

## PERKEMBANGAN PENULISAN ILMU MATEMATIK DAN ASTRONOMI DI BAGHDAD (132-656H)

<sup>1</sup>Izziah Suryani Mat Resad @ Arshad, Roziah Sidik @ Mat Sidek, Ezad Azraai Jamsari dan  
Farid Mat Zin

Jabatan Pengajian Arab dan Tamadun Islam, Fakulti Pengajian Islam  
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan

<sup>1</sup>izziah@pkriscc.ck.ukm.my

*Abstrak:* Ilmu Matematik dan astronomi merupakan dua cabang ilmu yang berkembang pesat pada zaman 'Abbasiyyah. Perkembangan ini diwarnai dengan kemunculan ramai sarjana Islam yang menghasilkan karya dalam jumlah yang banyak. Kajian ini bertujuan memaparkan sejauh mana perkembangan penulisan ilmu matematik dan astronomi berlaku sepanjang era yang dikaji. Kajian ini juga cuba mengetengahkan sarjana-sarjana Islam dalam kedua-dua bidang tersebut untuk memasyarakatkan peranan dan sumbangan mereka dalam perkembangan ilmu-ilmu tersebut. Metode kajian adalah berasaskan penyaringan dan penganalisaan maklumat daripada sumber-sumber bertulis. Hasil kajian mendapati bahawa kemuncak perkembangan penulisan berlaku pada abad ke-9 dan 10M dengan kelahiran tokoh-tokoh seperti al-Khawarizmi, al-Kindi, al-Buzjani, al-Khayyam dan al-Tusi. Masing-masing bukan sekadar menghasilkan sebuah karya sahaja dan kajian mereka ternyata melahirkan penemuan baru yang memberi sumbangan yang besar kepada perkembangan ilmu matematik dan astronomi seterusnya.

Kata kunci: Matematik, Astronomi, Algebra, Geometri, Al-Khawarizmi, Al-Tusi

### PENDAHULUAN

Orang Islam mewarisi khazanah pelbagai ilmu yang sangat bernilai daripada tamadun terdahulu seperti Babylon, Greek, India dan Parsi. Mereka membuat kajian dan penyelidikan matematik berdasarkan pelbagai tamadun tersebut dan menghasilkan ilmu matematik yang maju dan menjadi alat yang sesuai untuk mencapai kedua-dua objektif, secara teori atau praktikal (Hill 1993: 16) [4]. Zaman pemerintahan kerajaan 'Abbasiyyah merupakan era yang menakjubkan dalam perkembangan sejarah Islam. Para pemerintah berperanan sebagai penanung kegiatan intelektual dan di bawah pemerintahan mereka, muncul sarjana-sarjana yang menyumbangkan sumbangan yang sangat bernilai kepada perkembangan tamadun dunia. Di bawah pemerintahan merekalah, ilmu pengetahuan Islam berkembang dengan pesat dan mencetuskan laluan menuju era keemasan Islam (al-Daf'ā' 1978: 26) [2].

### KAEDAH

Kajian ini menggunakan kaedah kajian kepustakaan berdasarkan sumber bertulis untuk mengumpul dan menyenaraikan perkembangan penulisan sarjana-sarjana Islam sepanjang pemerintahan Kerajaan 'Abbasiyyah (132-656H) dalam dua bidang ilmu yang saling berkaitan, matematik dan astronomi. Maklumat dan fakta yang ditemui dipilih dan hanya sebahagian sahaja daripada data-data tersebut dipersembahkan dalam kajian ini.

### KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Gerakan intelektual ini mengalami zaman kemuncaknya pada abad ke-9 dan 10M dan sebenarnya masih lagi berterusan walaupun selepas kejatuhan kerajaan 'Abbasiyyah. Sarjana-sarjana Islam yang muncul pada zaman pemerintahan 'Abbasiyyah adalah termasuk dalam pembahagian berikut iaitu, zaman al-Khawarizmi yang merangkumi para sarjana abad ke-9M, zaman al-Buzjani yang merangkumi para sarjana abad ke 10M, zaman al-Karkhi yang merangkumi para sarjana abad ke-11M, zaman al-

Khayyam yang merangkumi para sarjana abad ke-12M dan zaman al-Tusi yang merangkumi para sarjana abad ke-13M (Tuqan 1954: 119) [6].

*Perkembangan penulisan 'Ilm Al-Riyadiyyat (Ilmu Matematik)*

Ilmu matematik atau ilm al-riyadiyyah mengandungi empat komponen penting yang saling berkait, iaitu *al-hisab* (arithmetik), *al-Jabr wa al-muqabalah* (algebra), *al-handasah* (geometri) dan *al-muthallathat* (trigonometri) (Kahhalah 1972: 88) [5].

