan satu menit dibagi lagi dalam 60 second (..").
Secara matematis (Murray,1899: 18) menjelaskan bahwa satuan derajat ini ditulis sebagai berikut:

1 lingkaran penuh	=	$360°$
$1°$	=	$60'$
$1'$	=	$60''$

$1° = 60'$ sehingga, $= \left(\frac{1}{60}\right)^{°}$ ....(1)

$1' = 60''$ sehingga, $1'' = \left(\frac{1}{60}\right)^{'}$ .... (2)

Dari persamaan (1) dan (2) diperoleh:

$1° = 60' = 3600''$

---

8 Pemberian nama dengan acuan titik sudut, dikenal dengan istilah pemberian nama sudut dengan satu huruf

9 Pemberian nama dengan acuan titik sudut, dikenal dengan istilah pemberian nama sudut dengan tiga huruf, dan sebagai cara penulisan titik sudut selalu berada di tengah dalam penulisannya.

10 Satuan sudut ini bisa dilihat di Negoro & Harahap,2010. *Ensiklopedia Matematika*. Halaman 350-351. Satuan sudut ini juga dimuat dalam makalah Agus Purwanto dengan judul *"Dasar – Dasar Matematika Falak"* yang disampaikan pada pelatihan falak PWM jatim pada tahun 2012

2) Cara *sentisimal*

Cara ini membagi lingkaran dalam 400 bagian, sehingga setiap kuadran mempunyai 100 bagian yang dinamakan *grade* (..□^{g}). Setiap satu *grade* dibagi lagi 100 bagian yang dinamakan centi *grade* (..□^{c}). Setiap satu centi *grade* dibagi lagi 100 bagian yang dinamakan dengan centi centi *grade* (..□"). Secara matematis ditulis sebagai berikut:

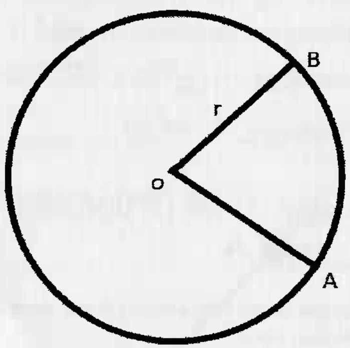
1^g = 100^c

1^c = 100"

3) Cara *radian*

Cara ini menggunakan radial sebagai satuan sudut. Sudut pusat di dalam lingkaran yang mempunyai busur sama dengan jari jari lingkaran adalah sebesar satu radian. Perhatikan gambar berikut:

Gambar 3.8 Sudut radian dalam lingkaran



Dari gambar di atas jika panjang busur AB = r (Jari – jari lingkaran) maka < AOB adalah 1 radian.

Sehingga untuk sudut pusat 2л radian akan bersesuaian dengan panjang busur di depan sudut pusat tersebut

sepanjang 2 л r, karena 2 л r adalah keliling lingkaran yang sudut pusatnya. Alvin K. Bettinger & John A. Englund (1963:77-78) menjelaskan bahwa persamaan sudut radian secara matematis dapat ditulis:

Keliling lingkaran = 2 л r....... anggap r = 1 satuan

2 л radian = 360°

л radian = 180°

1 radian = $\frac{180^0}{л}$.................................(3)

Sedangkan nilai dari л ditetapkan:

л = 3.141592654 rad

Berdasarkan tiga satuan tersebut di atas, yang perlu jadi catatan dalam penelitian ini satuan sudut yang digunakan yaitu satuan derajat.

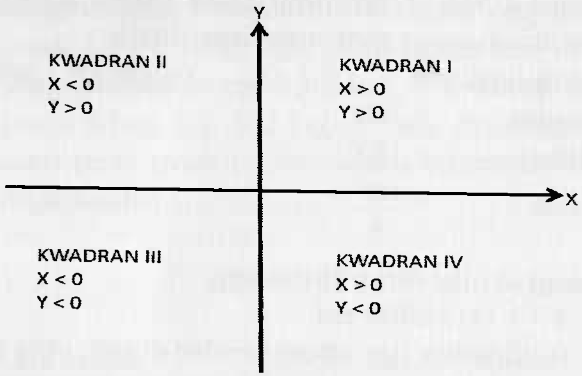
Sistem Koordinat[11]

Sistem koordinat adalah suatu cara yang digunakan untuk menentukan letak suatu titik pada bidang datar () atau bidang ruang. Beberapa macam sistem koordinat yang *familiar*, antara lain sistem koordinat Cartesius (Rene Descartes: 1596-1650), sistem koordinat kutub, sistem koordinat tabung, dan sistem koordinat bola. Pada bidang (R^2), letak titik pada umumnya dinyatakan dalam koordinat Cartesius dan koordinat kutub. Sedangkan pada ruang (R^3) letak suatu titik pada umumnya dinyatakan dalam koordinat Cartesius, koordinat tabung dan koordinat bola. Berkenaan dengan obyek penelitian yang menentukan arah kiblat maka sistem koordiant yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu sistem kordinat yang berada di per-

[11] Keterangan yang berkenaan dengan sitem koordinat dalam penelitian ini bisa dilihat dalam Brenke, William C. (1943:3-5). Bandingkan juga dengan Alvin K. Bettinger & John. A. Englund,1960 " *Algebra and Trigonometry",* Seranton: International texbook company halaman 49-50.

mukaan (R^2) dengan koordinatnya yaitu koordinat kartesius.

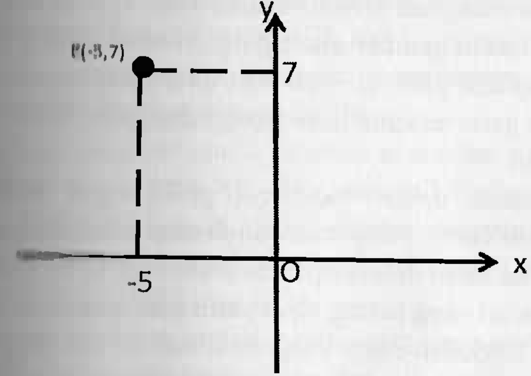
Gambar 3.9 Sistem Koordinat



Berdasarkan Gambar di atas, terdapat 4 bidang simetris yang dibatasi oleh sumbu-sumbu koordinat X dan Y, sumbu X disebut dengan absis, dan sumbu Y disebut dengan ordinat. Nilai sumbu X yang berada di kanan titik O (titik perpotongan sumbu X dan sumbu Y) nilainya positif ($X > 0$), sebaliknya sumbu X yang berada di kiri titik O maka nilainya dalah negatif ($X < 0$). Sedangkan untuk sumbu Y, nilai Y yang berada di atas titik O bernilai positif ($Y > 0$), dan yang berada di bawah titik O nilainya negatif ($Y < 0$). Masing-masing bidang yang dibatasi oleh bidang dinamakan kwadran, sehingga terdapat 4 kwadran, yaitu: kwadran I dengan nilai X positif dan Y juga positif, kwadran II dengan nilai X negatif dan nilai Y positif, kwadran III dengan nilai X dan Y sama-sama negatif dan kwadran IV dengan nilai X positif dan Y negatif.

Dalam penulisan sistem koordinat, nilai absis (sumbu X) selalu ditulis lebih dahulu baru nilai sumbu Y (ordinat). Contoh letak titik E dengan koordinat (-5.7), artinya nilai x= -5, dan nilai Y=7. Selanjutnya dalam penulisan letak titik E tersebut ditulis E (-5,7) dan jika digambarkan dalam koordinat

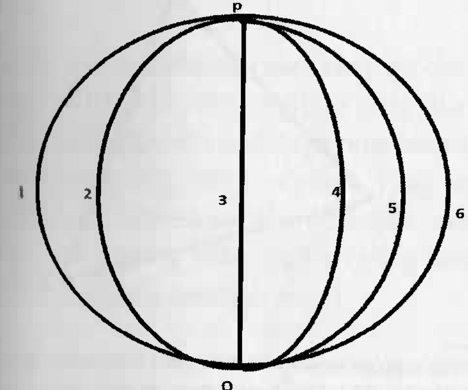
Gambar 3.10 Koordinat E (-5,7)



Pengertian Arah

Membahas pengertian tentang arah, maka ada dua dimensi yang perlu diperhatikan, yaitu pengertian arah dalam bidang datar dan arah dalam geometri bola. Arah dari titik A ke titik B pada suatu bidang datar adalah arah garis lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut. Garis lurus merupakan garis terpendek yang menghubungkan kedua titik tersebut pada bidang datar (Purwanto, 2012:2).

Gambar 3.11 Arah PQ



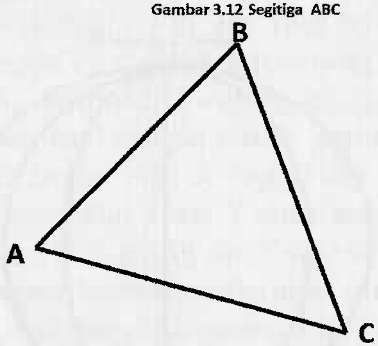
Dari gambar di atas dimisalkan ada dua tempat yaitu titik P dan Q dihubungkan dengan 6 jalan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6, maka arah pada gambar disamping diwakili pada garis no 3 yang merupakan garis lurus, bukan lima garis lainnya meski-pun kelima garis tersebut juga menghubungkan dua titik (tem-pat) tersebut.

Sedangkan dalam kaitannya perhitungan arah kiblat dipermukaan bumi, yang mana dijelaskan sebelumnya bahwa dalam hal ini bumi dideskripsikan berbentuk bola, maka arah yang dimaknai yang paling tepat yaitu arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati ka'bah dengan tem-pat kota yang bersangkutan (Khazin, 2004:50). Dengan bahasa lain, dalam perhitungan arah kiblat yang erat kaitannya dengan pendiskripsian akan bentuk bumi, maka yang paling tepat un-tuk menjadi acuannya yaitu sebuah lingkaran besar (Izzudin, 2012:126).

C. Segitiga bidang datar[12]

1. Pengertian segitiga

Gambar 3.12 Segitiga ABC



[12] Penjelasan tentang segitiga ini diambil di Negoro & Harahap,2010. *Ensiklopedia Matematika*. Halaman 308 - 315. Bandingkan dengan Federal editorial Board *Mathematics Enrichment Questions 1A.* Hongkong:Allion printing. Hal 31.

