

Menerokai Etnomatematik Melayu-Islam: Teori Kombinatorik al-Khatib dalam

‘Alam al-Hussab dan Raudah al-Hussab

Mat Rofa Ismail

*Jabatan Matematik
Universiti Putra Malaysia
(mrofa@yahoo.com)*

ABSTRAK

Kertas ini membincangkan tentang teori kombinatorik menurut al-Khatib menerusi tulisannya *‘Alam al-Hussab dan Raudah al-Hussab*. Perbincangan ini bertujuan untuk memerihalkan model perbincangan matematik tempatan di bawah pengaruh Islam. Kedua-dua karya tersebut ditulis pada akhir kurun ke-19 dalam dua versi Arab dan Melayu. Kombinatorik dibincangkan di bawah tajuk *aljabar* yang disebut sebagai ilmu *bertemper* dalam tulisan tersebut. Ketika Barat masih menggunakan istilah adaptasi asal Arab yakni *algebra*, etnomatematik Melayu mencipta istilahnya tersendiri iaitu *bertemper* untuk merujuk ilmu berkenaan, yang menunjukkan matematik Melayu sebagai satu kesimbangan matematik tamadun Islam, sebagaimana *algebra* Eropah sebagai lanjutan aljabar Islam yang diasas oleh al-Khawarizmi.

PENDAHULUAN

Pada lewat 1980-an atau awal 1990-an, saya terbaca satu makalah oleh Abdul Razak Mahmud dalam *Majalah Pengasuh* terbitan Majlis Agama Islam dan Adat Istiadat Kelantan berkaitan kewujudan sebuah kitab matematik yang ditulis oleh penulis Melayu bersama koleksi nadir di Maahad Muhammadi Kota Bharu, Kelantan. Menurutny, kitab ini mempunyai banyak maklumat tentang ilmu matematik. Saya menjejaki karya ini sehingga saya mendapat satu salinan foto dari institusi agama itu, lalu membuat kajian secara lebih terperinci. Karya ini memberikan ilham kepada saya untuk memulakan kajian matematik Melayu di bawah pengaruh Islam.

Kajian awal saya tentang buku matematik klasik ini dibentangkan dalam satu seminar tentang pembudayaan matematik di Alam Melayu pada awal 1990-an, lalu teks ini segera tersebar dalam kalangan pengkaji sejarah dan falsafah matematik dan sains Melayu di Malaysia.

Teks tersebut yang bertajuk *‘Alam al-Hussab fi ‘ilm al-Hisab* ditulis oleh seorang ulama ulung Minangkabau yang bernama Syeikh Ahmad bin Abdul Latif al-Khatib. Gelaran *al-Khatib* diberikan sempena jawatannya sebagai imam dan khatib al-Syafi‘iyyah di Masjid al-Haram Makkah. Al-Khatib merupakan tokoh reformasi Sumatera yang menyumbangkan pemikirannya ke arah pembebasan masyarakat daripada amalan khurafat yang menjadi amalan masyarakat secara tradisi ketika itu. Beliau merupakan anak rantau Melayu yang pertama yang menjawat jawatan seumpama itu di Tanah Suci umat Islam itu.

Penemuan kitab nadir matematik yang tersebut membawa saya ke beberapa pusat pengajian tradisi di sekitar tanah air bagi mencari kemungkinan kewujudan teks atau manuskrip lain yang berkaitan dengan bidang matematik. Akhirnya, saya bertemu dengan koleksi bekas mufti Kelantan

yang bernama Haji Ahmad Mahir Haji Ismail, di Pusat Pengajian Tinggi Islam Nilam Puri, Kelantan.¹ Setelah meneliti koleksi tersebut, saya teruja dengan penemuan kitab lain oleh al-Khatib yang bertajuk *Raudah al-Hussab fi 'Ilm al-Hisab*. Setelah menelitinya, saya dapati bahawa karya ini ialah versi bahasa Arab daripada kitab *Alam al-Husab fi 'ilm al-Hisab*. Penemuan ini memberikan gambaran kepada saya betapa ulama Melayu silam mempunyai sifat kesepaduan ilmu yang pelbagai seperti ilmuwan zaman keagungan Islam.

Selepas membandingkan kandungan '*Alam al-Hussab* dengan *Raudah al-Hussab*, saya dapati bahawa *Raudah al-Hussab* ialah tulisan awal al-Khatib yang digunakan dalam kelas pengajian di Masjid al-Haram yang dikuti oleh pelajar seluruh wilayah Islam yang menuntut di Tanah Suci Makkah. '*Alam al-Hussab* pula ditulis dalam bahasa Melayu sebagai teks untuk pelajar Melayu yang belum menguasai bahasa Arab peringkat tinggi khususnya yang melibatkan peristilahan matematik. Menurut al-Khatib, guru matematik beliau ialah Syed Abu Bakar Syata. Ini dinyatakan dalam teks *Raudah al-Hussab*.

Maklumat awal kandungan kedua-dua teks ini saya terbitkan dalam buku saya Sejarah Aritmetik dan Aljabar Islam (Penerbit Universiti Pertanian Malaysia, 1995). Kandungan buku ini menarik perhatian beberapa ilmuwan tempatan dan serantau. Paling meminati maklumat ini ialah Profesor Magho Ahuja, University of Masoury, Amerika Syarikat apabila beliau meminta agar bab terakhir buku tersebut diterjemahkan untuk rujukan peribadinya. Ini menghasilkan satu kertas kerja yang dibentangkan dalam satu seminar di Tokyo iaitu *From Mecca to Malaca* yang menceritakan kewujudan sains matematik Melayu kepada masyarakat antarabangsa serta pengaliran ilmu tersebut dari tamadun Islam ke tamadun Alam Melayu sebagai satu cabang daripada tamadun induknya.