*Al-Hisab (Arithmetik)*

Muhammad bin Musa al-Khawarizmi (164-235H/780-850M) merupakan sarjana Islam pertama yang menulis mengenai arithmetik. Namun begitu karyanya dalam bidang arithmetik dikatakan telah hilang dan yang tinggal hanyalah terjemahan karya tersebut dalam bahasa Latin (Hill 1993: 19) [4]. Beliau menghasilkan karya yang berharga dalam bidang ini, antaranya ialah *Kitab fi al-Hisab* dan *Kitab jama'a fihi bayna al-hisab wa al-handasah wa al-musiqa wa al-falak* (al-Daffa' t.th.: 83) [1]. Abu Yusuf Ya'qub bin Ishaq al-Kindi (185-252H/805-867M) yang dianggap sebagai salah seorang daripada dua belas genius yang lahir di dunia menghasil karya dalam pelbagai bidang ilmu pengetahuan sehingga mencecah 230 buah. Antara karyanya dalam bidang ini yang terpenting ialah *Risalah fi al-Madkhal ila al-Arithmatiqi (khams maqalat)*, *Kitab Risalatih fi Isti'mal al-Hisab al-Handasi (arba'a maqalat)*, *Kitab Risalatih fi al-Hayl wa 'Ilm Admariha* (Tuqan 1954: 145-6) [6], *Kitab fi Mabadi' al-Hisab*, *Makhtutah fi 'Ilm al-A'dad*, *Kitab fi Isti'mal al-Hisab al-Hindi*, *Risalat Sharh fiha al-A'dad allati Isti'malaha Aflatun fi Siyasatih*, *Risalah fi Tanasuqi al-A'dad*, *Risalah fi Istikhraj al-A'dad al-Awwaliyyah*, *Risalah fi al-Ihtimalat*, *Risalah fi Isti'mal al-Khatt al-Mustaqim li Tashil 'Amaliyyat al-Darb*, *Risalah fi al-Kammiyyat al-Mudafah*, *Risalah fi al-Qiyyasiyyat* dan *Kitab Risalatih fi al-Khutut wa al-Darb bi 'Adad al-Sha'ir* (al-Daffa' t.th.: 89-90) [1].

Thabit bin Qurrah bin 'Urfan al-Harrani (221H-288H/826M-901M), sarjana Islam yang mahir dalam pelbagai bidang, karyanya dalam bidang ini ialah *Risalah fi al-A'dad al-Mutakabah*, *Kitab Hisab al-Ahillah* dan *Kitab Risalatih fi al-A'dad* (Ibn al-Nadim 1997: 333) [3]. Abu Kamil Shuja' bin Aslam al-Hasib al-Misri, hidup pada abad ke-3H (850-930M). Antara karya beliau ialah *Kitab al-Jam' wa al-Tafriq* dan *Kitab al-Khatta'ayn* yang membincangkan asas penyelesaian masalah al-hisab berdasarkan kaedah *al-Khatta'ayn* (Kahhalah 1972: 93) [5].

Sinan bin al-Fath al-Harani al-Hasib, hidup sekitar awal abad ke-3H. Beliau menghasilkan *Kitab al-Takhti fi al-Hisab al-Hindi*, *Kitab al-Jam' wa al-Tafriq*, *Kitab al-Sharh al-Jam' wa Tafriq* dan *Kitab Hisab al-Wasaya*, *Kitab al-Muka'abat* dan *Kitab al-Ka'b wa al-Mal wa al-A'dad al-Mutanasibah*. *Kitab al-Baith fi Hisab al-Hind* dihasilkan oleh Abu Hanifah Ahmad bin Dawud al-Dinawari (m.282H/895M). Abu al-'Abbas Ahmad bin Muhammad bin Marwan yang juga dikenali sebagai Ahmad bin al-Tayyib, salah seorang murid al-Kindi (m.290H) menghasilkan *Kitab al-Arithmatiqi fi al-A'dad*. *Kitab al-Mu'amalat* pula dihasilkan oleh Abu Barzah al-Fadl bin Muhammad bin 'Abd al-Hamid al-Hasib al-Jili yang meninggal di Baghdad pada 298H (Kahhalah 1972: 94-5) [5]. *Kitab al-Hisab al-Hindi* dan *Kitab al-Jam' wa al-Tafriq* pula dihasilkan oleh Abu al-Tayyib Sanad bin 'Ali, seorang Yahudi yang memeluk Islam melalui Khalifah al-Ma'mun dan merupakan salah seorang ahli astronomi di bawah naungan khalifah 'Abbasiyyah tersebut (Ibn al-Nadim 1997: 336) [3] dan *Kitab Hisab al-Duwari*, *Kitab al-Wasaya* dan *Kitab al-Hind* dihasilkan oleh Ahmad bin 'Umar al-Karabisi (Tuqan 1954: 180) [6].

Pada abad ke-10M, kegemilangan kegiatan intelektual Islam memuncak dan dikenali sebagai zaman al-Buzjani sempena nama ilmuan terulung zaman tersebut, Abu al-Wafa' Muhammad bin Muhammad bin Yahya al-Buzjani yang dilahirkan pada 328H/940M. Beliau menghasilkan *Kitab Manazil fi al-Hisab*, *Kitab fima Yanbanghi an Yahfaza Qabl Kitab al-Arithmatiqi* (Tuqan 1954: 203-304) [6], *Kitab Hisab bi al-Yad*, *Kitab Fakhir bi al-Hisab Isti'mal fihi al-Huruf al-Abjadiyyah Badala min al-Arqam al-'Arabiyyah* dan *Kitab al-Madkhal ila al-Arithmatiqi* (al-Daffa' t.th.: 134) [1]. *Kitab al-Masa'il al-'Adadiyyah* dan *Risalah fi al-Hisab* dihasilkan oleh Abu Ja'far Muhammad bin Hasan al-Khazin yang muncul pada awal abad ke-4H (Tuqan 1954: 208) [6]. *Kitab al-Takht fi al-Hisab al-Hindi*, *Kitab al-Hisab 'ala al-Takht bila Mahw*, *Kitab Tafsir al-Arithmatiqi* dan *Kitab al-Hisab bila Tahkt bal bi al-Yad* dihasilkan oleh Abu al-Qasim Ali bin Ahmad al-Mujtabi al-Antaqi (m.376H), antara sarjana yang bernaung di bawah Sultan 'Adad al-Dawlah bin Buwayh bersama Abi Nasr Muhammad bin Abdullah al-Kalwazi yang menghasilkan *Kitab al-Takht fi al-Hisab al-Hindi* (al-Daffa' t.th.: 96-7) [1].