Dari gambar di atas ada tiga buah titik yaitu titik A, B, dan C. Ketiga titik tersebut dihubungkan dengan garis, yaitu titik A dihubungkan dengan titik B, dan C, selanjutnya titik B dihubungkan dengan titik C.bangun yang terbentuk tersebut yang kemudian disebut dengan segitiga.

Segitiga yang terbentuk tersebut kemudian disebut dengan segitiga ABC, garis AB, BC, dan AC disebut sisi – sisi segitiga. Titik – titik A, B, dan C disebut dengan titik sudut, sedangkan ketiga sisi segitiga saling berpotongan membentuk sudut yaitu BAC, ABC, dan BCA.

Dengan demikian segitiga yaitu suatu bangun yang memiliki tiga buah sisi, tiga buah titik sudut, dan tiga buah sudut.

2. Macam – macam segitiga

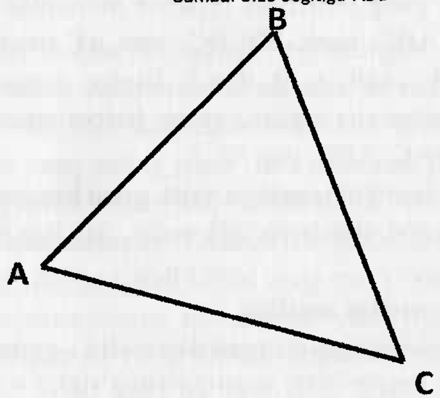
a) Jenis – jenis segitiga ditinjau dari sudut – sudutnya
   a) Segitiga lancip yaitu segitiga yang sudut – sudutnya kurang dari
   b) Segitiga siku – siku yaitu segitiga yang salah satu sudutnya
   c) Segitiga tumpul yaitu segitiga yang salah satu sudutnya lebih dari

b) Jenis – jenis segitiga ditinjau dari panjang dan sisinya
   a) Segitiga sama kaki yaitu segitiga yang dua sisinya sama panjang, sehingga dua sudutnya juga bernilai sama yaitu
   b) Segitiga sama sisi yaitu segitiga yang semua sisinya sama panjang, semua sudutnya bernilai sama yaitu
   c) Segitiga sembarang yaitu segitiga yang ketiga sisinya tidak sama panjang antara sisinya.

3. Jumlah sudut – sudut segitiga

Dalam sebuah segitiga ABC jumlah sudut – sudutnya sama dengan besar sudut lurus yaitu . Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut ini:

Gambar 3.13 Segitiga ABC



Dari gambar di atas diperoleh tiga sudut yaitu < ABC, < BCA, < CAB maka:

< ABC + < BCA+ < CAB =

Misal:

< ABC = α, < BCA= β, dan < CAB = γ, maka:

$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$

$\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma)$

$\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma)$

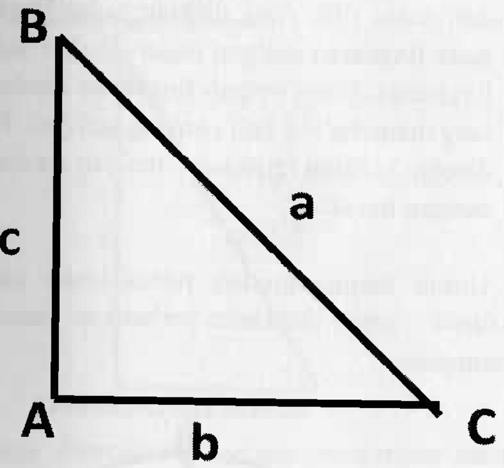
$\gamma = 180^\circ - (\beta + \alpha)$

4. Rumus phytagoras

Rumus phytagoras adalah suatu teori yang ditemukan oleh seorang ahli matematika bernama *Phytagoras* yang hidup pada abad ke-6 SM (Negoro & Harahap 2010:369). Teori ini

menjelaskan bahwa dalam suatu segitiga siku-siku, kudrat sisi miring sama dengan jumlah kuadrat sisi – sisi lainnya (Negoro & Harahap 2010:285). Untuk lebih mudah memahami rumus phytagoras tersebut perhatikan gamabar berikut ini:

Gambar 3.14 Segitiga siku-siku ABC



Dari gambar di atas dimisalkan:

AC = b, AB = c, dan BC = a maka rumus phytagorasnya

$a^2 = b^2 + c^2$

Dari rumus tersebut Dengan menggunakan sifat – sifat matematika maka akan diperoleh:

$a^2 = b^2 + c^2$

$c^2 = a^2 + b^2$

$a = \sqrt{b^2 + c^2}$

$b = \sqrt{b^2 + c^2}$

$c = \sqrt{a^2 - b^2}$

D. Lingkaran

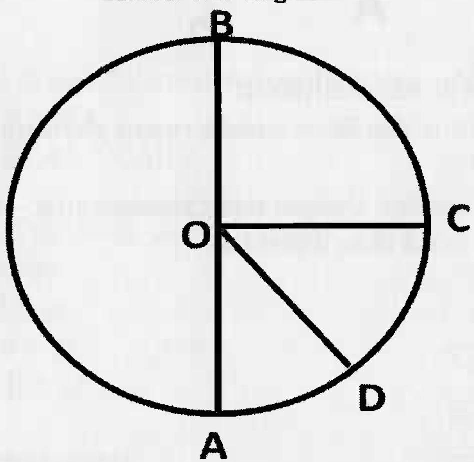
Defiinisi lingkaran, Negoro & Harahap (2010:171) menyebutkan bahwa:

> Lingkaran adalah kurva tutup sederhana yang khusus. Tiap titik pada lingkaran itu mempunyai jarak yang sama dari suatu titik yang disebut pusat lingkaran. Jarak titik pada lingkaran dengan pusat disebut jari-jari atau radius lingkaran. Garis tengah lingkaran disebut diameter. Panjang diameter = 2 kali panjang jari-jari. Panjang lingkaran disebut keliling lingkaran. Jari-jari (radius) dilambangkan dengan huruf "r".

Untuk mempermudah pemahaman tentang penegrtian dan unsur – unsur lingkaran perhatikan gamabar berikut ini:

Keterangan:

Gambar 3.15 Lingkaran O



O = Titik pusat lingkaran AB = Diameter lingakaran

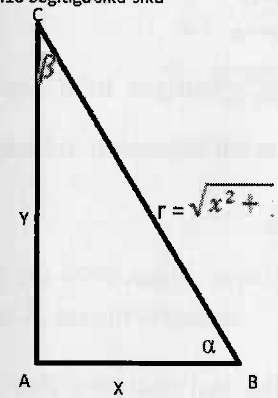
OA = OD = OC = OB = Jari-jari/radius lingkaran (r)

E. Trigonometri[13]

1. Pengertian trigonometri

Trigonometri yang dimaksud di sini adalah trigonometri pada permukaan datar. Perhatikan gambar segitiga siku–siku berikut:

Gambar 3.16 Segitiga siku-siku



Dari gambar diatas diberikan beberapa pengertian sebagai berikut:

a. X disebut sisi samping sudut α

b. Y disebut sisi depan sudut α

c. R disebut sisi miring

d. X disebut sisi depan sudut β

e. Y disebut sisi samping sudut β

Fungsi–fungsi sinus (sin), cosinus (cos), dan tangent (tan) didefinisikan:

1. $\frac{sisi\ depan}{sisi\ miring}$ = Sin α

13 Penjelasan yang berkaitan dengan trigonometri pada bagian ini diambil dari [illegible] Brenke, 1943. *"Plane and SPHERICAL Trigonometry"*, New York:The [illegible] Press. Lihat juga mega, teguh, 2004,*Trigonometri,* Jakarta: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikaan Nasional., halaman [illegible]

$$\text{Cos } \alpha = \frac{\textit{sisi samping}}{\textit{sisi miring}} = \frac{x}{r}$$

$$\text{Tan } \alpha = \frac{\textit{sisi depan}}{\textit{sisi samping}} = \frac{y}{x}$$

$$\text{Cossec } \alpha = \frac{\textit{sisi miring}}{\textit{sisi depan}} = \frac{r}{y}$$

$$\text{Sec } \alpha = \frac{\textit{sisi miring}}{\textit{sisi samping}} = \frac{r}{x}$$

$$\text{Cotan } \alpha = \frac{\textit{sisi samping}}{\textit{sisi depan}} = \frac{x}{y}$$

Dari definisi tersebut diperoleh hubungan:

$$\text{Cossec } \alpha = \frac{1}{\text{Sin } \alpha}$$

$$\text{Sec } \alpha = \frac{1}{\text{Cos } \alpha}$$

$$\text{Cos } \alpha = \frac{1}{\text{Tan } \alpha}$$

Sesuai pengertian sisi samping dan sisi depan suatu sudut maka dari gambar diatas dapat disimpulkan pula bahwa:

$$\text{Sin } \beta = \frac{\textit{sisi depan}}{\textit{sisi miring}} = \frac{x}{r}$$

$$\text{Cos } \beta = \frac{\textit{sisi samping}}{\textit{sisi miring}} = \frac{y}{r}$$

$$\text{Tan } \beta = \frac{\textit{sisi depan}}{\textit{sisi samping}} = \frac{x}{y}$$

$$\text{Cossec } \beta = \frac{\textit{sisi miring}}{\textit{sisi depan}} = \frac{r}{x}$$

$$\text{Sec } \beta = \frac{\textit{sisi miring}}{\textit{sisi samping}} = \frac{r}{y}$$

$$\text{Cotan } \beta = \frac{\textit{sisi samping}}{\textit{sisi depan}} = \frac{y}{x}$$

Proses kebalikan atau invers dari sinus, cosinus, daan tangent

ditulis dengan arcsin, arcos, dan arctan atau dengan tanda pangkat minus satu (.. $^{-1}$)

$$\text{Arcsin}\left(\frac{y}{r}\right) = sin^{-1}\left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$$

$$\text{Arccos}\left(\frac{x}{r}\right) = cos^{-1}\left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$$

$$\text{Arctan}\left(\frac{y}{x}\right) = tan^{-1}\left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$$