Maklumat ini kemudiannya diminta oleh Helen Selean seorang penerbit dan pustakawan Universiti Massachusetse, Amerika Syarikat agar dimasukkan ke dalam ensiklopedia yang bakal diterbitkan dengan tajuk *Encyclopaedia of History Science, Technology and Medicine in Non-Western World* di bawah masukan yang bertajuk *Algebra in Islamic Mathematics* dan kemudiannya dilanjutkan dengan aspek etnomatematik tempatan khususnya dalam aljabar, dengan tajuk *Algebra in the Malay World* untuk edisi kedua ensiklopedia tersebut. Karya al-Khatib dijadikan tema untuk edisi kedua yang tersebut.

Ilmuwan tempatan yang berminat serta terlibat dengan kajian teks '*Alam al-Hussab* antaranya ialah Abdul Latif Samian, Shaharir Mohd Zain, Abdul Razak Salleh, Muhammad Alinor Abdul Kadir dan Norhayati Marzuki. Pelajar mereka turut menyumbang dalam kajian matematik Melayu khususnya menerusi versi Melayu '*Alam al-Husab fi 'ilm al-Hisab*. Satu lagi teks klasik yang sama ditemui kemudiannya dalam koleksi Tuan Haji Wan Mohd Saghir Abdullah di Gombak Selangor. Teks ini kemudiannya disebarikan menerusi terbitan semula versi naskhah salinan foto oleh Khazanah Fataniyyah di bawah kelolaan Tuan Haji berkenaan. Usaha menyebarkan secara lebih luas karya ini adalah bertujuan untuk memelihara warisan silam yang agung ini.

Di Universiti Putra Malaysia, satu kumpulan penyelidik diketuai Dr Habshah Ismail, di Institut Penyelidikan Matematik universiti berkenaan berusaha untuk mantahkik dan menganalisis kandungan teks warisan ini secara lebih mendalam lagi. Makalah ini pun dihasilkan dalam rentetan yang sama sebagai usaha melihat isi kandungan teks secara yang lebih mendalam. Dalam kesempatan ini, tajuk yang dipilih untuk dianalisis berkaitan dengan teori kombinatorik dan kebarangkalian. Semoga teks tersebut dikaji sepenuhnya dalam siri kajian yang seterusnya.

¹ Dalam kunjungan terakhir saya bersama rakan penyelidik UPM ke Akademik Islam Nilam Puri pada Julai 2010, koleksi Mufti berkenaan tiada lagi dipamerkan di atas rak terbukanya. Kumpulan kami terdiri daripada Dr Habsah Ismail, Dr Rohani Ahmad Tarmizi, Dr Wan Zah Wan Ali dan saya sendiri.

KANDUNGAN RINGKAS MATEMATIK RAUDAH AL-HUSSAB AL-KHATIB

Raudah al-Hussab fi 'ilm al-Hisab ditulis pada 1307 Hijriyyah oleh Syeikh Ahmad bin Abdul Latif al-Khatib. Karya ini berbahasa Arab. Versi Melayunya ditulis tiga tahun kemudian, bertajuk *Alam al-Hussab fi 'ilm al-Hisab*. Walaupun tajuknya berbahasa Arab tetapi isi kandungannya ditulis dalam bahasa Melayu. Karya ini menjadi simbol perbincangan matematik tradisi Melayu di bawah pengaruh Islam. Teks Syeikh Ahmad yang di atas memperlihatkan kandungan piawai perbincangan matematik tradisi Islam yang diajar kepada pelajar Nusantara yang memperdalam ilmu di pusat pengajian tradisi Islam. Kurikulum seperti yang diperlihatkan dari teks berkenaan masih diajar dalam sistem berkenaan ataupun dalam bentuk penulisan yang lebih moden.

Sebagai gambaran perbincangan matematik dalam pengajian tradisi di rantau ini, marilah kita perhatikan kandungan *Raudah al-Hussab* Syeikh Ahmad al-Khatib dari Minangkabau, yang pernah menjawat imam Masjid al-Haram Makkah, imam dari kalangan penduduk rantau Melayu yang pertama di tanah suci itu:

- Bab 1: Integer, operasi asas aritmetik, modulo(7) dan modulo(8), punca kuasa dua, punca kuasa tiga, punca kuasa empat dan punca kuasa lima.
- Bab 2: Pecahan, operasi asas melibatkan pecahan dan masalah surd.
- Bab 3: Pecahan perpuluhan, operasi asas, masalah punca kuasa dua nombor perpuluhan.
- Bab 4: Masalah harian yang menyentuh agama, pertukaran, urusniaga, matawang dan yang seumpamanya.
- Bab 5: Tentang muamalat yang berkaitan dengan sistem kewangan, riba, upah mengupah, zakat, harta campuran dan perkongsian.
- Bab 6: Aljabar dan mencari nilai anu dalam persamaan, masalah *Rasyikat* al-Biruni, kaedah penghampiran *al-khata'ain*, masalah kuadratik, siri, masalah berbentuk persamaan Diofantus.
- Bab 7: Geometri dan penyelesaian, segitiga, bulatan, segienam, elips, sfera, selinder, bentuk khemah, ketinggian bukit dan objek, janjang aritmetik dan geometri, pilihaturan, gabungan serta masalah kombinatorik yang lain.

KONSEP PILIHATURAN DAN GABUNGAN DALAM 'ALAM AL-HUSSAB

Masalah pilihaturan dan gabungan dibincangkan dalam bab aljabar dalam 'Alam al-Hussab dan bab terakhir dalam *Raudah al-Hussab*. Pilihaturan dalam peristilahan Arab ialah *tabadul* manakala *tawafuq* adalah istilah untuk gabungan. Al-Khatib mentakrifkan *tabadul* sebagai "yaitu mencari bilangan kali-kali yang hasil daripada mempertukarkan tempat-tempat sesuatu yang maklum dan jika banyak bilangan yang akan dipertukarkan tempatnya itu nescaya banyak pula rupa-rupa kalinya".²

Ini diterangkan seperti susunan dua huruf a dan b mempunyai dua kemungkinan iaitu ab dan ba . *Tabadul* tiga huruf a, b, c pula mempunyai enam kemungkinan iaitu abc, acb, bac, bca, cab dan cba .