*Kitab al-Jami' fi al-Hisab*, *Kitab al-Takht fi al-Hisab*, *Kitab Hisab al-Khatta'ayn* dan *Kitab al-Thalathin Mas'alat al-Gharibah* dihasilkan oleh Abu Yusuf Ya'qub bin Muhammad al-Razi (Tuqan 1954: 231) [6]. Manakala *Kitab al-Khatta'ayn* dan *Kitab Hisab al-Duwar* oleh Abu Yusuf Ya'qub bin Muhammad al-Hasib. *Sharh Kitab al-Jam' wa al-Tafriq li al-Khawarizmi* dan *Kitab fi Sunuf al-Darb wa al-Qismah* dihasilkan oleh Abu Yusuf Ya'qub bin al-Hasan al-Saydanani. *Kitab Masa'il al-'Adad* oleh Muhammad bin Yahya bin Aksan al-Qadi dan *Kitab al-Jami' fi al-Hisab al-Mansub* oleh Ustukhri al-Hasib. *Kitab al-Jami' fi al-Hisab al-Mansub* oleh Muhammad bin 'Umrah dan *Kitab fi al-Hisab* oleh Abu al-Hasan bin al-Laban al-Jili (Kahhalah 1972: 97-8) [5].

Pada abad ke-11M, perkembangan masih berterusan, namun sudah mula menurun. *Kitab al-Kafi* oleh Abu Bakr Muhammad bin al-Hasan al-Karkhi yang merupakan antara sarjana matematik terulung yang lahir pada permulaan abad ke-5H dan meninggal pada tahun 421H. Beliau mempunyai pengaruh yang besar dalam perkembangan ilmu tersebut dan zaman ini dikenali sebagai zaman al-Karkhi. Kitab ini dihasilkan antara 401-407 H dan dihadiahkan kepada Fakhr al-Muluk (Kahhalah 1972: 98-9) [5]. Antara karya beliau yang lain dalam bidang ini ialah *Kitab al-Fakhri fi al-Hisab*, *Risalah fi Ba'd al-Nazariyyat fi al-Hisab wa al-Jabr* dan *Risalah Dhukira fiha al-Turuq al-Hisabiyyah li Tashil ba'd al-'Amaliyyat al-Hisabiyyah ka al-Darb* (al-Daffa' t.th.: 157-8) [1]. *Kitab Al-Muqni'* oleh Abu al-Hasan 'Ali bin Ahmad al-Nasawi dan *Rasa'il fi al-Hisab* oleh Abu 'Ali al-Hasan bin 'Abd Allah bin Sina, hidup pada 371H-428H/980M-1037M (Kahhalah 1972: 103) [5].

Penulisan dalam bidang ini sudah melepasi zaman kegemilangan pada abad ke-12 dan 13M. Namun begitu, masih terdapat sarjana Islam yang menyumbang pemikiran mereka dalam bidang ini. *Kitab Mushkilat al-Hisab*, *Risalah fi Mushkilat al-Hisab* dan *Kitab fi Hisab al-Hind* merupakan hasil peninggalan Abu al-Fath 'Umar bin Ibrahim al-Khayyam (440-525H/1048-1131M) (al-Daffa' t.th.: 179-190) [1], sarjana Islam yang menonjol pada abad ke-12M. Antara karya lain ialah *Kitab al-Takmil* oleh Abu Mansur 'Abd al-Qahhar bin Tahir bin Muhammad al-Baghdadi, meninggal pada pertengahan kurun ke-11M, *al-Risalah al-Shamilah fi al-Hisab-Muhammad ibn Ahmad al-Kharqi*, lahir pada 533H/1138M. Manakala *Kafiyat al-Hisab fi 'Ilm al-Hisab* oleh Najm al-Din Abi Zakariyya Yahya bin Muhammad bin al-Labudi, lahir di Halab pada 607H. *Al-Fawa'id al-Bahiyyah fi al-Qawa'id al-Hisabiyyah* dihasilkan oleh 'Imad al-Din 'Abd Allah bin Muhammad bin 'Abd al-Razzaq al-Hasib al-Baghdadi pada abad ke-7H/13M. Muhammad bin al-Hasan Abu Ja'far Nasir al-Din al-Tusi (597-672H) yang hidup pada zaman terakhir 'Abbasiyyah juga menghasilkan sebuah karya, iaitu *Kitab Jami' fi al-Hisab* (al-Daffa' t.th.: 202) [1].

