

Konsep-Konsep Matematika oleh Ilmuwan Muslim

Muhammad Hidayat¹
Hasrian Rudi Setiawan²
Arwin Juli Rakhmadi³

¹Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (E-mail: dayatc@gmail.com)

²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (E-mail: hasrianrudi@umsu.ac.id)

³Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (E-mail: arwinjuli@umsu.ac.id)

Abstract: *Mathematic has been regarded as a subject that is often presented with a series of technical procedures without meaning in various syllabi and textbooks. Mathematics also functions to solve problems of daily life and worship of Muslims such as the calculation of Zakat, Inheritance, Qibla Direction, Prayer Times, Eclipses, Hijriyah Calendar etc. Some mathematical concepts described by Islamic Scientist Al-Khawarizmi (232 H / 846 AD) The greatest work of Al-Khawarizmi is his work in the field of al-jabar written in the span of 813-833 AD, titled (Kitab fi al-Jabr wa al- Muqabala) Many scientists give the name al-Khawarizmi as "Father of Algebra." Although many of them state that al-Khawarizmi is inspired by other scientists such as Diophantus, Euclid, Heron, Brahmagupta, and Aryabhata, in this paper we will discuss mathematical concepts. Muslim scientists and al-Khawarizmi's State of the Art will be discussed which distinguishes it from other Scientist works.*

Keywords: **Mathematic, Muslim Scientists.**

Pendahuluan

Aspek kajian ilmu matematika memperkenalkan tertib aturan, keseimbangan dan keserasian pada setiap cabang ilmu pengetahuan di dunia Islam. Sejalan dengan itu, karena unsur inilah yakni keteraturan, keseimbangan dan keserasian yang berada dalam keseluruhan spektrum spritualitas Islam, Umat Islam tertarik kepada berbagai cabang ilmu matematika sejak awal sejarah Islam. Mereka memberikan begitu banyak sumbangan kepada ilmu ini selama hampir seribu tahun. Umat Islam mencapai keberhasilan besar dalam ilmu pengetahuan tentang angka-angka dan bilangan yang kemudian berlanjut kepada ilmu hitung. Al-Quran menyebutkan angka-angka dalam berbagai konteks, misalnya ketika menjelaskan proses penciptaan langit dan bumi, Al-Quran banyak menarik perhatian para ahli matematika untuk melakukan analisis matematis.

Dialah Allah yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit! Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu. (QS Al-Baqarah [2] : 29)

Sesungguhnya bilangan bulan pada sisi Allah adalah dua belas bulan, dalam ketetapan Allah di waktu itu Dia menciptakan langit dan bumi, di antaranya bulan haram (QS Al-Taubah [9]: 36)

Ayat-ayat ini dan banyak ayat lainnya memberikan inspirasi kepada manusia mengenai ilmu pengetahuan Ilahi dan menyadarkannya akan kesempurnaan model

dan pola ciptaan-Nya. seperti yang disampaikan oleh Dr. Mudji Raharto dosen astronomi ITB yang menjelaskan bahwa perhitungan gerak planet-planet di susunan tata surya bisa dihitung menggunakan rumus matematika dengan ketepatan yang sangat menakjubkan. Bagi para ahli matematika, terdapat ayat sangat terperinci mengenai perhitungan dalam pembahasan hukum waris dalam Al-Quran :

Bagi orang laki-laki ada hak bagian dari harta peninggalan ibu-bapak dan kerabatnya, dan bagi orang wanita ada hak bagian (pula) dari harta peninggalan ibu-bapak dan kerabatnya, baik sedikit atau banyak menurut bagian yang telah ditetapkan (QS Al-Nisa [4]:7)

Pembahasan lebih terperinci mengenai warisan dikemukakan Allah dalam QS Al-Nisa [4]: 11-12. Ayat tersebut telah menyita banyak perhatian kaum Muslimin sehubungan dengan aspek matematika hukum-hukum waris itu serta dampak sosial-moral-ekonominya dalam masyarakat Muslim. Demikian pula dengan kewajiban mengeluarkan Zakat yang juga membutuhkan kepastian hitungan dan rumusan statistika. Dalam hal ini, Allah berfirman :