Mengingat jumlah ketiga sudut segitiga adalah maka dari gambar didapatkan

$\alpha + \beta + 90° = 180°$

maka

$\alpha = 90° - \beta$

Dari persamaan–persamaan sebelumnya diperoleh

sin α = sin (90° – β) = cos β, secara lengkap

sin (90° – β) = cos β

cos (90° – β) = sin β

tan (90° – β) = cotan β

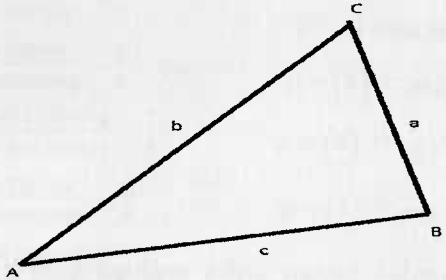
Aturan sinus

Definisi-definisi dan hubungan trigonometri sebagaimana dijelaskan diatas dapat lansung digunakan pada segitiga siku-siku, untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan segitiga sembarang maka digunakan aturan sinus,

Untuk lebih memahami tentang aturan sinus tersebut perhatikan penjelasan berikut:

Gambar segitiga sembarang ABC di atas didefinisikan ketentuan bahwa:

Gambar 2.17 Segitiga ABC



1) Sisi yang berada di depan sudut A diberinama sisi a
2) Sisi yang berada di depan sudut B diberinama sisi b
3) Sisi yang berada di depan sudut C diberinama sisi c

Berdasarkan gambar di atas dan definisi ketentuannya, maka aturan sinus ditetapkan:

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

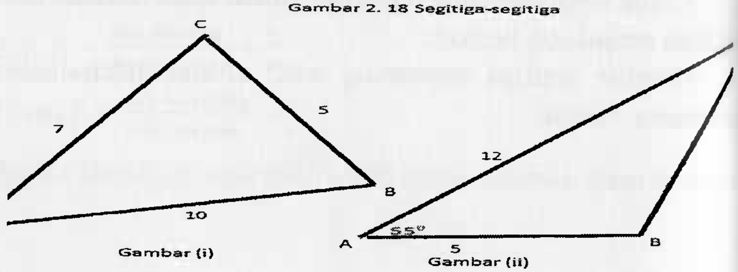
Aturan sinus tersebut diatas bisa digunakan dalam perhitungan segitiga jika diketahui:

a) Dua sudut dan sembarang sisi
b) Dua sisi dan satu sudut di depan salah satu sisi.

3. Aturan kosinus

Perhatikan gambar segitiga berikut:

Gambar 2. 18 Segitiga-segitiga



Dari dua gambar segitiga sembarang tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa:

Segitiga pada gambar (i) semua panjang sisi telah diketahui. sedangkan besar ketiga sudut belum diketahui.

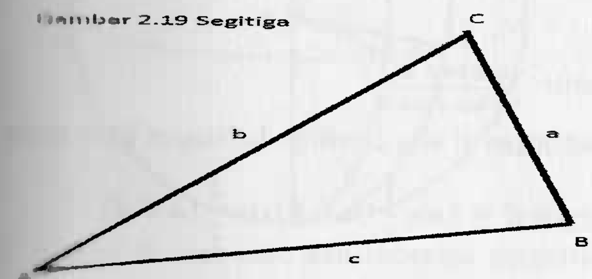
Segitiga pada gambar (ii) semua unsur-unsur segitiga yang diketahui yaitu panjang dua sisi yaitu sisi AB dan sisi AC, dan besar sudut A. sedangkan panjang BC dan sudut B, ssr-ta sudut C belum diketahui.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada gambar (i) dan (ii) unsur-unsur segitiga yang belum diketahui jika ingin dicari maka aturan sinus tidak akan dapat menyelesaikan. Untuk menyelesaikan masalah ini maka digunakan aturan kosinus yang didefinisikan sebagai berikut:

"Kuadrat dari sembarang sisi suatu segitiga sama dengan jumlah kuadrat sisi yang lain dikurangi dua kali perkalian sisi itu dikalikan sudut apit kedua sisi tersebut"(Johanes, 2002 : [illegible]

Dari definisi aturan kosinus tersebut jika dibahasakan dalam bahasa matematika adalah:

Gambar 2.19 Segitiga



Pada segitiga ABC dengan sudut-sudutnya A, B, C, dan sisi-sisinya a, b, c, maka aturan kosinusnya yaitu:

c) Busur adalah lintasan pada lingkaran

Dari gambar dapat diketahui bahwa pada permukaan bola dapat dibuat banyak sekali (tidak berhingga) lingkaran besar maupun lingkaran kecil. Untuk memudahkan pembahasan kita ambil lingkaran besar dan lingkaran kecil horizontal seperti pada gambar.

Lingkaran dan setengah lingkaran
a) ABCDA
b) PFBQ
c) PGCQ

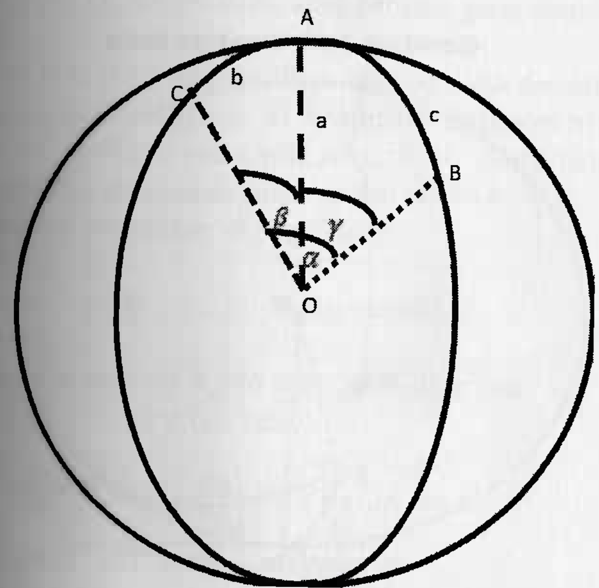
Berjari–jari R. Sedangkan lingkaran EFGHE adalah lingkaran kecil dengan jari–jari KF. Bidang lingkaran horizontal besar ABCDA sejajar dengan bidang lingkaran kecil EFGH. Selanjutnya diperoleh

a) KF // (sejajar) OB karena terletak pada satu bidang PFBQP
b) KG // OC karena terletak pada satu bidang PGCQP
c) Sudut BOC = sudut FKG (akibat 1 dan 2)
d) OB = OF = R
e) KF = R Sin Θ
f) busur BC = OB. Sudut BOC = R φ
g) busur FG = KF. Sudut FKG = BC sin Θ

2. Segitiga bola

Untuk memudahkan tentang segitiga bola perhatikan gambar berikut:

Gambar 2.22 Segitiga bola



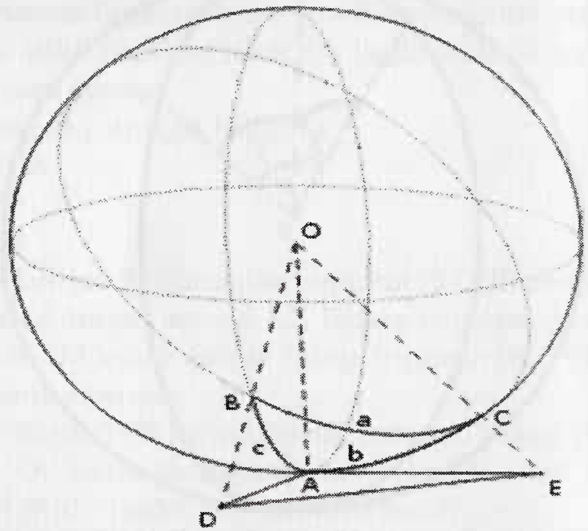
Titik A, B, dan C pada permukaan bola sekaligus menyatakan sudut yaitu sudut A (sudut CAB). B (sudut ABC), dan C (sudut BCA) di depan ketiga sudut ini terdapat busur a, b, dan c.

a) Panjang OA = OB = OC = jari – jari lingkaran R
b) Sudut antara OB dan OC = sudut BOC = α
c) Sudut antara OA dan OC = sudut AOC = β
d) Sudut antara OA dan OB = sudut BOC = γ , sehingga
e) a = Rα
f) b = Rβ
g) c = Rγ
h) Jika R = 1, maka a = α, b = β, dan c = γ

Berdasarkan hal di atas maka segitiga bola yaitu sebuah segitiga yang sisi-sinya merupakan lingkaran besar.

3. Aturan kosinus.

Gambar 2.23 Segitiga bola



Dari gambar tersebut didefinisikan atau ditentukan bahwa

a) Titik pusat bola berada pada titik O
b) Terdapat segitiga bola yaitu ABC dengan sisi-sinya yaitu a, b, dan c
c) Sisi a didefinisikan sebagai panjang busur BC yang nilainya bisa dinyatakan sama dengan besar sudut BOC
d) Sisi b didefinisikan sebagai panjang busur AC yang nilainya bisa dinyatakan sama dengan besar sudut AOC
e) Sisi c didefinisikan sebagai panjang busur AB yang nilainya bisa dinyatakan sama dengan besar sudut AOB
f) AD adalah garis singgung lingkaran besar AB di titik A
g) AE adalah garis singgung lingkaran besar AC di titik A
h) Akibat dari 6 dan 7 maka OA ⊥ AD dan DE
i) AD terletak pada bidang lingkaran besar AB. Jika jejari OB dibuat maka akan bertemu garis singgung AD di D.
j) Jika jejari OC dibuat maka akan bertemu garis singgung AE di E
k) Sudut bola BAC didiefinisikan sebagai sudut diantara garis singgung-garis singgung di A terhadap lingkaran besar AB dan AC, sehingga sudut bola BAC=DAE. Sudut bola BAC selanjutnya dinamakan sudut A, dan DAE=A

Selanjutnya, perhatikan segitiga OAD.