#### *Al-Jabr wa al-Muqabalah (Algebra)*

Sarjana pertama yang menghasilkan karya dalam *al-jabr wa al-muqabalah* (algebra) secara ilmiah dan tersusun ialah Muhammad bin Musa al-Khawarizmi. *Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah* karya beliau mempunyai pengaruh yang besar dalam perkembangan ilmu algebra. Sarjana yang menulis selepas beliau menjadikan kitab ini sebagai sumber rujukan. Kitab ini banyak dihuraikan oleh para sarjana kemudian, antaranya oleh 'Abd Allah bin al-Hasan bin al-Hasib atau al-Saydalani dalam kitabnya *Kitab Sharh Muhammad bin Musa al-Khawarizmi fi al-Jabr*, juga kitab yang dihasilkan oleh Sinan ibn al-Fath al-Harrani. *Kitab Kamal al-Jabr wa Tamamihi wa al-Ziyadah fi Usulih* atau *al-Kamil fi al-Jabr* pula dihasilkan oleh Abu Shuja' bin Aslam al-Hasib al-Misri. Kitabnya yang lain ialah *Kitab al-Wasaya bi al-Jabr wa al-Muqabalah*, *Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah*, *Kitab al-Wasaya bi al-Judhur* dan *Kitab al-Shamil alladhi Yabhath fi al-Jabr*. Manakala *Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah* dihasilkan oleh Abu Hanifah Ahmad bin Dawud al-Daynawari yang wafat 282H/895M. Abu al-'Abbas Ahmad bin Muhammad al-Sarkhasi yang hidup sekitar tahun 286H menghasilkan *Kitab al-Aritmatiqi fi al-'Adad wa al-Jabr wa al-Muqabalah* (Kahhalah 1972: 123-6) [5], *Kitab fi Tashih Masa'il al-Jabr bi al-Barahin al-Handasiyyah* pula merupakan karya yang dihasilkan oleh Thabit bin Qurrah. Karyanya yang lain dalam algebra ialah *Risalah fi al-Jabr wa fiha Bayyana 'Alaqat al-Jabr bi al-Handasah wa Kayfiyyah al-Tafa'ul Baynahuma* (al-Daffa' t.th.: 121) [1]. *Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah* dihasilkan oleh Abu Al-Tayyib Sanad bin 'Ali (Ibn al-Nadim 1997: 332) [3].

Pada abad ke-10M, Muhammad al-Buzjani al-Hasib menghasilkan *Tafsir Difantas (Diophantus) fi al-Jabr* (Tuqan 1954: 204) [6], *Tafsir Kitab Abrakhas fi al-Jabr*, *Kitab Sina'at al-Jabr* (Kahhalah 1972: 127) [5] dan *Kitab Fassara fihi Hisab al-Jabr wa al-Muqabalah li Muhammad ibn Musa al-Khawarizmi* (al-Daffa' t.th.: 134) [1]. *Sharh Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah li Abi Kamil Shuja' ibn*

Aslam dihasilkan oleh 'Ali bin Ahmad al-'Umari al-Mawsili (m.344H/900M). Kitab ini terkenal di kalangan ahli matematik pada abad ke-4 dan 5H dan mereka menjadikannya rujukan dalam kajian matematik. Karya lain pada abad ke-10M ialah *Kitab al-Jabr wa al-Muqabalah* oleh Abi Yusuf Ya'qub bin Muhammad al-Masisi, *Sharh Kitab al-Khawarizmi fi al-Jabr* oleh Abi Yusuf Ya'qub bin al-Hasan al-Saydanani dan *Sharh Kitab Abi Kamil Shuja' ibn Aslam al-Misri fi al-Jabr wa al-Muqabalah* dihasilkan oleh Ustukhri al-Hasib (Kahhalah 1972: 127) [5].

Antara sarjana yang menghasilkan karya antara abad ke-11M hingga abad ke-13M ialah Abu Bakr Fakhr al-Din Muhammad bin Hasan al-Karkhi, pada awal abad ke 5H/11M menghasilkan *Fakhri fi al-Jabr wa al-Muqabalah*, *Kitab al-Badi' fi al-Jabr wa al-Muqabalah*, *Kitab fi Tahlil al-Masa'il al-'Adadiyyah bijihah al-Jabr wa al-Muqabalah Mubrahinan li al-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Haytham* (Kahhalah 1972: 127-8) [5] dan *Risalah fi Ba'd al-Nazariyyat fi al-Hisab wa al-Jabr* (al-Daffa' t.th.: 157) [1]. 'Umar al-Khayyam pada abad ke-12M menghasilkan karya dalam bidang ini seperti *Risalah fi al-Barahimn 'ala Masa'il al-Jabr wa al-Muqabalah*, *Rislah fi Jawab al-Thalath al-Masa'il Darirriyyah al-Ti'dad fi 'Ilm al-Jabr wa al-Baqa' dan Risalat al-Mizan al-Jabari* (al-Daffa' t.th.: 190-1) [1]. Pada abad ke-13M, Nasir al-Din al-Tusi pula menghasilkan *Kitab fi al-Jabr wa al-Muqabalah* dan *al-Risalah al-Kamilah fi 'Ilm al-Jabr wa al-Muqabalah* dihasilkan oleh Najm al-Din Abu Zakariyya Yahya bin 'Abdan al-Labudi yang hidup pada 607-661H (Kahhalah 1972: 129) [5].

#### *Al-Handasah ( Geometri)*

Titik mula penglibatan sarjana-sarjana Islam dalam bidang geometri ialah pengkajian terhadap karya Euclid, *Kitab al-Usul li Aqlidus*. Kajian algebra Muhammad bin Musa al-Khawarizmi mengandungi idea geometri dan terkandung dalam satu daripada bahagian dalam *kitab al-jabr* beliau, iaitu *bab al-Misahah*. Thabit bin Qurrah boleh dianggap sebagai sarjana geometri Arab teragung. Beliau mengkaji hasil kajian al-Khawarizmi dan menterjemah karya-karya Appollonius, Euclid, Archimedes dan Ptolemy (al-Daffa' 1978: 86-8) [2] dan menghasilkan beberapa karya dalam bidang ini seperti *Kitab fi Misahah al-Ashkal wa Asa'ir al-Bist wa al-Ashkal Mujassamah*, *Kitab al-'Amal bi al-Kurrah*, *Kitab fi Qutu' al-Istiwanaah*, *Kitab fi al-Shakl al-Mulaqqab bi al-Qita'*, *Kitab fi al-Makhrut al-Mukafi'*, *Kitab fi Qutu' al-Istiwanaah wa Basitiha*, *Kitab fi Masa'il al-Handasiyyah*, *Kitab fi anna al-Khattayn al-Mustaqimayn idha Kharaja ala Aqalla min Zawiyatayn Qa'imatayn Iltaqiya fi Jihat Khurujihima*, *Kitab fi al-Murabba' wa Qatrihi*, *Kitab fi Ashkal Aqlidus*, *Kitab fi 'Amal Shakl Mujassam dhi Arba' Asharah Qa'idah Tuht bihi Kurrah Ma'lumah* dan *Kitab al-Mukhtasar fi 'Ilm al-Handasah* (Kahhalah 1972: 135-6) [5].