Ambillah zakat dari sebagian harta mereka, dengan zakat itu kamu membersihkan dan menyucikan mereka, dan berdoalah untuk mereka. Sesungguhnya doa kamu itu (menjadi) ketentraman jiwa mereka. Dan Allah Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui. (QS Al-Taubah [9] : 103)

Kewajiban zakat ini juga mengingatkan umat Muslim terhadap kewajiban sosial dan moral yang harus mereka tunaikan kepada Allah dan masyarakat. Sudah barang tentu untuk menunaikan kewajiban ini, umat Islam memerlukan hitungan yang akurat dan hati-hati serta harus mendistribusikan dana tersebut secara hati-hati pula kepada mereka yang benar-benar berhak menerimanya. Mereka harus menghitung jumlah nisab harta yang harus dizakati dan kadar zakat yang harus mereka keluarkan. Dalam hal ini, Nabi menuntun bahwa kadar zakat yang harus dikeluarkan dari semua jenis kekayaan adalah sebesar 2,5% dari bahan tambang dan harta karus sebesar 20% dari hasil sawah yang diairi oleh irigasi sebesar 5% dari sawah curah hujan sebesar 10% sedangkan untuk binatang ternak kadarnya bervariasi antara 1% sampai dengan 2,5%. Pelaksanaan kewajiban ini memerlukan perhitungan matematika yang banyak, baik untuk kepentingan penetapan besarnya zakat yang harus dikeluarkan maupun untuk keperluan pendistribusian kepada mereka yang berhak menerimanya.

Ketepatan serta akurasi perhitungan yang dilakukan oleh para ahli matematika bukan saja dilakukan demi menjamin keadilan kepada siapa saja yang berkepentingan, melainkan juga demi memperoleh informasi yang benar berdasarkan bilangan dan angka yang disajikan kepada mereka dan demi menjaga keadilan terhadap semua pihak dalam segala keadaan.

Dengan demikian, dapat kita nyatakan disini bahwa Al-Quran boleh jadi telah banyak mendorong manusia untuk melakukan penelitian tentang persamaan matematis. Al-Quran bukan saja telah mendorong mereka untuk menghitung bilangan-bilangan secara tepat berdasarkan data-data yang mereka miliki menurut kaidah-kaidah saintifik.

Menurut Ikhwān ash-Shafā lagi, matematika (ar-riyādhyyāt), berada dalam rumpun ilmu filsafat. Ilmu filsafat sendiri terbagi dalam empat cabang: (1) matematika (ar-riyādhyyāt), (2) logika (al-manthīqyyāt), (3) tabī'i (ath-thabī'yyāt), dan (4) ketuhanan (al-ilāhiyyāt). Berikutnya Ikhwān ash-Shafā membagi lagi matematika dalam empat macam dimana didalamnya terdapat astronomi, yaitu: (1) aritmetika, (2) geometri, (3) astronomi, dan (4) musik.

Inilah dorongan yang diberikan Al-Quran sehingga merangsang penelitian yang brilian dalam bidang matematika yang pada gilirannya memungkinkan para ilmuwan Muslim menemukan teknik-teknik baru dalam bidang ini. Mereka berhasil mengembangkan angka Arab yang berasal dari India, menciptakan angka nol, dan mengembangkan ilmu Aljabar. Diantara nama-nama yang tercatat dalam sejarah sebagai ahli matematika di Dunia Islam antara lain adalah : Al-Khawarizmi, 'Abd Al-Hasan Al-Uqlidusi, 'Abd Al-Hasan Al-Nasawi, Jabir ibn Hayyan, Syams Al-Din Al-Buni, Al-Karaji, Al-Biruni, Ghiyath Al-Din Jamsyid Al-Kasyani, Syaikh Baha Al-Din Amibi, Mullah Muhammad Baqir Yazdi, Thusi, Abd Al-'Abbas ibn Ha'im Al-Mishri, Badr Al-Din Al-Maridini, Banu Musa, 'Abd Al-'Abbas Al-Nayziri, Abu Abdullah Al-Mahani, 'Abd Al-Wafa' Al-Buzjani, Abu Nashr Al-Araqi, Abu Mahmud Al-Khujandi, Ibn Yunus, Qarvani, Abu Jafir Al-Khazini, Abd Al-Hasan Al-Basthi Al-Qalsadi, Tsabit ibn Qurra, Muhammad ibn Syakir, 'Ali ibn 'Umar Al-Kaibi, Quthb Al-Din Al-Syirazi, dan Jabir ibn Aflah.