Ini bermakna susunan empat huruf yang berbeza boleh ditentukan dengan pendaraban bilangan objek dengan semua integer yang lebih kecil daripadanya. Bagi kes pilihaturan untuk empat objek yang berbeza ialah $4 \times 3 \times 2 \times 1$ yang ditulis sebagai $4!$, dalam tandaan yang lebih terkini. Hal ini boleh diitlakkan untuk n objek, yang rumus kemungkinan susunannya ialah $n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1$ atau disingkatkan sebagai $n!$ Al-Khatib menerangkan rumus ini seperti dalam ungkapannya yang berikut:

2 'Alam al-Hussab, hal.163

/ 163.21 / (kaedah yang pertama) Apabila ditakdirkan akan bilangan yang maklum daripada jenis yang bersalah-salahan dan hendak diketahui akan bilangan rupa-rupa tukarnya bermula kaifatnya bahawa dipukulkan akan halaqah *silsilah* (salasilah) itu daripada satu sampai kepada bilangan yang dikehendaki itu seperti bahawa dipukulkan akan satu kepada dua dan dua kepada tiga. Dan hasilnya kepada empat dan seperti itulah hingga sampai kepada bilangan yang dikehendaki.

Dalam kes susunan lima lelaki yang diundang untuk menikmati makanan dalam satu hidangan pula susunan yang boleh dilakukan ialah sebanyak $5!$ Atau 120. Inilah yang diterangkan oleh al-Khatib dalam contohnya yang berikut:

/ 163.25 / (misalnya) Lima orang muafakat akan bersama-sama makan pada dulang yang satu selama boleh bertukar-tukar tempat duduk makan mereka itu maka berapa kali boleh berhimpun makan mereka itu pada satu dulang itu maka hendaklah dipukulkan satu kepada dua dan dua kepada tiga dapat enam. Dan enam kepada empat dapat dua puluh empat. Dan ia kepada lima dapat seratus dua puluh dan yaitu bilangan yang boleh berhimpun mereka itu makan pada dulang yang satu.

Akan tetapi perlu diperhatikan apabila kes hidangan disusun mengikut meja yang bulat, maka jumlah susunan yang mungkin bagi kes yang di atas ialah $4!$, kerana dalam susunan tersebut terdapat 5 kali susunan yang serupa berlaku kerana bentuk membulatnya berbanding susunan yang lurus.

Kes kedua dalam penyusunan pilihaturan yang melibatkan sebilangan objek yang sebahagian komponennya serupa. Al-Khatib memberi contoh bahawa seorang mempunyai 6 piring yang terdiri daripada 3 piring tembaga, 2 piring kaca dan satu piring kayu. Berapakan kemungkinan susunan yang boleh dilakukan untuk membentuk hidangan dengan enam piring? Al-Khatib memberikan rumusnya sebagai

$$\frac{6!}{3!2!} = 60.$$

Rumus ini diterangkan seperti dalam huraianya yang berikut:

/ 164.1 / Kepadanya akan bilangan yang dituliskan itu (misalnya) satu orang ada padanya tiga piring tembaga dan dua piring {sini} dan satu piring kayu pada satu dulang maka bersumpah ia dengan bahawa akan diberi makannya daripada dulang itu akan {g}urunya tiap-tiap satu hari satu kali selama boleh berlain-lain susun piring itu tiap-tiap makan maka berapa hari boleh diberinya makan dengan piring itu supaya boleh jangan kena sumpah ia maka hendaklah dipukulkan akan bilangan piring itu dengan tertib bilangan piring itu seperti bahawa dipukulkan akan satu kepada dua dan dua kepada tiga dapat enam dan enam kepada empat dapat dua puluh empat. / 164.7 / Dan ia kepada lima dapat seratus dua puluh dan ia kepada enam dapat tujuh ratus dua puluh maka hendaklah dihafaz akan dia dan kemudian itu maka hendaklah dipukulkan akan halaqah jenis piring tembaga yaitu tiga seperti bahawa dipukulkan akan satu kepada dua dan dua kepada tiga nescaya dapat enam dan dipukulkan pula akan halaqah jenis piring sini yaitu dua nescaya dapat dua dan halaqah jenis piring kayu yaitu satu dan tiada berb{e}kas pukulnya dan kemudian itu maka hendaklah diperpukulkan akan segala hasil itu seperti bahawa dipukulkan satu kepada dua dan dua kepada enam nescaya dapat dua belas. / 164.13 / Dan {dibahagi} kepadanya akan bilangan yang dihafaz itu yaitu tujuh ratus dua puluh nescaya dapat enam puluh maka yaitu bilangan yang mu {ng} kin padanya bagai-bagai susun piring-piring itu dan jika diberi makannya akan gurunya pada enam puluh hari nescaya lepaslah ia daripada sumpah itu.

Kaedah umum bagi penyusunan n objek dengan bilangan x , y dan z yang serupa supaya $z = x + y + n$ diberikan oleh rumus

$$\frac{n!}{x!y!z!}$$

Mengenai kaedah ini, al-Khatib menerangkannya seperti yang berikut:

/ 163.29 / (kaedah yang kedua) apabila ditakdirkan akan beberapa bilangan daripada beberapa jenis-jenis yang berbaki-baki dan diminta rupa-rupa tukarnya yang mungkin maka hendaklah dilihat akan buah sekalian jenis dan pukulkan akan halaqah *silsilahnya* seperti yang telah lalu pada kaedah yang pertama dan hasilnya hendak dituliskan pada satu *satar* dan kemudian itu dipukulkan pula akan {haqlah} tiap-tiap bilangan yang ada pada tiap-tiap jenis dan dipelihara akan pula akan hasil tiap-tiap dan kemudian itu maka hendaklah diperpukulkan akan hasil tiap-tiap itu dan hasilnya hendaklah dibahagi.