Karya-karya lain yang dihasilkan pada abad ke-9M ialah *Kitab al-Misahah wa al-Handasah* oleh Abu Kamil Shuja' bin Aslam al-Misri. Ya'qub bin Ishaq al-Kindi menghasilkan karya yang banyak dalam bidang ini. Antaranya ialah *Risalah 'an 'Ilm al-Handasah al-Kurawiyah*, *Risalah 'an Kurawiyah al-Ard*, *Risalah fi al-Handasah al-Mutasawiyah* (al-Daffa' t.th.: 91) [1], *Risalah ji Isti'mal al-Hisab al-Handasi*, *Risalah 'an al-Kurrah A'zam al-Ashkal al-Jaramiyyah wa al-Da'irah A'zam min Jami' al-Ashkal al-Basitah*, *Risalah fi Tastih al-Kurrah*, *Risalah fi Sina'ah al-Astrolab bi al-Handasah*. Banu Musa turut menyumbangkan karya seperti *Kitab al-Hayl* oleh Ahmad bin Musa, *Kitab al-Shakl al-Mudawwir wa al-Mustatil* oleh Hasan bin Musa dan *Kitab al-Shakl al-Handasi* oleh Muhammad bin Musa (Kahhalah 1972: 135) [5]. *Kitab al-Misahah* oleh Abu Barzah al-Fadl bin Muhammad al-Jili dan *Tafsir al-Maqalah al-'Ashirah li Kitab al-Usul li Aqlidus* oleh Ibn Rahawiyah al-Arjani (m.853M). *Tafsir Aqlidus* dan *Kitab Misahah al-Halaqah* dihasilkan oleh Ahmad al-Karabisi. *Tafsir Aqlidus* dan *Kitab al-Ashkal allalti Zadaha fi Maqalah al-Ula min Aqlidus* dihasilkan al-'Abbas bin Sa'id al-Jawhari (m.830M) (Kahhalah 1972: 136) [5].

Pada abad ke-10M, al-Buzjani menghasilkan *Kitab fima Yahtaj Ilayh al-Sani' min A'mal al-Handasah*, *Risalah fi Rasm al-Handasi wa Isti'malat Alat al-Rasm*, *Kitab fi al-Ashkal al-Handasiyyah 'Umuman*, dan *Kitab fi al-Handasah* (al-Daffa' t.th.: 134) [1]. *Sharh Kitab Aqlidus* dihasilkan oleh Abu al-'Abbas al-Fadl bin Hatim al-Nirizi yang meninggal sekitar 922-923M dan *Sharh al-Maqalah al-'Ashirah* min *Kitab al-Usul li Aqlidus* oleh Abu Ja'far Muhammad bin Hasan al-Khazin (Tuqan 1954: 208) [6]. Abu Ishaq Ibrahim bin Sinan bin Thabit bin Qurrah yang pada meninggal pada 946M menghasilkan 13 buah *Maqalat fi al-Handasah* dan *Sharh Aqlidus* dihasilkan oleh Abu al-Qasim 'Ali bin Ahmad al-Mujtabi al-Antaki, antara ahli matematik tersohor abad ke-4H, meninggal di Baghdad pada 368H (Tuqan 1954: 221-3) [6].

Karya lain yang dihasilkan pada abad ke-10M ialah *Risalah fi Taqsim ay Sakhl ila Ajza' Mutanasibah ma'a A' dad Mafrudah bi Khat Mustaqim bi Rasm* oleh Muhammad al-Baghdad, *Sharh ai-Mushkil min Kitab Aqlidus fi al-Nisbah* oleh Abu Muhammad al-Hasan bin 'Abd Allah bin Sulayman bin Wahhab. *Kitab fi al-Ashkal wa al-Masa'ih*, *Kitab al-Kurrah* dan *Kitab al-'Amal bi Dhat al-Khalq* oleh al-Hasan bin al-Sabah dan *Kitab fi al-Handasah* oleh Ja'far bin 'Ali bin Muhammad al-Muhanndis al-Makki. *Risalah fi al-Handasah* oleh Abu Muhammad 'Abd Allah bin Abi al-Hasan bin Rafi' dan *Kitab al-Misahah* oleh Muhammad bin Najiyah al-Katib (Kahhalah 1972: 139) [5].