State of the Art karya al-Khawarizmi

Muhammad bin Musa al-Khawarizmi merupakan seorang ilmuwan Muslim terkemuka yang telah banyak memberikan kontribusi bagi peradaban umat manusia. Sebagai seorang tokoh besar pada masanya, al-khawarizmi telah menghasilkan banyak karya-karya yang monumental antara lain dalam bidang matematika, astronomi dan dalam bidang lain. Berikut ini akan dibahas State of the Art karya al-Khawarizmi yang membedakannya dari karya Ilmuan lainnya :

1. Perbedaan Metode Al-Khawarizmi dengan Metode Euclid

Kitab Element karya Euclid, pertama kali diterjemahkan oleh al-Hajjaj ibn Yusuf ibn Matar dari bahasa Yunani ke dalam bahasa Arab. Kitab Element menjelaskan metode geometri serta aplikasinya dalam berbagai penyelesaian masalah. Dalam kitab Element karya Euclid, tidak terdapat penyelesaian masalah menggunakan metode al-jabar, sebaliknya dalam kitab *fi al-Jabr wa al-Muqabala* karya al-Khawarizmi, beliau memecahkan berbagai persoalan menggunakan metode baru yang disebut aljabar, adapun metode geometri yang digunakan al-Khawarizmi adalah sebagai pembuktian kebenaran dari solusi hasil perhitungan metode al-jabar yang telah dibuat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa al-Khawarizmi tidak menggunakan kitab Element Euclid untuk menemukan metode barunya yang disebut al-jabar.

2. Perbedaan Metode Al-Khawarizmi dengan Metode Diophantus

Diophantus of Alexandria (201/215-285/299 SM) merupakan ilmuan besar di bidang matematika Yunani Kuno, Kitabnya yang terkenal berjudul "Arithmetica" Kitab Arithmetica pertama kali diterjemahkan kedalam bahasa Arab oleh Qusta ibn Luqa (820-912 M) sehingga sangat mustahil al-Khawarizmi mengetahui karya Diophantus, karena kitab Arithmetica baru diterjemahkan jauh setelah Kitab *fi al-Jabr wa al-Muqabala* di buat. Kemudian terdapat perbedaan besar konsep antara kitab Arithmetica dengan kitab *fi al-Jabr wa al-Muqabala*, Diophantus melalui kitabnya fokus untuk merekonstruksi teori mengenai aritmatika, yang komponen utamanya adalah tentang operasi angka. Sedangkan al-Kawarizmi dalam Kitab *fi al-Jabr wa al-Muqabala* memiliki fokus kajian yang berbeda, dimana al-Khawarizmi merekonstruksi perhitungan dari suatu variabel yang tidak diketahui (akar) dan kemudian membangun teori berupa persamaan yang kemudian akan dicari solusinya untuk mencari akar tersebut, karena itu al-Khawarizmi membangun beberapa prinsip relasi

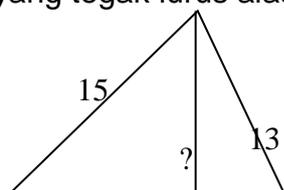
antara kuadrat, akar dan angka yang disebut dengan konsep aljabar. Perbedaan yang ketiga adalah metode perhitungan aljabar telah dilakukan pembuktian secara geometri, dimana konsep pembuktian tersebut tidak terdapat pada kitab *Arithmetica Diophantus*.

3. Perbedaan Metode Al-Khawarizmi dengan Aryabhata.

Sebelum tahun 1817 M, kita tidak banyak yang mengenal karya dari Aryabhata maupun Brahmagupta terkait dengan karya aljabar al-Khawarizmi. Ide kaitan antara karya al-Khawarizmi dengan karya Aryabhata maupun Brahmagupta datang setelah publikasi yang dilakukan oleh H.T. Colebrooke yang kemudian menginspirasi Frederic Rosen saat menerjemahkan *al-Jabr wa al-Muqabala* karya al_Khawarizmi kedalam bahasa Inggris pada tahun 1831. Frederic Rosen secara intensif mendapat bimbingan dari H.T Colebrooke yang telah membuat riset Disertasi mengenai karya Brahmagupta dan Bhascara. Namun ide tersebut dibantah oleh ilmuwan bernama Leon Rodet yang ahli sejarah matematika India. Alasan utamanya adalah karena tidak adanya bukti sejarah dan kronologi yang menghubungkan antara karya Brahmagupta dan Aryabhata dengan karya aljabar al-Khawarizmi. Frederic Rosen hanya menganalogikan dan perbandingan yang masih belum jelas.