Kes susunan r daripada n objek yang berbeza pula, al-Khatib memberikan rumusnya sebagai

$$\frac{n!}{(n-r)!}$$

Rumus ini biasanya ditandakan sebagai ${}^n P_r$ atau ${}^n P_r$ dalam tandaan simbolisme kini. Contoh yang diberikan ialah pilihan 3 piring daripada 4 piring berwarna putih, hitam, merah, kuning ialah 24 cara. Kaedah dan contoh boleh diperhatikan dalam huraianya seperti yang di bawah:

/ 164.16 / (kaedah yang ketiga) jika ditakdirkan akan bilangan yang bersalah-salahan jenis dan diminta daripada segala jenis itu akan bilangan yang maklum kepadanya yang bertukar-tukar susunnya maka beberapa kali boleh {terupa} pada jumlah jenis itu oleh susunnya. (misalnya) satu orang ada padanya empat piring satu putih dan kedua hitam dan yang ketiga merah dan yang keempat kuning. / 164.19 / Dan ada pula padanya satu talam boleh muat tiga piring dan bersumpah ia dengan bahawa akan diberi makannya pada talam itu akan gurunya pada tiap-tiap satu hari satu kali selama boleh dipertukarkan akan tertib wad'u (letak) piring itu di atas talam itu maka kaifiatnya bahawa dipukulkan akan bilangan piring itu kepada bilangan yang kurang daripada bilangan dengan satu dan hasilnya kepada bilangan yang kurang dua dan hasilnya dipukulkan kepada yang kurang tiga daripada bilangan piring itu dan seperti itulah hingga sampai bilangan pukul itu sekadar bilangan yang diambil pada tiap-tiap kali dengan kurang satu daripada misal ini dipukulkan akan empat bilangan piring itu kepada bilangan piring yang kurang satu yaitu tiga nescaya dapat dua belas. / 164.27 / dan dipukulkan pula ia kepada dua bilangan yang kurang daripada bilangan piring itu dengan dua. Nescaya dapat dua puluh empat dan yaitu kadar bilangan yang mungkin bersalah-salahan susun piring itu dan adalah pukulan padanya dua kali dan bilangan yang kurang satu daripada bilangan yang diambil pada tiap-tiap kali yaitu tiga mata adalah hari memberi makan itu dua puluh empat hari dan kenyataannya bahawa engkau takdirkan piring yang empat itu (*alif ba ta tha*) maka engkau ambil tiap-tiap satu huruf daripadanya dengan dua daripada saudaranya dengan berlain *wad'u* (letak) nescaya dapat yang dimulai dengan *alif* enam dan yang dimulai dengan *ba* enam pula dan yang dimulai dengan *ta* enam pula dan yang dimulai dengan / 165.1 / *tha* enam pula dan jumlahnya dua puluh empat inilah rupanya:

Dimulai dengan alif	dimulai dengan ba	dimulai dengan ta	dimulai dengan tha
<i>Alif ba ta</i>	<i>ba ta alif</i>	<i>ta tha alif</i>	<i>tha alif ta</i>
<i>Alif ba tha</i>	<i>ba ta tha</i>	<i>ta tha ba</i>	<i>tha alif ba</i>
<i>Alif ta ba</i>	<i>ba tha alif</i>	<i>ta ba tha</i>	<i>tha ba alif</i>
<i>Alif ta tha</i>	<i>ba tha ta</i>	<i>ta ba alif</i>	<i>tha ba ta</i>
<i>Alif tha ba</i>	<i>ba alif ta</i>	<i>ta alif tha</i>	<i>ba ta alif</i>
<i>Alif tha ta</i>	<i>ba alif tha</i>	<i>ta alif ba</i>	<i>tha ta ba</i>

Maka dengan demikian itu nyata bagi engkau akan bahawasanya tiap-tiap satu susun daripada yang dua puluh empat itu bersalah-salahan susunnya

Perbincangan tentang teori gabungan objek pula, mengikut al-Khatib, hampir sama dengan teori pilihaturan, kecuali dalam kes ini tertib kedudukan objek tidak diambil kira. Ini diterangkannya dalam perenggan yang berikut:

/ 165.11 / (fasal yang keenam) Pada menyatakan kaifiat mengetahui bilangan kali-kali rupa yang mungkin daripada mempercampurkan jenis yang bersalah-salahan dan amalnya bab ini seperti amalannya bab yang sebelum ini tetapi di sini tiada dibilangan bersalah-salahan tertib seperti ini (*alif ba*) tiada ada padanya melainkan satu kali susun saja kerana tiada dibilangan bersalah-salahan tertib dan jika dicampurkan kepadanya akan satu huruf lagi seperti ini (*alif ba ta*) nescaya dapat padanya tiga macam dan yaitu (*alif ba*) dan (*alif ta*) dan (*ta ba*) adapun bab ini di {hasar}kan pada dua kaedah.