Pada abad ke-11M, Abu al-Rayhan Muhammad bin Ahmad al-Bayruni menghasilkan *Kitab Istikhraj al-Awtar fi al-Da'irah bi Khawwas al-Khat al-Munhani fiha* dan *Kitab al-Masa'il al-Handasiyyah* (al-Daffa' t.th.: 178) [1]. *Mukhtasar Aqlidus*, *Kitab Mukhtasar fi anna al-Zawiyah allati mir al-Muhit wa al-Mummas la Kammiyyah laha* dan *Kitab al-Hudud* dihasilkan Abu 'Ali al-Hasan bin 'Abd Allah bin Sina yang meninggal di Hamadhan pada 428H/1037M. Beliau juga menulis banyak risalah dalam geometri serta penemuan baru (Tuqan 1954: 296) [6]. Pada abad ke-12M, *Tahrir Usul Aqlidus* dihasilkan oleh Nasr al-Din al-Tusi, meninggal di Baghdad pada 672H. Antara ahli geometri Islam yang terhandal pernah muncul. Karya-karyanya yang lain dalam bidang ini ialah *Risalah fi al-Badihah al-Khamisah*, *Kitab al-Kurrah al-Mutaharrikah li Atuqulus*, *Kitab Tastih al-Kurrah wa Tarbi' al-Da'irah*, *Kitab Qawa'id al-Handasah*, *Kitab Misahah al-Ashkal al-Basitah wa al-Kuriyyah*, *Kitab al-Kurrah wa al-Istiwanaah li Arkhamidus al-Misri*, *Kitab al-Ma'khudhat fi al-Usul al-Handasiyyah li Arkhamidus*, *kitab Arkhmidus fi Taksir al-Da'irah* dan banyak lagi. *Kitab fi al-Handasah* oleh Abu al-Sillat Umayyah bin 'Abd al-'Aziz bin Abi al-Sillat, meninggal di kota al-Mahdiyyah pada 1133/34M dan *Kitab Iktisar li Usul Aqlidus*. Manakala Hatim al-Muzaffar bin Isma'il al-Asfazari menulis *Mukhtasar Kitab Aqlidus* dan *Mukhtasar Masadirat Aqlidus* dihasilkan oleh Najm al-Din Abu Zakariyya Yahya bin al-Labudi (Kahhalah 1972: 132-141) [5].

#### *Al-Muthallathat (Trigonometri)*

Sarjana Islam memberi sumbangan yang besar apabila berjaya menyusun ilmu trigonometri sebagai ilmu yang berasingan daripada ilmu falak. Ilmu ini mempunyai kedudukan yang penting dalam perkembangan ilmu matematik Islam dan merupakan penemuan asli sarjana Islam. Para sarjana Islam telah memajukan ilmu dengan mengkaji dengan mendalam ketiga-tiga fungsi trigonometri dan menggunakannya untuk menyelesaikan permasalahan berkaitan segitiga dalam bulatan (Hill 1993: 27) [4]. Pada abad ke-9M, Musa al-Khawarizmi sudah pun mempunyai idea trigonometri apabila muncul sebagai sarjana pertama yang menyusun jadual astronomi dan trigonometri (al-Daffa' 1978: 74) [2]. Abu al-Wafa' Muhammad bin Muhammad al-Buzjani yang muncul pada abad ke-10M dianggap sebagai orang pertama menggunakan trigonometri atau kaedah *al-muthallathat* untuk menyelesaikan masalah matematik. Kajian dan pengamatannya meletakkan asas yang penting kepada perkembangan ilmu trigonometri dalam dunia matematik (Kahhalah 1972: 145) [5]. Antara karya beliau ialah *Kitab Tatarruqa fih ila 'Ilm Hisab al-Muthallathat al-Kurawiyah* (al-Daffa' t.th.: 133) [1]. Manakala Abu al-'Abbas al-Fadl bin Hatim al-Nirazi melakukan banyak kajian mengenai segitiga dalam bulatan. Abu 'Abd Allah Muhammad bin Jabir bin Sina atau al-Battani yang muncul pada kurun ke-10M, memperluaskan lagi ilmu ini sehingga dianggap sebagai orang yang bertanggungjawab meletakkan asas kepada perkembangan ilmu trigonometri moden. Antara karya beliau ialah *Risalah fi Tahqiq Aqdar al-Ittisalat*. Antara sarjana lain melibatkan diri dalam memajukan ilmu ini ialah Abu Ishaq Ibrahim bin Hilal bin Ibrahim al-Harrani, meninggal pada tahun 994M di Baghdad yang mengarang dalam bidang ilmu ini (Kahhalah 1972: 146-147) [5].

Di samping itu, Abu al-Rayhan al-Bayruni yang muncul pada abad ke-11M juga dianggap sebagai pelopor kepada perkembangan ilmu trigonometri. Antara kitab beliau ialah *Kitab Hisab al-Muthallathat* (al-Daffa' t.th.: 176) [1]. Pada abad ke-11M juga, Abu Sa'id Abd al-Rahman bin Ahmad bin Yunus al-Sadafi al-Misri juga banyak mengkaji dalam bidang ini dan kajiannya dianggap mengatasi kajian ulama-ulama sebelumnya. Pada abad ke-12M, Nasir al-Din al-Tusi merupakan antara sarjana yang berjaya meletakkan sepenuhnya ilmu ini bersendirian daripada ilmu falak dan menghasilkan karya yang meletakkan ilmu trigonometri secara khusus, iaitu *Kitab al-Shakl al-Qita'at*. Kandungan kitab ini khusus dalam bidang ini sahaja dan diterjemahkan ke dalam bahasa Latin, Perancis dan Inggeris. Kitab ini memainkan peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu trigonometri sebagai ilmu yang khusus (Kahhalah 1972: 147-9) [5].