4. Perbedaan Metode Al-Khawarizmi dengan Metode Heron

Metode Heron : Jika terdapat sebuah bidang segitiga sudut lancip, yang memiliki sisi pendek sebesar 13, panjang alasnya 14 dan panjang sisi miringnya adalah 15. Untuk mencari jarak yang tegak lurus alas.



Kalikan setiap sisi kalikan 14 dengan dirinya sendiri.

$$\text{Sisi pendek } 13^2 = 169$$

$$\text{Sisi alas } 14^2 = 196$$

$$\text{Sisi miring } 15^2 = 225$$

Tambahkan hasil kali alas dengan hasil kali miring.

$$196 + 225 = 421$$

Kurangkan dengan hasil perkalian sisi pendek.

$$421 - 169 = 252$$

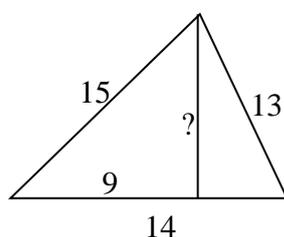
Bagi dua nilai tersebut.

$$252 : 2 = 126$$

Bagi nilai tersebut dengan panjang sisi alas.

$$126 : 14 = 9$$

Nilai tersebut adalah kuantitas dari sisi suatu bagian bidang segitiga.



Kalikan nilai tersebut dengan dirinya sendiri

$$9 \times 9 = 81$$

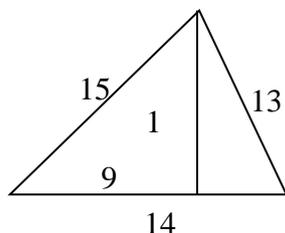
Kurangkan hasil kali sisi miring dengan nilai tersebut

$$225 - 81 = 144$$

Kemudian akarkan hasil tersebut

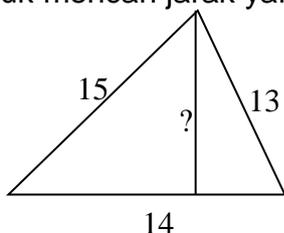
$$\sqrt{144} = 12$$

Nilai tersebut adalah kuantitas jarak yang tegak lurus (ketinggian terhadap sisi alas)



Maka luas dari bidang segitiga tersebut adalah 84.

Metode al-Khawarizmi : Jika terdapat sebuah bidang segitiga sudut lancip, yang memiliki sisi pendek sebesar 13, panjang alasnya 14 dan panjang sisi miringnya adalah 15. Untuk mencari jarak yang tegak lurus alas, berikut penjelasannya :



Sebelum mencari nilai tegak lurus alas, maka kita cari terlebih dahulu salah satu sisi alas yang telah dibagi menjadi dua bagian.

Mari kita coba untuk mencari jarak yang tidak diketahui dari sisi yang panjangnya 13.

Kalikan jarak ini (sisi pendek) dengan dirinya sendiri

$$13 \times 13 = 169$$

Kurangkan dengan x^2 sehingga $169 - x^2$ (1)

Akar dari nilai tersebut adalah tinggi.

Sisa jarak pada garis alas adalah $14 - x$. Kita kalikan nilai tersebut dengan dirinya sendiri.