OAD = 90°

OAD = AOB...........(= dibaca identik)

AOB = c

Dari definisi tersebut di atas maka akan diperoleh

$\tan c = \frac{AD}{OA}$ $\Rightarrow$ AD = OA Tan c

.................(1)

$\cos c = \frac{OA}{OD}$ $\Rightarrow$ $\sec c = \frac{OD}{OA}$ $\Rightarrow$ OD = OA sec c

Dari segitiga OAE maka akan diperoleh

OAE = 90°

OAE = AOC...........(= dibaca identik)

AOB = b

$\tan b = \frac{AE}{OA}$ $\Rightarrow$ AE = OA Tan b

.................(2)

$\cos b = \frac{OA}{OE}$ $\Rightarrow$ $\sec b = \frac{OE}{OA}$ $\Rightarrow$ OE = OA sec b

Dari segitiga datar DAE, dengan menggunakan aturan kosinus pada segitiga bidang datar, maka akan diperoleh:

$DE^2 = AD^2 + AE^2 - 2AD.AE\ Cos\ DAE$ ....(3)

Persamaan (1) dan (2) disubtitusikan ke persamaan (3)

$DE^2 = (OA \tan c)^2 + (OA \tan b)^2 - 2.OA \tan c\,.OA \tan b\ Cos\ DAE$

$= OA^2\ tan^2 c + OA^2\ tan^2\ b - 2\ OA^2 \tan b \tan c \cos A$

$= OA^2\ [tan^2\ c + \ tan^2\ b - 2 \tan b \tan c \cos A]$ ....(4)

Dari segitiga datar DOE, dan menggunakan sturan kosinus pada segitiga datar maka diperoleh

$DE^2 = \ OD^2\ +\ OE^2 - \ 2OD.OE\ Cos\ DOE$ ....(5)

Persamaan (1) dan (2) disubtitusikan kepersamaan (5) maka diperoleh:

$DE^2 = (OA \sec c)^2 + (OA \sec b)^2 - 2.OA \sec c.OA \sec b\ Cos\ DOE$

$= OA^2\ sec^2\ c + OA^2\ sec^2\ b - 2\ OA^2 \sec b \sec c \cos a$

$= OA^2\ [sec^2\ c + \ sec^2\ b - 2 \sec b \sec c\ co$ ....(6)

Dari persamaan (4) dan (6) diperoleh

$OA^2\ [tan^2\ c + \ tan^2\ b - 2 \tan b \tan c \cos A]$.

$= OA^2\ [sec^2\ c + \ sec^2\ b - 2 \sec b \sec c \cos a]$

$tan^2\ c + \ tan^2\ b - 2 \tan b \tan c \cos A$

$= sec^2\ c + \ sec^2\ b - 2 \sec b \sec c \cos a$ ....(7)

Sedangkan, $sec^2 c = 1 + tan^2 c$

$sec^2 b = 1 + tan^2$

Maka persasmaan (7) menjadi

$tan^2\ c + \ tan^2\ b - 2 \tan b \tan c \cos A$

$= 1 + tan^2 c + 1 + tan^2 b - 2 \sec b \sec c \cos a$

$= 2 + tan^2 b + tan^2 c - 2 \sec b \sec c \cos a$

Selanjutnya $tan^2\ c + \ tan^2\ b$ ruas kiri dipindah keruas kanan sama dengan dan akan diperoleh:

$-2 \tan b \tan c \cos A = 2 + tan^2 b - tan^2 b + tan^2 c -$

$tan^2 c - 2 \sec b \sec c \cos a$

$= 2 - 2 \sec b \sec c \cos a$

$= 2 (1 - \sec b \sec c \cos a)$

Selanjutnya, kedua ruas dibagi dengan 2 dan dipeoleh:-

$\tan b \tan c \cos A = 1 - \sec b \sec c \cos a$

$1 - \sec b \sec c \cos a = - \tan b \tan c \cos A$

$- \sec b \sec c \cos a = - \tan b \tan c \cos A - 1$

$\sec b \sec c \cos a = \tan b \tan c \cos A + 1$

$\sec b \sec c \cos a - \tan b \tan c \cos A = 1$

$\frac{1}{\cos b} \cdot \frac{1}{\cos c} \cos a - \frac{\sin b}{\cos b} . \frac{\sin c}{\cos c} \cos A = 1$

$\frac{1}{\cos b \cos c} \cos a - \frac{\sin b \sin c}{\cos b \cos c} \cos A = 1$

$\frac{\cos a}{\cos b \cos c} - \frac{\sin b \sin c \cos A}{\cos b \cos c} = 1$

$\frac{\cos a - \sin b \sin c \cos A}{\cos b \cos c} = 1$

$\cos a - \sin b \sin c \cos A = \cos b \cos c$

$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$.....................(8)

Persamaan (8) memeiliki persamaan yang sekawan yaitu

$\cos b = \cos a \cos c + \sin a \sin c\ Cos\ B$.....................(9)

$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$...................(10)

Persamaan (8), (9), dan (10) inilah yang kemudian dikenal dengan aturan kosinus dalam ilmu ukur bola atau khusunya dalam segitiga bola.

Aturan sinus

Dari persamaan (8) diperoleh

$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$

$\sin b \sin c \cos A = \cos a - \cos b \cos c$ ....(11)

persamaan (11) dikuadratkankedua sisi diperoleh

$\sin^2 b \ \sin^2 c \cos^2 A$

$= \cos^2 a - 2\cos a \cos b \cos c + \cos^2 b \ \cos^2 c$........(12)

Karena dalam trigonometri ada sifat identitas yaitu:

$\sin^2 A + \cos^2 A = 1$

$\sin^2 A = 1 - \cos^2 A$

$\cos^2 A = 1 - \sin^2 A$

Maka ruas kiri dalam persamaan (12) dapat ditulis

$\sin^2 b \ \sin^2 c \cos^2 A = \sin^2 b \ \sin^2 c \ (1 - \sin^2 A)$

$= \sin^2 b \ \sin^2 c - \ \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A.$ ....(13)

Sedangkan, $\sin^2 b = 1 - \cos^2 b$

$\sin^2 c = 1 - \cos^2 c$

Maka persamaan (13) bisa ditulis

$\sin^2 b \ \sin^2 c \cos^2 A$

$= \sin^2 b \ \sin^2 c - \ \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$= (1 - \cos^2 b)(1 - \cos^2 c) - \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$= 1 - \cos^2 b - \cos^2 c + \cos^2 b \cos^2 c -$

$\sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$ ....(14)

Dari persamaan (12) dan (14) diperoleh

$\cos^2 a - 2\cos a \cos b \cos c + \cos^2 b \ \cos^2 c$

$= 1 - \cos^2 b - \cos^2 c + \cos^2 b \cos^2 c - \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$\cos^2 a - 2\cos a \cos b \cos c + \underline{\cos^2 b \ \cos^2 c} - 1 + \cos^2 b$

$+ \cos^2 c - \underline{\cos^2 b \cos^2 c} = -\sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$\cos^2 a - 2\cos a \cos b \cos c + \underline{\cos^2 b \ \cos^2 c} - \underline{\cos^2 b \cos^2 c}$ --

$1 + \cos^2 b + \cos^2 c = -\sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$\cos^2 a - 2\cos a \cos b \cos c - 1 + \cos^2 b + \cos^2 c$

$= -\sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

Kedua ruas dikalikan dengan (-) sehingga menjadi

$-\cos^2 a + 2\cos a \cos b \cos c + 1 - \cos^2 b - \cos^2 c$

$= \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

Persamaan diatas bisa ditulis juga menjadi

$\sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

$= 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2\cos a \cos b \cos c$ ....(15)

Selanjutnya didefinisikan X dengan nilai

$X^2 \sin^2 a \ \sin^2 b \sin^2 c$

$= 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2\cos a \cos b \cos c$ ...(16)

Dari persamaan (15) dan (16) diperoleh

$X^2 \sin^2 a \ \sin^2 b \sin^2 c = \sin^2 b \ \sin^2 c \sin^2 A$

Sehingga,

$X^2 = \frac{\sin^2 b \sin^2 c \sin^2 A}{\sin^2 a \sin^2 b \sin^2 c}$

$= \frac{\sin^2 A \sin^2 b \sin^2 c}{\sin^2 a \sin^2 b \sin^2 c}$

$= \frac{\sin^2 A}{\sin^2 a}$

$X = \sqrt{\frac{\sin^2 A}{\sin^2 a}}$

$= \pm \frac{\sin A}{\sin a}$

Mengingat dalam sebuah segitiga bola, jumlah ketiga sudutnya tidak boleh lebih dari , dan nilai sinus pada sudut antara dan selalu positif, maka nilai X tersebut di atas yang diterima yaitu

$$X = \frac{\sin A}{\sin a} \text{ ....(17)}$$

Dengan cara yang sama di atas maka juga akan diperoleh:

$$X \frac{\sin B}{\sin b} = \text{ ....(18)}$$

$$X \frac{\sin C}{\sin c} = \text{ ....(19)}$$

Persamaan (17), (18), (19) dipeoleh persamaan

$$\mathbf{X} = \frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c} \text{ ....(20)}$$

Persamaan (20) kemudian lebih dikenal dengan aturan sinus dalam segitiga bola.

G. Kalkulator

Di dalam proses penghitungan besaran trigonometri akan lebih efektif jika digunakan kalkulator. Kalkulator yang digunakan adalah kalkulator yang mempunyai tombol sinus (sin), cosinus (cos), dan tangent (tan)

Contoh

Gunakan kalkulator untuk menghitung sin α, cos α, dan tan α dengan nilai α sebagai berikut:

1. α = 43° 67′ 88″
2. α = 30°
3. α = 60°

Jawab :

a. 1) cos 43° 67′ 88″ =
menggunakan kalkulattor

(cos) 43 (°′″) 67 (°′″) 88 (°′″) = 0.69642789

2) cos = 43° 67′ 88″
menggunakan kalkulattor
(cos) 43 (°′″) 67 (°′″) 88 (°′″) = 0.717626778

3) tan = 43° 67′ 88″
menggunakan kalkulattor
(tan) 43 (°′″) 67 (°′″) 88 (°′″) = 0.97045973

b. 1) cos 30° =
menggunakan kalkulattor
(cos) 30° (°′″) = 0.5

2) cos 30° =
menggunakan kalkulattor
(cos) 30 (°′″) = 0.8660

3) tan 30° =
menggunakan kalkulattor
(tan) 30 (°′″) = 0.5774

c. 1) cos 60° = 0.866
2) cos 60° = 0.5
3) tan 60° = 1.72321

Selain fungsi Sin, cos, dan tangent juga didefinisikan fungsi cosecant (cosec), secant (sec), dan cotangent (cot)

$$\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\text{cosec } \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