Apabila terdapat n objek lalu dipilih gabungan r objek daripadanya maka terdapat sebanyak $\frac{n!}{r!(n-r)!}$. Bilangan ini biasanya ditanda sebagai nC_r atau nC_r . Rumus ini diperolehi daripada hubungan $r! {}^nC_r = {}^nP_r$, iaitu dalam setiap r objek yang dianggap berbeza dalam pilihaturan, hanya dibilang sekali dalam proses kombinasi gabungan. Sebagai contohnya apabila 6 objek dipilih 3 daripadanya maka hasilnya ialah $\frac{6!}{3!3!} = 20$. Pengiraan ini diberikan oleh al-Khatib dengan contoh pemilihan 3 ekor kambing daripada 6 ekor. Setiap pemilihan diberikan 4% keuntungan, maka keseluruhannya tuan kambing mendapat 80% keuntungan daripada urusan tersebut. Perhatikan penerangan dan contoh al-Khatib tentang bab ini:

/ 165.16 / (kaedah yang pertama) apabila ditakdirkan beberapa jenis yang bersalah-salahan dan diminta daripadanya akan bilangan susunan apabila diambil daripadanya bilangan yang maklum pada tiap-tiap kali maka hendaklah dipukulkan akan bilangan jenis itu kepada bilangan yang kurang daripada bilangannya dengan satu dan hasilnya kepada yang kurang dua dan seperti itulah diperbuat hingga dapat kali-kali pukul dengan sekadar bilangan yang diambil daripada tiap-tiap kali itu dan dihafaz akan hasilnya. / 165.21 / dan kemudian dipukulkan akan satu kepada dua dan hasilnya kepada tiga dan seperti itulah hingga sampai bilangan pukulan sekadar bilangan yang diambil pada tiap-tiap kali dan dibahagi kepada hasilnya akan bilangan yang dihafaz dan hasil bahagian yaitu bilangan yang majhul itu. (Misalnya) satu orang kaya berkata ia kepada tukang kambing ada padanya enam ekor kambing jika engkau datangkan kepada {kutik-kutik} daripada kambing engkau itu sekali kemudian sekali dengan bersalah-salahan susunnya nescaya boleh aku kasi engkau pada tiap-tiap satu kali akan empat peratus maka beberapa peratus dapat tukang kambing itu. / 165.27 / Jika didatangkan seperti kata orang kaya itu maka hendaklah dipukulkan akan enam bilangan kambing itu kepada lima nescaya dapat tiga puluh dan dipukulkan pula ia kepada empat nescaya dapat seratus dua puluh maka hendaklah dihafaz akan dia kerana telah sampai bilangan pukulan dua kali dan yaitu kurang satu daripada bilangan yang diambil pada tiap-tiap kali dan kemudian itu dipukulkan akan satu kepada dua dan dua kepada tiga dapat

enam dan cukuplah bilangan pukulan sekadar yang diambil pada tiap-tiap satu kali maka hendaklah dibahagi akan bilangan yang dihafaz itu kepada enam itu nescaya / 166.1 / dapat dua puluh dan yaitu kadar bilangan yang terupa padanya mendatangkan kambing itu dengan bermacam-macam susunnya maka hendaklah dipukulkan akan dia kepada empat bilangan peratus nescaya dapat lapan puluh peratus dan yaitu bilangan wang yang akan dikasi orang kaya itu kepada tukang kambing itu.

Kes khusus dalam bab ini ialah apabila pemilihan satu objek daripada n objek yang berbeza maka hanya ada n pilihan yang mungkin. Apabila terdapat r set objek yang mempunyai masing-masingnya $n_1, n_2, n_3, \dots, n_r$ objek, maka pilihan r objek dengan mengambil satu objek dari setiap kumpulan itu, maka terdapat $n_1 n_2 n_3 n_r$ kesemuanya seperti yang diterangkan oleh al-Khatib dalam perenggan yang berikut:

/ 166.4 / (kaedah yang kedua) apabila ditakdirkan beberapa bilangan daripada beberapa jenis yang diminta beberapa bilangan macam susunnya yang bersalah-salahan yang hasil demikian itu daripada bilangan yang maklum yang diambil daripada jenis-jenis yang bersalah-salahan maka kaifiatnya bahawa dipukulkan akan yang pada jenis yang pertama kepada bilangan yang pada jenis yang kedua dan hasilnya kepada bilangan yang pada jenis yang ketiga dan seperti itulah hingga habis jenis-jenis itu dan hasil yang akhir yaitu bilangan rupa susunnya. / 166.8 / (misalnya) lima sangkar burung yang pertama enam {perpati} dan yang kedua padanya lapan {balam} dan ketiga padanya lima {titran} dan yang keempat padanya tujuh puyuh yang kelima padanya sepuluh burung bayan maka jika hendak mengambil kita akan lima ekor burung itu tiap-tiap satu daripada tiap-tiap sangkar dan dipermacam-macamkan susun yang lima itu tiap-tiap satu kali berlain-lain susunnya maka berapa kali boleh terupa susunnya yang bersalah-salahan maka hendaklah dipukulkan akan bilangan burung sangkar yang pertama yaitu enam kepada bilangan burung sangkar yang kedua yaitu lapan nescaya dapat empat puluh lapan. Dan ia kepada burung sangkar ketika yaitu lima nescaya dapat dua ratus empat puluh. / 166.15 / dan dipukulkan pula ia kepada bilangan burung sangkar yang keempat yaitu tujuh nescaya dapat seribu enam ratus lapan puluh dan dipukulkan pula ia kepada bilangan burung. Sangkar yang kelima yaitu sepuluh nescaya dapat enam belas ribu dan lapan ratus dan yaitu bilangan kali-kali macam susunnya pada tiap-tiap satu kali lima ekor daripada lima sangkar dan pada tiap-tiap satu kali susun burungnya berlain-lain.