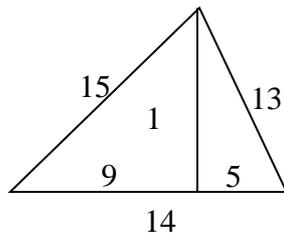
$$\begin{aligned} (14 - x)(14 - x) &= 196 + 14x + 14x - x^2 \\ &= 196 + 28x - x^2 \end{aligned}$$

Kurangkan dengan sisi miring yang sudah dikalikan dengan dirinya sendiri.

$$225 - 196 + 28x - x^2 = 29 + 28x - x^2 \dots\dots\dots(2)$$

Kemudian untuk mencari nilai x lakukan operasi persamaan (1) dan (2)

$$\begin{aligned} 169 - x^2 &= 29 + 28x - x^2 \\ 169 &= 29 + 28x \\ 140 &= 28x \\ x &= 5 \\ \text{Tinggi} &= \sqrt{196 - 5^2} = \sqrt{144} = 12 \\ \text{Luas} &= \frac{1}{2} \times 14 \times 12 = 84 \end{aligned}$$



Meski memiliki solusi akhir yang sama antara metode Heron dan Al-Khawarizmi, terdapat perbedaan mendasar antara metode keduanya. Heron menggunakan pendekatan preposisi sudut lancip dari kitab Element karya Euclid, sedangkan al-Khawarizmi sebagaimana dijelaskan, menggunakan metode aljabar untuk menyelesaikan studi kasus tersebut, al-Khawarizmi tidak menggunakan preposisi dari kitab Element karya Euclid. Inilah perbedaan cara pandang antara metode Heron dengan al-Khawarizmi ketika menyelesaikan studi kasus geometri bidang segitiga sudut lancip.

State of the Art karya Abu Kamil

Nama lengkapnya adalah Shuja ibn Aslam ibn Muhammad ibn Shuja, yang dikenal sebagai Abu Kamil, sesuai kebiasaan Arab menunjuk orang tersebut dengan nama anak sulungnya atau sebagai penghormatan. Abu Kamil adalah orang Mesir dan tinggal di al-Fustat, yang pada saat itu adalah ibu kota negara tersebut, sebelum berdirinya kota Kairo. Melalui keahliannya dibidang Matematika, khususnya dalam perhitungan numerik, Abu Kamil dikenal dengan sebutan “al-Hasib”, yang diambil dari kata “hisab” (perhitungan al-jabar).

- a. Dalam perhitungan lingkaran.

Menurut Abu Kamil sesuai kitab *Fi Al-Jabr wa al-Jabr wa al-Muqabala al-Khawarizm pada Bab al-Misaha* disebutkan

$$s = D^2 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \right) \right] D^2$$

Pembuktian:

$$S = D^2 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \right) \right] D^2$$

$$S = \left(1 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \right) \right] \right) D^2$$

$$S = \left(1 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{14} \right) \right] \right) D^2$$

$$S = \left(1 - \left[\frac{3}{14} \right] \right) D^2$$

$$S = \frac{11}{14} D^2$$

Menurut formulasi modern :

$$S = \pi R^2 = \frac{1}{4} D^2$$

Jika $\pi = \frac{22}{7}$ maka :

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} D^2 = \frac{11}{14} D^2$$

Artinya formulasi tersebut ekivalen dengan versi modern.

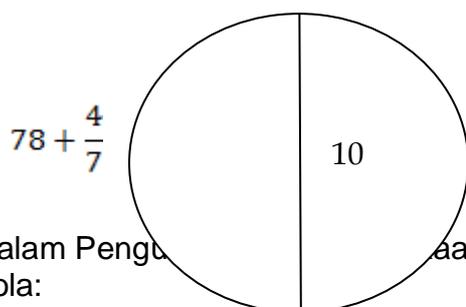
Jika diketahui suatu bidang lingkaran dengan diameter $D=10$, maka luas bidang lingkaran (S) adalah

Dengan mensubstitusikan paramater $D=10$, maka diperoleh:

$$S = (10)^2 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \right) \right] (10)^2$$

$$S = 100 - \left[\frac{1}{7} + \left(\frac{1}{14} \right) \right] 100$$

$$S = 78 + \frac{4}{7}$$



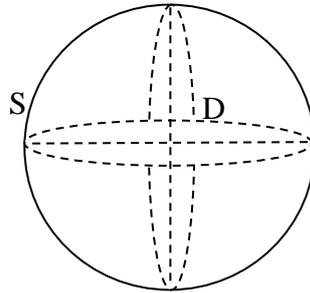
b. Dalam Pengukuran Luas Permukaan Bola, menurut Abu Kamil luas permukaan bola:

$$S = P \cdot D$$

$$S = \left(3 + \frac{1}{7} \right) D \cdot D$$

$$S = \left(3 + \frac{1}{7}\right) D^2$$

Jika diketahui sebuah bola dengan diameter $D = 7$



Dengan keliling lingkaran

$$P = \left(3 + \frac{1}{7}\right) D$$

$$P = \left(3 + \frac{1}{7}\right) 7 = 22$$

Sehingga luas permukaan bola :

$$S = P \cdot D$$

$$S = 22 \cdot 7 = 154$$

Pembuktian :