Fungsi ini dalam kalkulator tidak disediakan, maka dalam perhitungan dengan kalkulator digunakan fungsi yang terkait:

contoh:
Gunakan kalkulator untuk menghitung
a. sec 43° 67′ 88″
b. cossec 43° 67′ 88″
c. cot 43° 67′ 88″
jawab:
a. sec 43° 67′ 88″ = 1/ 43° 67′ 88″
menggunakan kalkulator:
1: (cos) 43 (°′″) 67 (°′″) 88 (°′″) = 1.43589884
b. cossec 38° 39′ 36″ = 1/ cos 38° 39′ 36″
menggunakan kalkulator
1 : (cos) 43 (°′″) 67 (°′″) 88 (°′″) = 1.393482002
c. cotan 28° 6′ 16″ = 1/cot 28° 6′ 16″
menggunakan kalkulator
1 : (tan) 28 (°′″) 6 (°′″) 16 (°′″) = 1.030439459

Proses kebalikan atau invers dari cosus, cocosus, daan tagent ditulis dengan arccos, arcos, dan arctan atau dengan tanda pangkat minus satu ($\square^{-1}$)

Arccos $\left(\frac{y}{r}\right) \equiv sin^{-1} \left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$

Arccos $\left(\frac{x}{r}\right) \equiv cos^{-1} \left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$

Arctan $\left(\frac{y}{r}\right) \equiv tan^{-1} \left(\frac{y}{r}\right) = \alpha$

Kalkulator biasanya meneyediakan fasilitas invers dengan fungsi tombol (shift)
Contoh:
Hitunglah dengan kalkualtor
a. sin^{-1} 0.5
b. cos^{-1} 0.8660
c. tan^{-1} 0

Jawab
a. sin^{-1} 0.5
Menggunakan kalkualtor
(shift) cos 0.5 = 60, kalau jawaban tersebut ingin dibuat kedalam bentuk derajat maka selanjutnya tekan (°′″) diperoleh
b. cos^{-1} 0.8660
Menggunakan kalkualtor
(shift) cos 0.8660 = 30.00291093 (°′″) diperoleh
c. tan^{-1} 0
Menggunakan kalkualtor
(shift) tan 0 = 0 (°′″) diperoleh

BAB IV
KAIDAH DASAR ASTRONOMI ARAH KIBLAT

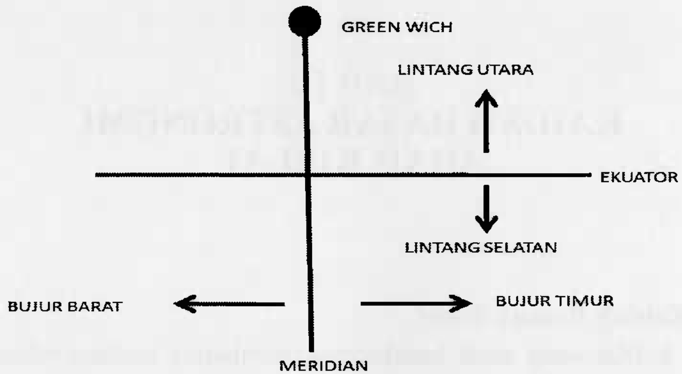
A. Kaidah Bentuk bumi

Kiblat yang pada hakikatnya membahas tentang sebuah posisi tempat di bumi, maka dalam banyak literatur bumi dideskripsikan berbentuk bola. Pemahaman akan bentuk bumi seperti bola pada dasarnya tidak selamanya benar, sebab bumi lebih tepat disebut berbentuk elipsoida, atau mirip seperti telur, dan model yang lebih baik daripada elipsoida adalah geoid (Anugraha,2012:26). Walaupun demikian, pemahaman bentuk bumi seperti bola, mempermudah pemahaman akan posisi di bumi (Anugraha,2012:26), selain itu pemahaman bumi atau pemakaian asumsi bumi bulat penuh dengan jari-jari rata-rata 6370 KM sudah cukup akurat (Purwanto,2011:3).

B. Sistem koordinat bumi

Sebagaimana matematika dalam mendiskripsikan letak atau posisi digunakan sistem koordianat, di Bumi posisi suatu tempat juga menggunakan sistem koordinat. Secara sederhana ggunakan sistem koordinat. Secara sederhana sistem koordianat bumi dalam bidang datar dapat digambarkan sebagai berikutistem koordianat bumi dalam bidang datar dapat digambarkan sebagai berikut ini:

Gambar 2.24 Sistem koordinat Bumi



Dalam sistem koordinat bumi, sumbu x yang ada dalam sistem koordinat kartesius digantikan dengan garis ekuator, sedangkan sumbu Y digantikan dengan garis meridian.

Garis ekuator adalah garis yang posisinya tepat di tengah-tengah antara kutub utara dan kutub selatan, sehingga garis ekuator ini membagi bumi dalam dua belahan bumi yaitu belahan bumi utara dan belahan bumi selatan (Hamabali,2013:12) Selain itu, garis ekuator (khatulistiwa) merupakan garis acuan lintang (ϕ), sehingga dengan demikian bumi yang berada di belahan utara disebut dengan lintang utara dan bertanda positif. sedangkan bumi yang berada di belahan selatan disebut dengan lintang selatan dengan tanda negatif. sedangkan kutub Selatan. Seluruh lintang di permukaan bumi antara –90 hingga 90 (Anugraha,2012:28),

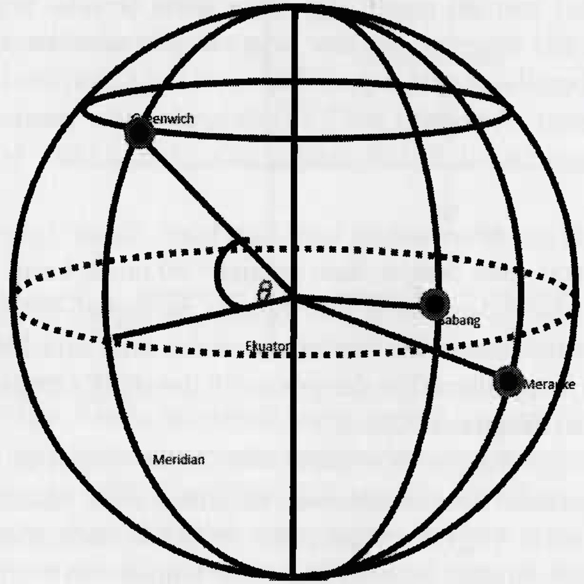
Garis meridian adalah garis yang melalui sumbu atau poros bumi dan membelah bumi menjadi dua bagian yaitu bagian barat dan bagianb timur. Garis meridian yang menjadi acuan bujur (λ) yaitu garis meridian yang melewati kota Greenwich di London, Inggris. Sehingga, garis meridian (bujur) yang berada di barat meridian tersebut disebut dengan Bujur barat, sedangkan yang berada di timurnya disebut dengan bujur timur. bujur timur bernilai positif dan bujur barat bernilai negatif. (Catatan: ada sejumlah literatur yang menulis sebaliknya, bujur barat bernilai positif, seperti Astronomical Algorithm karya Jean Meeus) (Anugraha,2012:27) Seluruh bujur permukaan bumi dibagi ke dalam 360 derajat, yaitu dari – 180 hingga 180.

Selain itu, dalam sistem koordinat bumi, satuan koordinat yang dipakai yaitu derajat. Satu derajat = 60 menit busur (arcminute) = 3600 detik busur (arcsecond). Seringkali menit busur dan detik busur cukup disebut menit dan detik saja. Namun demikian harap dibedakan dengan menit dan detik sebagai satuan waktu (Anugraha,2012:27)

Sehingga dengan demikian, letak suatu tempat di bumi selalu dituliskan dengan dua buah koordinat yaitu lintang dan bujur. Contoh: Yogyakarta diketahui memiliki lintang tempat : -7° 48′ LS (lintang selatan) dan bujur tempat : 110° 21′ BT (bujur timur).

Secara astronomi dalam bola dunia, sistem koordinat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Gambar 2.25 Sistem koordinat bola Bumi

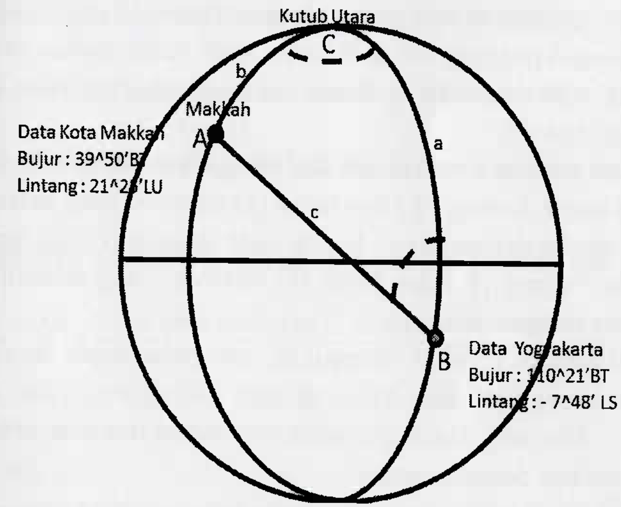


BAB V
ASAL - USUL RUMUS ARAH KIBLAT

A. Analisis Rumus Perhitungan Rumus Cosinus Dan Rumus Sinus

Sebelum memulai analisis rumus cosinus dan rumus sinus terlebih dahulu perlu dipahami tentang posisi tempat yang akan dilakukan pengukuran kiblatnya, yang dalam hal ini yaitu Yogyakarta dengan posisi ka'bah. Posisi dua tempat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Gambar 4.1 Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi

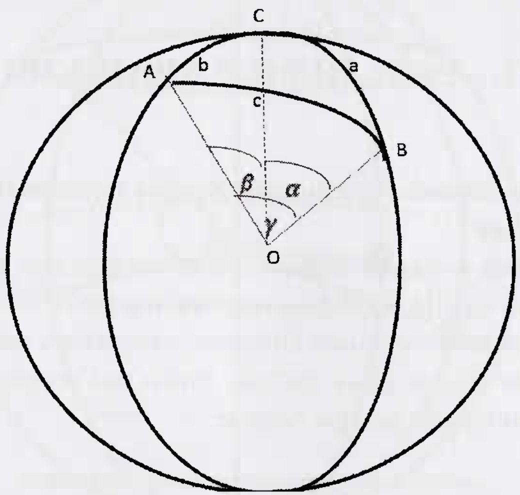


Sebagaimana dijelaskan dalam bab 2 tentang segitiga bola, maka gambar di atas bisa disederhanakan untuk memu-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dahkan analisis matematisnya sebagai berikut:

Gambar 4.2 Gambar sederhana Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi



Dari gambar di atas 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 bahwa:

a. Dalam gambar tersebut ada dua tempat yaitu A dan B. A berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutt nya ditulis dengan dan . begitu pula dengan B juga berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutnya ditulis dengan dan
b. Berdasarkan gambar tersebut di atas pula, dapat di ambil sebuah segitiga bola ABC, dengan sisi-sisinya yaitu a, b, dan c. Panjang masing-masing sisi secara matematis dapat ditentukan dengan rumus:

Dengan menggunakan aturan cosinus dalam segitiga bola maka akan diperoleh sebuah persamaan:

Cos b = cos a cos c + sin a sin c cos B..................................(1)
Cos c = cos a cos b + sin a sin b cos C.................................(2)

Persamaan (2) di subtitusikan kepersamaan (1)

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
= $cos^2\ a\ cos^2\ b$ + cos a sin a sin b cos C + sin a sin c cos B

Karena. $cos^2 = 1 - sin^2 a$, sehingga diperoleh

Cos = $cos^2\ a\ cos^2\ b$ + cos a sin a sin b cos C + sin a sin c cos B
= $(1 - sin^2 a)$ 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

Cos b + $sin^2 a$ cos b = Cos b + cos a sin a sin b cos C + sin a sin c cos B

$sin^2 a$ cos b = Cos b – cos b + cos a sin a sin b cos C + sin a sin c cos B
= cos a sin a sin b cos C + sin a sin c cos B

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

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

$$\sin a\ \frac{cos\ b}{sin\ b}$$

Sedangkan menurut aturan sinus dalam segitiga bola, $\frac{sin\ c}{sin\ b} = \frac{sin\ C}{sin\ B}$ maka

$$\text{Sin a}\,\frac{\cos b}{\sin b} = \text{Cos a cos C} + \frac{\sin c}{\sin b}\cos B$$

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

$$= \text{Cos a cos C} + \text{sin C cotan B}$$

Cos a cos C + sin C cotan B = Sin a cotan b

sin C cotan B = Sin a cotan b - Cos a cos C

$$\text{Cotan B} = \frac{\text{Sin a cotan b} - \text{Cos a cos C}}{\sin C}$$

$$\text{Cotan B} = \frac{\text{Sin a cotan b}}{\sin c} - \frac{\text{Cos a cos C}}{\sin c}$$

$$\text{Cotan B} = \frac{\text{Sin a cotan b}}{\sin c} - \text{cos a cotan C} \quad \text{.......................(3)}$$

Persamaan (3) inilah yang kemudian dikenal dengan rumus arah kiblat rumus cosinus dan rumus sinus. Dimana,

a = 90^0 - lintang tempat yang akan diukur = 90^0 - Φ_B

b = 90^0 - lintang tempat Ka'bah = 90^0 - Φ_A

c = Selisih bujur tempat ayang akan diukur dengan bujur

ka'bah (λ_A - λ_B)

Selain itu, persamaan (3) tersebut bisa transformassikan keda-lam bentuk lain, sebagai berikut:

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

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

$$\text{Tan B} = \frac{\sin C}{\text{Sin a cotan b} - \text{Cos a cos C}} \quad \text{.................................. (4)}$$

Mengingat,

a = 90^0 -Φ_B

b = 90^0 - Φ_A

b = λa – λB

cos (90 – x) = sin(x)

sin (90 – x) = cos(x)

cot (90 – x) = tan(x)

Sehingga,

Sin a = Sin (90^0 -Φ_B)

= Cos Φ_B

Cos a = cos (90^0 -Φ_B)

= Sin Φ_B

cotan b = Cotan (90^0 -Φ_A)

= Tan Φ_A

Sehingga dengan demikian persamaan (4) menjadi,

$$\text{Tan B} = \frac{\sin C}{\text{Sin a cotan b} - \text{Cos a cos C}}$$

$$\text{Tan B} = \frac{\sin C}{\text{Cos}\,\Phi_B\,\text{Tan}\,\Phi_A - \text{Sin}\,\Phi_B\,\cos C} \quad \text{......................(5)}$$

Persamaan (5) ini merupakan rumus arah kiblat yang lain dengan menggunakan rumus cosinus dan rumus sinus.

B. Metode Perhitungan Arah Kiblat Dengan Menggunakan Aturan Sinus Kosinus

Sebagaimana telah disebutkan dalam latar belakang, bahwa rumus perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturan sinus kosinus ada dua macam atau dua model yaitu:

Cotan B = $\frac{\text{Sin a cotan b}}{\sin c}$ - cos a cotan C .... Rumus 1

Tan B = $\frac{\sin C}{\text{Cos}\,\phi_B\,\text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\,\cos C}$ .... Rumus 2

Selanjutnya, sebelum menggunakan kedua rumus tersebut diatas dalam perhitungan arah kiblat, maka untuk mempermudah pengoprasian dengan kalkulator, perlu dilakukan operasi aljabar untuk memperoleh bentik yang paling simple.

Rumus 1.

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

$= \frac{\sin a\,(1:\tan b)}{\sin C}$ - cos a (1 : tan C)

$= \left((\sin a\,(1:\tan b):\sin C) - (\cos a\,(1:\tan C))\right)$

Cara penjet kalkulator

Shift tan $(\sin a\,(1:\tan b):\sin C) - (\cos a\,(1:\tan C))\,x^{-1} =$ shift o,,,

Rumus 2

tan B $= \frac{\sin C}{\text{Cos}\,\phi_B\,\text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\,\cos C}$

$= \sin C : (\text{Cos}\,\phi_B\,\text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\,\cos C)$

Cara penjet kalkulator

,,,Shift tan $(\sin C : (\text{Cos}\,\phi_B\,\text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\,\cos C)) =$ shift o

BAB VI
CONTOH PERHITUNGAN ARAH KIBLAT

A. Ketentuan Perhitungan Arah Kiblat

Hambali (2011: 183) menjelaskan tentang ketentuan bujur tempat yang akan dihitung () yaitu

1. Jika (λ_A) < 39° 49' 34.33" BT maka C = 39° 49' 34.33" λ_A dengan arah kiblat menghadap kearah Timur
2. Jika (λ_A) > 39° 49' 34.33" BT maka C = λ_A - 39° 49' 34.33" dengan arah kiblat menghadap kearah barat
3. Jika (λ_A) < 410° 10' 25.06" BB maka C = λ_A + 39° 49' 34.33" dengan arah kiblat menghadap kearah Timur
4. Jika (λ_A) > 410° 10' 25.06" BB maka C = λ_A - 410° 10' 25.06" dengan arah kiblat menghadap kearah Barat.

Berdasarkan empat kemungkinan arah kiblat tersebut dan selanjutnya direlasikan dengan kemungkinan posisi tempat di Bumi, maka akan memiliki delapan kemungkinan arah kiblat yaitu

1. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori satu maka arah kiblatnya menghadap selatan timur
2. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori satu maka arah kiblatnya menghadap utara timur
3. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap selatan barat

4. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap utara barat
5. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori tiga maka arah kiblatnya menghadap selatan timur
6. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori tiga maka arah kiblatnya menghadap utara timur
7. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap selatan barat
8. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurrnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap utara barat

Delapan hal ini yang melatarbelakangi ada delapan contoh perhitungan.

B. Contoh perhitungan arah kiblat.

Contoh 1:

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di utara ka'bah ($\phi_A<\phi_B$) dan Bujur yang berada diantara 00° 00' - BT BT – 39° 49' 34.33" Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat yaitu Athena Yunani

Perhitungan arah kiblat Athena Yunani

Makkah :	Lintang (ϕ_A)	= 21° 25' 21.04" LU
	Bujur (λ_A)	= 39° 49' 34.33" BT
Athena :	Lintan (ϕ_B)	= 37° 45" LU
	Bujur (ϕ_B)	= 23° 20' BT

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh

a = 90° - ϕ_B = 90° – 37° 45' = 52° 15'

b = 90° - ϕ_A = 90° – 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"

c = λ_A - λ_B = 39° 49' 34.33" – 23° 20' = 16° 29' 34.33" (Timur)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan rumus kosinus dan sinus

1) Rumus 1

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

$$= \frac{\sin 52^\circ 15' \ cottan\ 68^\circ 34' 38.96''}{\sin 16^\circ 29' 34.33''} \cos 25^\circ 15' \ cottan\ 16^\circ 29' 34.33''$$

B = - 45° 43' 29.78"

Cara penjet kalkulator

Shift tan ((*sin* 15° 52' (1:*tan* 68° 34' 38.96") : *sin* 16° 29' 34.33") - (cos 52° 15' (1:*tan* 16° 29' 34.33"))) x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C}$$

= *sin* C : (*Cos* ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B cos C)

= *sin* 20 49 34.33 : (*Cos* - 120 00 25 21.04 - Sin 12 00 cos 21 49 34.33)

= 32° 48' 20.5"

Cara penjet kalkulator

Shift tan (*sin* 21° 49' 34.33" : (Cos - 12° 00' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 12° 00' cos 21° 49' 34.33")) = Shift o,,,=

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka arah kiblat athena yaitu 32° 48' 205" (selatan timur) sedangkan azimutnya 180° - 32° 48' 205" = 147° 11' 39.5"

Contoh 2.

contoh perhitungan untuk tempat yang berada di selatan ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 00° 00' - 39° 50° BT

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Angola

Perhitungan arah kiblat Angola

Makkah :	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
	λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Basra :	ϕ_B Lintang	= LU 00' 12°
	λ_B Bujur	= BT 18° 00'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh

a = 90° - ϕ_B = 90° + 12° 00' = 102° 00'

b = 90° - ϕ_A = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"

C = λ_A - λ_B = 39° 49' 34.33" - 18° 00' = 21° 49' 34.33"(Timur)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan rumus kosinus dan sinus

1) Rumus 1

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

$$= \frac{\sin 52^\circ 15' \ \text{cottan}\ 68^\circ 34' 38.96''}{\sin 16^\circ 29' 34.33''} - \cos 52^\circ 15' \ \text{cottan}\ 16^\circ 29' 34.33''$$

B = - 45° 43' 29.78"

Cara penjet kalkulator

Shift tan ((*sin* 52° 15' (1: *tan* 68° 34' 38.96") : sin 16° 29' 34.33") $-x^{-1}$ = shift o,,, = (*cos* 52° 15' (1 : *tan* 16° 29' 34.33")))

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\text{Cos}\,\phi_B\ \text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\ \cos C}$$

= *sin* C ; (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B Cos C)