## Perkembangan Penulisan 'Ilm Al-Falak (Astronomi)

Muhammad bin Musa al-Khawarizmi merupakan antara sarjana Islam awal yang menulis dalam bidang ini. Antara karyanya dalam bidang astronomi ialah sebuah jadual astronomi yang dinamakan *al-Sind Hind al-Saghir* yang menjadikan rujukan sarjana-sarjana astronomi selepasnya (Kahhalah 1972: 175) [5]. Karyanya yang lain ialah *Kitab al-'Amal bi al-Astrolab*, *Kitab al-Ma'rifah* dan *Kitab Zij al-Khawarizmi al-Thani* (al-Daffa' t.th.: 84) [1]. Ya'qub bin Ishaq al-Kindi menghasilkan beberapa karya dalam bidang astronomi, iaitu *Risalah fi 'Ilal al-Awda' al-Nujumiyyah*, *Risalah fi Sun'at al-Astrolab*, *Risalah fi Istikhraj Markaz al-Qamar min al-Ard*, *Risalah fi Sifat al-Astrolab bi al-Handasah* dan *Risalah fi Istikhraj Kaht Nisf al-Nahr wa Sammat al-Qublah*. Ahmad bin 'Abd Allah bin Habash al-Hasib menghasilkan tiga jadual astronomi dan juga *Kitab 'Amal al-Astrolab*. Muhammad bin Musa bin Shakir menghasilkan *Kitab Harakat al-Falak al-Ula*. Thabit bin Qurrah menghasilkan *Kitab Bayyana fih Madhabahu fi Sunnat al-Shams*, *Kitab fi Ibtat' al-Harakat fi Falak al-Buruj*, *Kitab fi Tarkib al-Aflak* dan *Kitab fi al-Hay'ah*.

Abu al-Tayyib Sanad bin Ali pula pakar mengendali dan membaiki peralatan cerapan bintang dan astrolab. Beliau menghasilkan sebuah jadual astronomi yang menjadi rujukan ahli astronomi sezaman dan selepasnya. Ahmad bin Muhammad al-Hasib menghasilkan *Kitab al-Madkhal fi 'Ilmi al-Nujum*. Abu Ja'far Ahmad bin Yusuf bin Ibrahim al-Misri menghasilkan *Kitab fi Ahkam al-Nujum* (Kahhalah 1972: 178) [5]. Abu 'Abd Allah Muhammad bin Jabir bin Sinan al-Harrani, terkenal sebagai al-Battani, antara sarjana agung dalam bidang ini dan memenuhi banyak penemuan baru. Antara karya beliau ialah jadual astronomi dikenali sebagai *Zij al-Sabi* dihasilkan pada 299H, merupakan antara jadual yang paling tepat pernah dihasilkan dan mempunyai pengaruh yang besar dalam perkembangan ilmu falak di kalangan masyarakat Arab. Kitabnya yang lain ialah *Kitab Ma'rifah Mutala'ah al-Buruj fima Bayna Arba' al-Falak*, *Sharh Arba' Maqalat li Batlimus*, *Kitab Ta'dil al-Kawakib*, *Risalah fi Miqdar al-Ittisalat*, *Risalah fi Tahqiq Aqdar al-Ittisalat ay al-Hulul al-Madbutah bihasb al-Muthallathat li al-Mas'alat al-Tanjimiyyah 'indama Takun al-Nujum al-Maqsudah laha Khat Ardi ay Kharij Falak al-Buruj* (al-Daffa' t.th.: 126) [1].

Pada Abad ke-10M, Abu al-Husayn 'Abd al-Rahman bin 'Umar al-Sufi al-Razi, antara ahli astronomi terhandal muncul dan menghasilkan karya yang berharga dalam bidang ini. Kitabnya yang berjudul *Kitab al-Kawakib al-Thabitah* diiktiraf sebagai antara tiga kitab utama ilmu falak dalam Islam (Kahhalah 1972: 179) [5]. Karyanya yang lain ialah *Kitab al-Arjuzah fi al-Kawakib al-Thabitah*, *Kitab al-Tadhkirah* dan *Kitab Matarih al-Shu'a'at* (Tuqan 1954: 194) [6]. Al-Buzjani menghasilkan *Kitab Ma'rifat al-Da'irah min al-Falak*, *Kitab al-Kamil*, *Kitab al-Zij al-Shamil* dan *Kitab al-Majisti*. Abu al-'Abbas al-Fadl bin Hatim al-Nirazi, antara sarjana ulung dalam kajian astronomi dan pergerakan bintang-bintang menghasilkan *Kitab Sammat al-Qublah*, *Kitab Sharh fih al-Majisti*, *Kitab al-Zij al-Kabir wa al-Zij al-Saghir*. Abu Ja'far Muhammad bin Hasan terkenal dengan karyanya, *Zij al-Safayih* (Kahhalah 1972: 180-1) [5]. Maslamah bin Ahmad al-Majriti, meninggal awal abad ke-11M, antara tokoh astronomi paling hebat pernah muncul. Karyanya berjudul *Kitab fi al-Astrolab* diterjemahkan ke bahasa Latin. Amir Abu Nasr Mansur bin 'Ali bin Iraq, ahli matematik kurun ke-4H. Beliau mempunyai kedudukan yang tinggi dalam pemerintahan negerinya dan kemudian berhijrah mengikut al-Bayruni ke Ghaznah. Beliau menghasilkan *Kitab al-Majisti al-Shahi*, *Risalah fi al-Astrolab al-Shartani al-Mujannah fi Haqiqatihu bi al-Tariq al-Sina'i* dan *Risalah fi Ma'rifah al-Qassi al-Falakiyyah bi Tariq Ghayr Tariq al-Nisbah al-Mu'allif*. Abu al-Rayhan Muhammad bin Ahmad al-Bayruni al-Khawarizmi, antara sarjana astronomi teragung dalam sejarah Islam, karyanya *al-Kitab Yabhath fi al-Hisab wa al-Handasah wa al-Jabr wa al-'Adad thumma al-'Alam wa al-Ahkam al-Nujum*, dianggap kitab falak paling masyhur pada abad ke-11M. Kitabnya yang lain ialah *Kitab al-Qanun al-Mas'udi*, *Kitab Isti'ab al-Wujuh al-Mumkinah fi Sun'ah al-Astrolab*, *Kitab al-'Amal fi al-Astrolab*, *Kitab Jala' al-Adhan fi Zij al-Battani*, *Kitab al-Yatbiq ila Tahqiq Harakat al-Shams*, *Kitab fi Tahqiq Manazil al-Qamar*, *Kitab al-Irshad fi Ahkam al-Nujum*, *Kitab Takmil Zij Habash bi al-'Ilal wa Tahdhib A'malihi fi al-Zulal* dan *Maqalah fi Tasaffah Kalam Abi Sahl al-Kuhi fi al-Kawakib al-Munqadah* (Kahhalah 1972: 181-2) [5]. Abu 'Ali al-Hasan bin 'Abd Allah bin Sina menghasilkan *Kitab al-Mukhtasar li al-Majisti*, *Kitab al-Arsad al-Kulliyyah*, *Risalah al-Alat al-Rasadiyyah*, *Kitab al-Ajram al-Samawiyyah*, *Kitab fi Kayfiyyat al-Rasd wa Mutabiqatuihi li al-'Ilm al-Tabi'i*, *Kitab al-Majisti* dan *Maqalah fi Hay'ah al-Ard min al-Sama' wa Kaynuha fi al-Wast* (Kahhalah 1972: 187-8) [5].