TEORI GABUNGAN AL-KHATIB SEBAGAI LANJUTAN KAJIAN AL-BANNA'

Dalam tamadun Arab, Ikhwan al-Safa menyelidiki kombinasi nisbah nombor dalam kajian nota muzik. Akan tetapi kajian ini adalah kajian kefasafahan, bukannya kajian secara aljabar. Demikian pula, Jabir ibnu Hayyan dalam kurun ke-9 mengkaji teori gabungan unsur alam berkaitan dengan masalah kesihatan yang mungkin pengaruh daripada perubatan India. Beliau turut mengemukakan teori gabungan berkaitan pancalogam dalam teori kimia mengenai raksa dan plumbum. Pilihaturan dihubungkan oleh ahli nahu Arab yang terkenal bernama Khalil bin Ahmad untuk menggubah kalimah dalam puisi, berbentuk pilihaturan membulat. Beliau mengkaji susunan 28 huruf Arab untuk dibentuk kalimah asas kata perbuatan dalam bahasa Arab yang terdapat 2, 3, 4 atau lebih huruf. Kata perbuatan asas paling lazim dalam bahasa Arab berbentuk *thulathi* yakni tiga serangkap di atas wazan *fa`ala* (*fa*, *ain*, *lam*). Teori pilihaturan ini dinyatakan dalam bukunya *al-Ain* yang ditulis dalam kurun ke-8. Secara jelas, teori ini berkembang dalam tradisi pengajian tamadun Islam berkaitan rapat dengan sistem nilai pengkajinya yang melihat teori matematik sebagai alat penyelesaian masalah masyarakat sama ada berkaitan dengan kehidupan harian, urusan agama atau perkembangan intelek.

Kajian teori gabungan secara aljabar dapat dikesan dalam penulisan tamadun Islam yang dimulakan oleh Ibnu al-Mun'im dari Morocco menerusi karyanya *Fiqh al-Hisab*. Beliau berasal dari Sepanyol. Namun kajian yang dilakukan oleh Sama'wal al-Maghribi dan Kamaluddin al-Farisi juga penting dalam teori berkenaan.

Sama'awal al-Maghribi menghuraikan tentang pilihaturan 6 daripada koleksi 10 objek dan menyenaraikan sebanyak 210 cara dalam *al-Bahir*. Kamaluddin al-Farisi menerusi karyanya *Tadhkirah al-Ahbab* (kurun ke-13) mengkaji jujukan berbentuk

$$1, 1+2, 1+2+3, 1+2+3+4, 1+2+3+4+5, \dots$$

lalu menunjukkan hubungan rumus

$${}^{n+1}C_2 = 1+2+3+\dots+n = \frac{1}{2} n(n+1).$$

Di Afrika dan Sepanyol, aljabar Muslim turut berkembang pesat. Tokoh Afrika yang terkenal dalam aljabar ialah Ibnu al-Banna' al-Marrakusy di Morocco yang menempa sejarah gemilang dalam kurun ke-14 dan 15. Ibnu Khaldun adalah seorang pelajarnya yang pintar dalam ekonomi dan matematik. Beliau menulis karya aljabar yang terkenal iaitu *Kitab Talkhis* dan *Kitab al-Jabr wa'l-Muqabalah* dalam kurun ke-14.

Ibnu al-Banna' telah menulis kembali teori gabungan Ibnu al-Mun'im (kurun ke-13) menerusi karyanya yang bertajuk *Raf'u al-Hijab* dan *Tanbih al-Albab* pada lewat kurun ke-13 dan awal kurun ke-14. Ibnu al-Banna' memberi rumus gabungan r objek daripada n objek sebagai

$${}^nC_r = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{1,2,3\dots r}$$

Secara khusus, beliau menunjukkan kes contoh untuk $r = 3$, boleh juga digunakan rumus

$${}^nC_3 = 1 + 3 + 6 + \dots + \frac{1}{2} (n-2)(n-1) = \frac{1}{6} n(n-1)(n-2).$$

Ibnu al-Banna' menggunakan istilah *tawafuq* untuk gabungan manakala istilah *ta'lifat* untuk pilihaturan. Beberapa rumus yang dikemukakan oleh Ibnu al-Banna' adalah seperti yang berikut:

$${}^nC_2 = \frac{1}{2} n(n-1)$$

$${}^nC_3 = {}^nC_2 \frac{1}{3}(n-1) = \frac{1}{2} n(n-1) \cdot \frac{1}{3}(n-2) = \frac{1}{6} n(n-1)(n-2).$$

$${}^nC_4 = {}^nC_3 \frac{1}{4}(n-3) = \frac{1}{24} n(n-1)(n-2)(n-3)$$

$${}^nC_5 = {}^nC_4 \frac{1}{5}(n-4) = \frac{1}{120} n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)$$

dan secara umumnya: ${}^nC_r = {}^nC_{r-1} \frac{1}{r(n-r)}$. Beliau memberi hubungan pula antara pilihaturan dan gabungan melalui rumus khusus

$${}^nP_3 = 6 {}^nC_3$$

$${}^nP_4 = 24 {}^nC_4.$$

Hubungan yang umum ialah

$${}^n P_r = r! {}^n C_r.$$

Menerusi hubungan ini, beberapa rumus lain yang diterbitkan beliau antaranya ialah:

$${}^n P_r = n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)$$

$${}^n P_n = n(n-1)(n-2)\dots 3.2.1 = n!$$

$${}^n P_r = {}^n C_r r(r-1)(r-2)\dots 3.2.1$$

$${}^{n+1} C_r = {}^n C_r + {}^n C_{r-1}.$$

Aljabar Ibnu al-Banna' kemudiannya berkembang ke Sepanyol. Ibnu al-Banna' dan tokoh aljabar Sepanyol iaitu al-Qalsaldi memulakan penulisan aljabar secara bersimbol. Al-Qalsaldi menulis kembali karya Ibnu al-Banna' serta memantapkan penggunaan simbol dalam rumus aljabar. Peristiwa penulisan aljabar secara simbolisme ini berlaku pada kurun ke-14 dan 15. Dalam kurun tersebut Eropah baru memulakan ambang kecerahan atau Renaisans. Teori kombinatorik dibincangkan oleh ahli matematik Islam dalam bab kecil perbincangan aljabar. Ilmu aljabar Islam menempa sejarah yang panjang sejak diasas oleh al-Khawarizmi lalu diwarisi generasi demi generasi hingga ke zaman Ibnu al-Banna dan Ibn al-Yasamin.