Metode pengetahuan modern, luas permukaan bola ditentukan sebagai

$$S = 4\pi R^2 = 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

$$S = \pi D^2$$

Formulasi tersebut ekuivalen dengan metode Abu Kamil

$$S = \left(3 + \frac{1}{7}\right) D^2$$

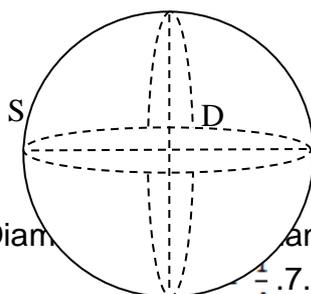
Dan nilai π

$$\pi = 3 + \frac{1}{7} = \frac{22}{7}$$

c. Volume Bola

Menurut Abu Kamil, volume suatu bola ditentukan sebagai :

$$V = \frac{1}{6} D \cdot S$$



Jika diketahui Diameter $D = 7$ dan $S = 154$ maka:

$$\frac{1}{6} \cdot 7 \cdot 154 = \frac{539}{3} = 179 + \frac{2}{3}$$

Pembuktian formulasi :

Metode Abu Kamil :

$$V = \frac{1}{6} D.S$$

$$V = \frac{1}{6} D. \left(3 + \frac{1}{7}\right) D^2 = \frac{1}{6} \left(3 + \frac{1}{7}\right) D^3$$

Metode modern

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot \frac{1}{8} D^3 = \frac{1}{6} \left(3 + \frac{1}{7}\right) D^3$$

Perhitungan Abu Kamil ekuivalen dengan metode modern dengan $\pi = 3 + \frac{1}{7} = \frac{22}{7}$

Penutup

Demikianlah beberapa konsep matematika oleh ilmuan Muslim dan dari uraian diatas terlihat jelas perbedaan konsep matematika karya al-Khawarizmi dari karya Ilmuan lainnya. Al-Khawarizmi telah memberikan kontribusi besar dalam mendorong roda peradaban manusia hingga sekarang. Di dunia Barat, Ilmu matematika banyak dipengaruhi karya Al-Khawarizmi.

Peranan matematika sangatlah signifikan. uraian ini hanyalah pengantar bahwa matematika berguna dan berperan dalam ibadah umat Islam dan juga berbagai lini kehidupan. Sudah semestinya umat Islam juga memperhatikan disiplin Ilmu Matematika karena pemahaman perhitungan matematis sangat membantu untuk memahami ayat-ayat Al-Quran yang terkait dengan angka, bilangan dan dapat membantu menerjemahkan fenomena alam kedalam konsep perhitungan yang dapat bermanfaat dalam pelaksanaan ibadah dan juga dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Butar-Butar, A.J.R. 2015. *Esai-Esai Astronomi Islam*. Medan: UMSU Press
- Mohamed, M. 2004. *Matematikawan Muslim Terkemuka*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Rahman. A. 2007. *Ensiklopedia Ilmu dalam Al-Quran*. Bandung: Mizania
- Sanjaya, M.W.S. 2018. *Matematika Aljabar Al-Khawarizmi*. Bandung: CV. BOLABOT.
- Sanjaya, M.W.S. 2019. *Matematika Geometri Abu Kamil*. Bandung: CV. BOLABOT.
- Setiawan, H.R. 2015. Kontribusi Al-Khawarizmi Dalam Perkembangan Ilmu Astronomi. *Jurnal Al-Marshad* Hal. 69.
- Setiawan, H. R. (2018). Pengakurasian Arah Kiblat Di Lingkungan Cabang Muhammadiyah Medan Denai. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 28.
- Setiawan, H. R. (2018). *Stellarium & Google Earth (Simulasi Waktu Salat dan Arah Kiblat)*. Yogyakarta: UMSU Press.
- Susanto, H. 2015. *Tuhan Pasti Ahli Matematika*. Jakarta Selatan: Mizan Digital Publishing.