Pada abad ke-12M, 'Umar al-Khayyam 517H/1133M ditugaskan untuk membetulkan kalendar tahunan oleh Sultan Malik Shah dan karyanya yang lain ialah *Zij Malikshah*. Abu Yasr 'Baha' al-Din Muhammad bin Ahmad al-Kharqi, meninggal di Marw pada 533H/1138M. Karyanya yang paling masyhur ialah *Kitab al-Adrak fi Taqsim al-aflak* dan *Kitab al-Tabsirah*. Mu'ayyud al-din Abu al-Fadl bin Abd al-Karim bin Abd al-Rahman al-Harithi (m.599H) menghasilkan *Kitab fi Ma'rifat Ramz al-Taqwim*. Abu al-Qasim Hibat Allah bin al-Husayn bin Ahmad al-Baghdadi, dikenali sebagai *al-badi' al-astrolabi* (m.1139M) merupakan pakar peralatan cerapan pada zamanya. Antara karyanya ialah jadual astronomi yang dinamakan *al-Zij al-Mahmudi* dan beberapa syair yang mengandungi maklumat geometri dan falak (Kahhalah 1972: 190-1) [5]. Nasir al-Din al-Tusi merupakan tokoh astronomi yang menyumbang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu ini, menghasilkan banyak karya astronomi, antaranya ialah seperti *Kitab Zahirat al-Falak*, *Kitab Jarammay al-Shams wa al-Qamar wa Ba'dahuma al-Aristarkhus wahuwa Mukawwan min Sab'ah Ashara Shakla*, *Zij al-Ikhani*, *Kitab Zubdah al-Adrak fi Hay'at al-Aflak lakhkhis fihi al-Kutub al-Musannafah fiha*, *Kitab Zahirah al-Falak li Aqlidus*, *Kitab al-Mutali' li Aysqalawus*, *Kitab al-Tadhkirah fi 'Ilm al-Hay'ah*, *Kitab al-Tashil fi al-Nujum*, *Kitab al-Tulu' wa al-Ghurub*, *Kitab Tahrir al-Majisti* (al-Daffa' t.th.: 201-3) [1].

### KESIMPULAN

Sarjana-sarjana Islam yang muncul dalam bidang matematik dan astronomi kebiasaannya merupakan individu yang sama. Mereka mengkaji dalam kedua-dua bidang kerana kedua-dua bidang ini saling berkait dan tidak mungkin dipisahkan. Perkembangan penulisan dalam kedua-dua bidang ini bermula dengan pesat terutamanya pada abad ke-9M dan ke-10M. Perkembangan penulisan karya-karya matematik dan astronomi masih berterusan pada abad berikutnya sehingga kejatuhan Kerajaan 'Abbasiyyah.

### PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam menyiapkan kajian ini, terutamanya pihak Fakulti Pengajian Islam, Universiti Kebangsaan Malaysia yang memberi geran fundamental berkod P/9/2000 kepada kumpulan kami. Ucapan terima kasih ditujukan kepada ahli-ahli penyelidik dalam kumpulan ini yang diketuai oleh Ustazah Roziah Sidik. Tidak ketinggalan juga, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Perpustakaan Tun Seri Lanang dan Perpustakaan Institut Alam dan Tamadun Melayu, UKM.

### RUJUKAN

1. al-Daffa', 'Ali 'Abd Allah. t.th. *Nawabigh 'ulama' al-'arab wa al-muslimin fi al-riyadiyyat*. Arab Saudi: Dar al-'Itisam.
2. al-Daffa', 'Ali 'Abd Allah. 1978. *The muslim contribution to mathematics*. London: Humanities Press.
3. Ibn al-Nadim. 1997. *Al-Fihrist*. Bayrut: Dar al- Ma'rifah.
4. Hill, Donald R. 1993. *Islamic science and engineering*. Edinburgh: Edindurg University Press Ltd.
5. Kahhalah, 'Umar Rida. 1972. *al-'Ulum al-bahtah fi al-'usur al-Islamiyah*. Dimashq Matba'at al-Taraqqi.
6. Tuqan, Qadri Hafiz 1954. *Turath al-'arab al-'ilmi fi al-riyadiyyat wa al-falak* al-Qahirah: Matba'at Lujnah al-Ta'lif wa al-Turjumah wa al-Nashr.