Ibnu al-Yasamin ialah seorang ahli aljabar Islam yang bergiat di sekitar Morocco. Beliau ialah menulis *al-Arjuzah Ibn al-Yasamin*. Karya ini ditulis dalam bentuk puisi yang indah tentang intisari aljabar al-Khawarizmi. Ibnu Hamzah al-Maghribi yang menulis *Tuhfah al-'Adad li dhawi al-Rusyd wa-l-Rasyad* juga perlu dinyatakan di sini kerana beliau menulis tentang konsep eksponen dan logaritma.

Dalam urutan perkembangan aljabar, perlu disebut satu lagi nama yang sering tertinggal iaitu Bahauddin al-'Amili yang menulis *Khulasah al-Hisab* dalam kurun ke-17. Beliau adalah ahli matematik tamadun Islam yang terakhir dalam rangkaian tokoh matematik agungunya. Selepas beliau, aljabar telah berpindah ke Eropah di tangan Fermat, Gauss, Euler dan Dirichlet. Al-Amili hidup sezaman dengan Fermat. Al-Amili menyatakan bahawa persamaan $x^3 + y^3 = z^3$ tidak dapat diselesaikan. Pada selang masa yang berdekatan, Fermat menyatakan bahawa persamaan tersebut tidak mempunyai penyelesaian. Sejak itu, giliran Eropah pula membangun ilmu algebra dalam pelbagai cabangnya.

Karya aljabar Islam yang ditulis oleh Ibn al-Yasamin, Sama'wal al-Maghribi, al-Qalsaldi, Ibnu al-Banna, Ibnu Hamzah al Maghribi, al-Turtusi dan al-Amili sebahagiannya mengalir ke seluruh pusat pengajian ketika itu sama ada di rantau umat Islam atau pun di Eropah. Teori kombinatorik yang dibincangkan dalam karya-karya tersebut turut mempengaruhi kajian di seluruh rantau berkenaan.

Adapun al-Khatib pula, merupakan generasi terakhir ilmuwan Islam yang mewarisi perbincangan aljabar Islam menerusi pusat pengajian tradisi Islam. Beliau menuntut ilmu di Makkah dalam ilmu warisan Islam termasuk falak dan aljabar. Karya al-Amili, al-Turtusi, Ibn al-Yasamin dan angkatannya dalam aljabar masih dipelajari dalam halakah pengajian di Masjidil Haram, Makkah. Al-Khatib menguasai pelbagai bidang ilmu agama dan matematik dalam skema pengajian tersebut. Beliau menguasai ilmu usul fiqh tentang pembinaan hukum syariah. Di atas kesepaduan ilmunya itu, kemudiannya dilantik menjadi khatib dan guru di Masjidil Haram oleh wibawa al-Syarif Makkah. Penulisan buku *Alam al-Hussab* dan *Raudah al-Hussab* ditulis ketika beliau mengajar di masjid berkenaan khususnya kepada pelajar Melayu yang berkunjung ke Tanah Suci. Pengiraan bermatematik tersebut ada hubungannya pula dengan ilmu falak yang memerlukan pengetahuan matematik, aljabar, trigonometri dan geometri. Al-Khatib turut menghasilkan beberapa teks ilmu falak dalam bahasa

Arab dan Melayu. Sepupunya, Syeikh Tahir Jalaluddin yang menjadi teman dan muridnya ketika di Makkah menempa nama yang gemilang dalam bidang falak di rantau Melayu pada pertengahan kurun ke-20.

Khusus tentang tajuk kombinatorik, kita dapat perhatikan betapa kajian Ibnu al-Banna, al-Amili serta angkatannya mempengaruhi pendekatan al-Khatib dalam penulisan karya aljabarnya itu. Sesungguhnya teori tersebut dikaji secara bersepadu dengan ilmu agama yang lain yang diajar kepada pelajar Melayu di Masjid al-Haram pada peringkat tertentu. Pendekatan ini merupakan pendekatan tradisi Islam yang melihat seluruh ilmu dalam satu ikatan epistemologi yang bersepadu yang dikaji untuk memenuhi tuntutan fardu kifayah. Itulah sistem nilai disebalik perbincangan tajuk berkenaan dalam aljabar Islam. Sistem nilai ini semakin lama semakin terhapus dalam perkembangan globalisasi ilmu khususnya apabila falsafah dualisme Barat menjelma di rantau umat Islam selepas era penjajahan dan kolonialisme.

Kombinatorik Sebagai Cabang Ilmu yang Sarat Nilai

Antara sebab awal perbincangan pilihaturan dan gabungan menjadi perbincangan ilmuwan Muslim ada kaitannya dengan masalah agama yang berkaitan dengan hukum fiqh. Perhatikan satu masalah asas yang dikemukakan oleh Ibnu al-Banna dalam *Raf'u al-Hijab*.

Seorang lelaki telah lupa melakukan empat sembahyang fardu yang berlainan, setiap sembahyang pada hari yang berlainan dan beliau tidak mengetahui tertib sembahyang yang terlupa itu.

Pengarang tersebut memberikan penyelesaiannya kaedah mengada kembali sembahyang yang tertinggal mengikut kaedah pilihaturan membulat:

Cara penyelesaiannya ialah beliau sembahyang empat sembahyang yang berlainan dalam sebarang tertib yang ia suka, kemudian mengulangi tertib yang sama kali keduanya serta mengulanginya sekali lagi kali yang ketiga dan akhirnya ia sudahi dengan sembahyang yang ia mulakan pada kali pertama dulu.