= *sin* 16° 29' 34.33" : (Cos 37° 45' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 37° 45' cos 16° 29' 34.33")

= - 45° 43' 29.78"

Karena nilai B negatif, maka B dimutlakkan agar nilai B positif sehingga diperoleh B = 45° 43' 29.78"

Cara penjet kalkulator

Shif tan (*sin* 16° 29' 34.33" : (Cos 37° 45' Tan 21° 25' 21.04" - = shift 0,, =

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka arah kiblat athena yaitu 45° 43' 29.78" (selatan timur) sedangkan azimutnya 180° - 45° 43' 29.78" = 134° 16' 30.2"

Contoh 2.

contoh perhitungan untuk tempat yang berada di selatan ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 00° 00' - 39° 50' BT

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Angola

Perhitungan arah kiblat Angola

Makkah :	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
	λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Angola :	ϕ_B Lintang	= LU 00' - 12°
	λ_B Bujur	= BT 18° 00'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh
a = 90° - ϕ_B = 90° + 12° 00' = 102° 00'
b = 90 - ϕ_B = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"
c = λ_A - λ_B = 39° 49' 34.33" - 18° 00' = 21° 49' 34.33" (Timur)
Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus

1) Rumus 1

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

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

$= \frac{\sin 102^0\,00'\ \cot\tan 68^0\,34'\,38.96''}{\sin 21^0\,49'\,34.33''}$ - cos 102° 00'

cottan 21° 49' 34.33"

B = 32° 48' 20.5"

Cara penjet kalkulator
Shift tan ((*sin* 102° 00' (1 : *tan* 68° 34' 38.96") : *sin* 21° 49' 34.33") - (*cos* 10° 20' (1: *tan* 21° 49' 34.33"))) = x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

tan B = $\frac{\sin C}{\text{Cos}\,\phi_B\ \text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\ \cos C}$

= *sin* C = (Cos Tan - Sin *cos* C)
= *sin* 21° 49' 34.33" : (Cos - 12 00 Tan 21° 25' 21.04" - Sin - 12° 00' cos 21° 49' 34.33"
= 32° 48' 20.5"

Cara penjet kalkulator
shift tan : (*sin* 21° 49' 34.33" : (Cos - 12° 00' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 12° 00' cos 21° 49' 34.33" = shift o,,, =
Kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka arah kiblat Angola yaitu 32° 48' 20.5" (Utara timur) sedangkan azimutnya 180° - 32° 48' 20.5" = 147° 11' 39.5"

Contoh 3

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di utara ka'bah ($\phi_A < \phi_B$) dan Bujur yang berada diantara39° 50' BT - 180° 00' BT
Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Basra
Perhitungan arah kiblat Basra

Makkah	:	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
		λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Basra	:	ϕ_B Lintang	= LU 34' - 30°
		λ_B Bujur	= BT 47° 50'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh
a = 90° - ϕ_A = 90° - 30° 34' = 59° 26'
b = 90 - ϕ_B = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"
c = λ_B - λ_A = 47° 50' - 39° 49' 34.33" = 8° 8' 25.67" (Timur)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus

1) Rumus 1

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

$= \frac{\sin 59^0 26'\ \cot\tan 68^0 34' 38.96}{\sin 8^0 0' 25.67''}$ - cos 5926 cottan 8° 0' 25.67"

B = - 40° 2' 34.11"

Cara penjet kalkulator
Shift tan ; ((*sin* 59°26' (1: tan 6834 38.96) : *sin* 8°0'25.67") - (cos 59° 26' (1:tan 8° 0' 25.6"7))) x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C}$$

$= \sin C$; (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B cos C)

$= \sin$ 8° 0' 25.67" : (Cos 30° 34' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 30° 34' $\cos$ 8° 0' 25.67"))

= -4° 2' 34.11"

Karena nilai B negatif, maka B dimutlakkan agar nilai B positif sehingga diperoleh B = 40° 2' 34.11"

Cara penjet kalkulator

Shift tan ($\sin$ 8° 0' 25.67" : (Cos 30° 34' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 30° 34' cos 8° 0' 25.67")) = shift o,,, =

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka arah kiblat Basra yaitu 40° 2' 34.11" (selatan timur) sedangkan azimutnya 180° - 40° 2' 34.11" = 139° 57' 25.8"

Contoh 4

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di selatan ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 39° 50' BT - 180° 00' BT

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Yogyakarta

Perhitungan arah kiblat Yogyakarta

Makkah :	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
	λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Basra :	ϕ_B Lintang	= LU 48' - 7°
	λ_B Bujur	= 110° 21' BT (Barat)

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh

a = 90° - ϕ_A = 90° - (-7° 48') = 97° 48'

b = 90 - ϕ_B = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"

c = λ_B - λ_A = 110° 21' - 39° 49' 34.33" = 70° 31' 25.67" (Barat)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus

1) Rumus 1

$$\text{Cotan } B = \frac{\sin a \cot b}{\sin c} - \cos a \cot C$$

$$= \frac{\sin 97^\circ 48' \cot 68^\circ 34' 38.96''}{\sin 70^\circ 31' 25.67''} - \cos 97^\circ 48' \text{ cottan } 70^\circ 31' 25.67''$$

= 65° 16' 58.93"

Cara penjet kalkulator

Shift tan (($\sin$ 97°48' (1: $\tan$ 68° 34' 38.96") : $\sin$ 70° 31' 25.67") - (cos 97° 48' (1: tan 70° 31' 25.67"))) x-1 = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C}$$

$= \sin$ C : (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B cos C)

$= \sin$ 70° 31' 25.67" : (Cos -7° 48' Tan 21° 25' 21.04" - Sin -7° 48' cos 70° 31' 25.67"

= 65° 16' 58.93"

Cara penjet kalkulator

shift tan : ($\sin$ 70° 31' 25.67" : (Cos - 7° 48' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 7° 48' cos 70° 31' 25.67" = shift o,,, =

Contoh 5

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di utara ka'bah ($\phi_A < \phi_B$) dan Bujur yang berada diantara 00° 00' - 140° 10' BB

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Madrid Spanyol

Perhitungan arah kiblat Madrid Spanyol

Makkah	:	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
		λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Basra	:	ϕ_B Lintang	= LU 25' 40°
		λ_B Bujur	= BB 03° 40'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh

a = 90° - ϕ_B = 90° - 40° 25' = 49° 35'

b = 90 - ϕ_A = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"

c = λ_B - λ_A = 03° 40' + 39° 49' 34.33" = 43° 29' 34.33" (Timur)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus

1) Rumus 1

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

$$= \frac{\sin 49^\circ 35' \text{ cottan } 68^\circ 34' 38.96''}{\sin 43^\circ 29' 34.33''} - \cos 49^\circ 35^\circ \textit{ cottan } 43^\circ$$

29' 34.33"

B = - 75° 59' 52.27"

Karena nilai B negatif, maka B dimutlakkan agar nilai B positif sehingga diperoleh B = 75° 59' 52.27"

Cara penjet kalkulator

Shift tan ((*sin* 49° 35' (1: *tan* 68° 34' 38.96") : *sin* 43° 29' 34.33") - (cos 49° 35' (1 : *tan* 43° 29' 34.33"))) *x-1* = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\text{Cos } \phi_B \text{ Tan } \phi_A - \text{Sin } \phi_B \cos C}$$

= *sin* C : (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B cos C)

= *sin* 43° 29' 34.33" : (Cos 40° 25' Tan 21° 25' 21.04" - *Sin* 40° 25' cos 43° 29' 34.33")

= -75 59 52.27

Karena nilai B negatif, maka B dimutlakkan agar nilai B positif sehingga diperoleh B = 75° 59' 52.27"

Cara penjet kalkulator

Shift tan (sin 43° 29' 34.33" : (Cos 40° 25' 21.04" - Sin 40° 25' cos 43° 29' 34.33")) = shift o,,, =4

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka arah kiblat Madrid yaitu 75° 59' 52.27" (selatan timur) sedangkan azimutnya 180° - 75° 59' 52.27" = 104° 0' 7.73"

Contoh 6

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di selatan ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 00° 00' - 140° 10' BB

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Santiago Chili

Perhitungan arah kiblat Santiago

Makkah	:	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
		λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Basra	:	ϕ_B Lintang	= LU 00' 34°
		λ_B Bujur	= BB 70° 25'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh
a = 90° - ϕ_B = 90° - (-34° 00' = 124° 00') = 124° 00'
b = 90 - ϕ_A = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"
c = λ_B - λ_A = 70° 25' + 39° 49' 34.33" = 110° 14' 34.3" (Timur)

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus
1) Rumus 1

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

$$= \frac{\sin 124^{\circ} 00' \cot an\ 68^{\circ}34'38.96''}{\sin 110^{\circ}14'34.3''} - \cos 124^{\circ}\ 00'\ cottan$$

110° 14' 34.3"
= 82° 0' 14.88"

Cara penjet kalkulator
Shift tan ((*sin* 124° 00' (1 : *tan* 68° 34' 38.96") : *sin* 110° 14' 34.3") - (*cos* 124° 00' (1 : *tan* 110° 14' 34.3"))) x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\text{Cos}\,\phi_B\ \text{Tan}\,\phi_A - \text{Sin}\,\phi_B\ \cos C}$$

= *sin C* : (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin cos C)
= sin 110° 14' 34.3" : (Cos - 34 00 Tan 21° 25' 21.04" - Sin - 34° 00' cos 110° 14' 34.3")
= 82° 0' 14.88"

Cara penjet kalkulator
Shift tan (*sin* 110° 14' 34.3" : (Cos - 34° 00' Tan 21° 25' 21.04" - *Sin* - 34° 00' cos 110° 14' 34.3")) = shift o,,, =

Contoh 7

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di utara ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 140° 10' - 180° 00' BB
Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Cordova Alaska
Perhitungan arah kiblat Cordova Alaska

Makkah	:	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
		λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Cordova	:	ϕ_B Lintang	= LU 10' 60°
		λ_B Bujur	= BB 145° 50'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh
a = 90° - ϕ_B = 90° - 60° 10' = 29° 50'
b = 90 - ϕ_A = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"
c = 360° - λ_B - λ_A = 360° - 39° 49' 34.33" - 145° 50' = 174° 20' 25.6"

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus
1) Rumus 1

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

$$= \frac{\sin 29^{\circ}50'\ \cot an\ 68^{\circ}34'38.96''}{\sin 174^{\circ}20'25.6''} - \cos 29^{\circ}\ 50'\ cottan$$

174° 20' 25.6"
B = 5° 19' 22.98"

Cara penjet kalkulator
Shift tan ((*sin* 29°50' (1 : tan 68° 34' 38.96") : *sin* 174°20'25.6") - (*cos* 29° 50' (1: tan 174° 20' 25.6"))) x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C}$$

= *sin* C : (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_{AB} cos C)
= *sin* 174° 20' 25.6" : (Cos 60° 10' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 60° 10' cos 174° 20' 25.6"
= 5° 19' 22.98"

Cara penjet kalkulator
Shift tan (*sin* 174° 20' 25.6" : (Cos 60° 10' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 60° 10' cos 174° 20' 25.6")) = shift o,,, =

Contoh 8

Contoh perhitungan untuk tempat yang berada di selatan ka'bah ($\phi_B < \phi_A$) dan Bujur yang berada diantara 140° 10' - 180° 00' BB

Dalam contoh ini peneliti mengambil tempat Tahiti
Perhitungan arah kiblat Tahiti

Makkah :	ϕ_A Lintang	= LU 25' 21.04" 21°
	λ_A Bujur	= BT 39° 49' 34.33"
Cordova :	ϕ_B Lintang	= LU 40' - 15°
	λ_B Bujur	= BB 150° 00'

Berdasarkan data-data tersebut di atas maka akan diperoleh
a = 90° - ϕ_B = 90° - (- 15° 40') = 105° 40'
b = 90 - ϕ_A = 90° - 21° 25' 21.04" = 68° 34' 38.96"
c = 360° - λ_A - λ_B = 360° - 39° 49' 34.33" - 150° 00' = 170° 10' 25.6"

a. Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan aturak kosinus sinus

1) Rumus 1

$$\text{Cotan } B = \frac{\sin a \cot b}{\sin c} - \cos a \cot C$$

$$= \frac{\sin 105^0 40' \cot 68^0 34' 38.96''}{\sin 170^0 10' 25.6''} - \cos 150° 40' \text{ cottan } 170° 10' 25.6''$$

= 56° 47' 45.64"

Cara penjet kalkulator
Shift tan ((*sin* 105° 40' (1 : *tan* 68° 34' 38.96") : *sin* 170° 10' 25.6") - (cos 105° 40' (1 : *tan* 170° 10' 25.6"))) x^{-1} = shift o,,,=

2) Rumus 2

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C}$$

= *sin* C : (Cos ϕ_B Tan ϕ_A - Sin ϕ_B cos C)
= *sin* 170° 10' 25.6" : (Cos - 15° 40' Tan 21° 25' 21.04" - Sin 15° 40' cos 170° 10' 25.6"
= 56° 47' 45.64"

Cara penjet kalkulator
Shift tan (sin 170° 10' 25.6" : (cos - 15° 40' Tan 21° 25' 21.04" - Sin - 15° 40' cos 170° 10' 25.6") = shift o,,, =

DAFTAR PUSTAKA

Buku dan Jurnal

Adinawan & Sugijono,2002, Matematika, Jakarta: Erlangga

Alkalali, Asad M, 1981, *Kamus Indonesia Arab*, Jakarta:Bulan Bintang.

Alvin K. Bettinger & John A. Englund, 1963, *Algebra and Trigonometry,* USA: The Haddon Craftsmen INC,

Andiriyani, Melly, *Matematika Sebagai Bahasa,*At-Tarbawi Vol VII No 1 tahun 2008

Anugraha, Rinto, 2012, *Mekanika Benda Langit,* Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada.

Azhari, Susiknan, 2007, *Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta:Suara Muhammadiyah.

Barlow and Bryan, 1900, *Elementery Mathematical Astronomy*, London: W, B. Clive., 1946, *Elementery Mathematical Astronomy*, London. University totorial press ltd.

Brenke, William C, 1943, *Plane and Spherical Trigonometry,* USA: THE DRYDEN PRESS

Departemen Agama RI, 2005, *Al-Qur'an dan terjemahnya,* Bandung:JUMÁNATUL 'ALĪ-ART

Federal editorial Board. *Mathematics Enrichment Questions 1A.* Hongkong:Allion printing.

Hambali, Slamet, 2011, *Ilmu Falak,* Semarang: Program pascasarjana IAIN Walisongo Semarang

Ilyas, Mohammad, 1984, *A Modern Guide To Astronomicalk Calculations Of Islamic Calender Times & Qibla*, Kuala lumpur: Art printing works sdn bhd.

Izzudin, Ahmad, 2012, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya.* Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia

Jamil, A., 2009, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi),* Jakarta: AMZAH

Johnson, Rob, *Spherical Trigonometry*, West hills instintute of mathematics. Tanpa tahun terbit

Kholdun, Ibn, 2005, *Muqaddimah Ibnu Khaldun*, Iskandariah: Daarul Baidhu'.

Khazin, Muhyidin, 2004, *Ilmu Falak ; Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka.

Kusdiono, 2002, *Ilmu Ukur Segitiga Bola*, Bandung: Jurusan teknik geodesi, Institut Teknologi Bandung.

Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2009, *Pedoman Hisab Muhammadiyah,* Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah

Maskufa, 2009, *Ilmu Falaq*, Jakarta: Gaung Persada Press.

Mega, Teguh, 2004,*Trigonometri,* Jakarta: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikaan Nasional.

Murray, Daniel A., 1899, *Plane Trigometry*, New York: Longmans, green, and co.

____________, 1908, *spherical trigometry,* New York:Longmans, Green, And Co.

Negoro dan Harahap, 2005, *Ensiklopedi Matematika*, Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.

Shodiq, Sriyatin, 1994, *Ilmu Falak 1*, Surabaya: Fakultas syari'ah Universitas Muhammadiyah Surabaya

Smart, 1997, *Text Book On Spherical Astronomy*, Cambride: Cambridge University Press

Solikin, Agus 2013, *Perhitungan Arah Kiblat (Tinjaun Matematika Dan Astronmi Dalam Buku Ilmu Falak Perjumpaan*

Khasanah Islam Dan Sains Modern), Semarang: Tesis Pasca Sarjana IAIN Walisongo
Thodhunter , I., 1886, *Spherical Trigometry*, London:Mac-milllan and co.

Makalah

Purwanto, Agus,2011, "*Penentuan arah Kiblat*", makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 10 Juli 2011
____________2012, "*Makalah Falak*", makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 17 Juli 2011
Wijaya, Aryadi,(2009) *Matematika Astronomi: Bagaimana Matematika Mempelajari Alam*. Makalah pada *Seminar Nasional MIPA*, di Universitas Negeri Yogyakarta, tanggal 16 Mei 2009.

Internet

Ayuasnantia, *Area Matematika sejarah Matematika. http://ayuasnantia.student.umm.ac.id/artikel-pendidikan/*
Dhillon, Vik, Spherical Trigonometry, Sheffield universty-UK. Spherical trigonometry. http://www.shef.ac.uk/uni/academi/N-Q/phys/people/vdhillon/teching/phy105_sphergeon.html

Maktabah Syamilah

Imam Muslim, *Shahih Bukhari, hadis no. 1208*, juz 2.
Imam at-Tirmidzi, *Sunan at-Tirmidzi* (*Abwab al-Shalah*), Juz. II
Imam Ibnu Majah, *Sunan Ibn Majah*, Juz I, (*Kitab Iqamah al-Shalah*);
Imam Malik, *al-Muwaththa*, Juz I, (*Bab Ma Ja'a fi al-Qiblah*).
Imam Bukhari, *Shahih Bukhari, hadis no. 400*, juz 1.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama	:	.Agus Solikin, S.Pd., M.S.I
Tempat Tanggal Lahir	:	Nganjuk, 16 Agustus 1986
NIP	:	198608162015031003
Jenis Kelamin	:	Laki - laki
Agama	:	Islam
NIDN	:	0716088604
Perguruan Tinggi	:	UIN Sunan Ampel Surabaya
Alamat	:	Jl. Ahmad Yani 117 Surabaya
Tlp/Faks	:	8413300 031 /8410298 031
Alamat Rumah	:	Dusun Datar Desa Putuk Rejo Kecamatan Loceret Kabupaten Nganjuk Jawa Timur
Tlp/Faks	:	792 39 40 85 085
Alamt Email	:	agussolikin2@gmail.com / agussolikin2@uin.sby.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN

Tahun lulus	Program Pendidikan	Program studi
2009	S1 Universitas Muhammadiyah Surabaya	Pendidikan Matematika
2013	S2 IAIN Walisongo Semaranag	Ilmu Falak

PENGALAMAN MENGAJAR

Mata kuliah	Jenjang	Program studi	Tahun

Saat ini buku-buku atau literatur-literatur ilmu falak yang membahas tentang asal–usul rumus perhitungan penentuan arah salat (arah kiblat) umat Islam sangat jarang ditemukan. Padahal sesungguhnya, jika mengetahui asal–usul rumus perhitungan arah kiblat, maka akan tercipta sebuah pemahaman bahwa dalam penentuan arah salat (arah kiblat) umat Islam ada peran serta matematika di dalamnya.

Buku ini akan menambah pengetahuan umat Islam tentang peran matematika dalam penentuan arah salat (arah kiblat) umat Islam. Lebih dari itu, dalam buku ini diuraikan teori-teori dasar berkenaan dengan topik tersebut yang meliputi dasar hukum, dasar matematika, dan dasar astronomi. Dasar hukum dijelaskan berkenaan dengan dasar menghadap arah salat (arah kiblat) umat Islam. Dasar matematika diuraikan materi antara lain berkenaan dengan garis, sudut, sistem koordinat, segitiga bangun datar, lingkaran, segitiga bola, dan kalkulator. Dasar astronomi dijelaskan mengenai lintang dan bujur.

Dengan demikian, buku ini perlu dibaca oleh mahasiswa, dosen, peneliti, dan siapa saja yang tertarik pada ilmu falak, integrasi matematika dan agama, maupun aplikasi matematika. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi bagi penegembangan ilmu falak.

LovRinz Publishing
CV. RinMedia
Sindanglaut, Cirebon 45183 - Jawa Barat
lovrinzpublishing@gmail.com
085933115757 / 083834453888
www.lovrinz.com

ISBN 978-602-6652-78-2
9 786026 652782