Penyelesaian yang diberikan Ibnu al-Banna' menyentuh persoalan hukum fiqh yang mengambil kira tertib sembahyang yang tertinggal itu. Kaedah penyelesaiannya ialah dengan mempertimbangkan set $\{a,b,c,d\}$ yang menggambarkan sembahyang yang berlainan. Maka dalam susunan set baru $\{a,b,c,d,a,b,c,d,a,b,c,d,a\}$ mana-mana tertib yang mungkin telah berada dalam susunan tertib itu dengan menganggap sembahyang kali kedua adalah sunat sahaja apabila sembahyang yang dikada telah berada dalam tertib pertama. Keadaan ini boleh menyelamatkan masa daripada melakukan sembahyang dalam $4!$ kemungkinan yang setiap kemungkinan itu dilakukan 4 sembahyang yang berasingan.

Demikian pula al-Khatib membincangkan persoalan kombinatorik yang penuh sarat nilai masyarakat Islam. Dalam satu daripada contohnya, al-Khatib membincangkan masalah ini yang dikaitkan dengan nazar dan sumpah dalam bab fiqh. Perhatikan masalah tersebut yang dinyatakan dalam *Raudah al-Hussab*:³

Seorang lelaki mempunyai empat piring berwarna putih, merah, hitam dan kuning serta satu dulang yang memuat tiga piring. Beliau *bersumpah* ingin memberi makan tuan gurunya satu hidangan sehari selama beberapa hari menggunakan piring tersebut yang disusun secara berlainan di atas dulang tersebut. Berapa hariakah beliau harus melakukannya supaya beliau terlepas daripada sumpahnya itu?

3 *Raudah al-Hussab*, hal. 174

Al-Khatib memberikan jawapannya bahawa lelaki itu perlu menyediakan hidangan selama 24 hari berturut-turut. Bilangan hari ini diperoleh menerusi rumus 4P_3 iaitu

Banyak persoalan fiqh atau persoalan harian yang memerlukan analisis berkaitan dengan kombinatorik. Latar belakang inilah yang menjadi faktor perkembangan tajuk ini dalam aljabar Islam. Dalam contoh yang lain pula, persoalan harian berkaitan dengan urusan sekumpulan kambing diberikan sebagai contoh:⁴

Seorang saudagar berkata kepada seorang penternak yang mempunyai sekumpulan enam ekor kambing, "Berikan saya kambing anda dalam bentuk dua kumpulan yang mempunyai 3 ekor dan setiap kombinasi anda, saya akan berikan 4 *barat*". Berapa *baratkah* yang diperoleh oleh penternak tersebut?

Al-Khatib memberikan jalan penyelesaiannya dan jawapannya, iaitu penternak dibayar 80 *barat*. Nilai ini diperolehi menerusi 20 kombinasi kumpulan yang mungkin. Bilangan kumpulan ini pula diperoleh menerusi rumus ${}^6C_3 \cdot {}^3C_3$ iaitu $\frac{6!}{3!3!} = 20$.

Al-Khatib memberikan contoh yang lain dalam bab ini kerkaitan dengan burung nuri dalam beberapa sangkar.

Terdapat lima sangkar yang setiapnya mempunyai 6, 8, 5, 7, 10 ekor burung nuri. Andainya seekor burung diambil daripada setiap sangkar, berapakah kemungkinan kombinasi boleh dilakukan?

Al-Khatib memberikan jawapannya sebagai 16,800 kemungkinan. Nilai ini diperolehi menerusi rumus

$${}^6C_1 \cdot {}^8C_1 \cdot {}^5C_1 \cdot {}^7C_1 \cdot {}^{10}C_1$$

yang berkahir dengan $6 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 10 = 16,800$. Beliau cuba membawa pelajarannya menghayati aspek masalah tempatan Alam Melayu yang terkenal dengan burung nuri yang cantik serta pandai mengulang percakapan yang didengarnya. Pemeliharaan burung nuri dalam sangkar menjadi satu hobi kepada sebahagian masyarakat tempatan ketika itu. Masalah kombinatorik yang menjadi latar belakang teorinya disesuaikan dengan sistem nilai tempatan agar aljabar menjadi ilmu mesra masyarakat selain berfungsi dalam penyelesaian masalah umat khususnya masalah yang melibatkan hukum fiqh.

Sesungguhnya matematik berkembang secara bersepadu dengan budaya serta sistem nilai masyarakat. Inilah latar belakang perkembangan matematik sejak zaman Yunani merentasi keagungan matematik Islam lalu diwarisi pula oleh Eropah.

Seseorang pengkaji dapat memerhatikan pula perkembangan teori kebarangkalian dalam masyarakat Eropah berkait rapat pula dengan budaya mereka. Motivasi perkembangan teori kombinatorik yang menerbitkan kajian kebarangkalian moden di Eropah berbeza daripada falsafah kajian kombinatorik dalam tamadun Islam. Perkembangan tajuk itu di Eropah dikaitkan dengan kebarangkalian dan kegiatan perjudian. Judi yang diharamkan Islam menjadi latar belakang perkembangan teori kombinatorik dan kebarangkalian Eropah.

Cardano menulis tentang teori kebarangkalian kerana minatnya yang mendalam tentang perjudian. Dalam sempena yang lain, Antoine Gombound dan Chavalier de Mere adalah saudagar judi Eropah yang mempunyai masalah tentang judi yang berkaitan dengan buah dadu lalu bertanya penyelesaian kepada Blaise Pascal. Pascal lalu menghubungi Fermat untuk menyelesaikannya dan

⁴ Raudah al-Hussab, hal. 175

akhirnya terhasillah teori kebarangkalian yang dikaitkan dengan kemungkinan permainan tersebut. Surat perhubungan antara dua tokoh tersebut dikaji pula oleh Christian Huygen lalu menulis teori kebarangkalian dalam karyanya *De Ratiociniss* (1657). Buku ini menerangkan konsep pertaruhan dalam judi serta kemungkinan untuk memenangkannya. Kajian disambung pula oleh Jacob Bernoulli dan de Moivre. Dalam kurun ke-18, Simon Laplace menulis *Theorie Analytique des Probabilities* yang menerangkan ruang sampel dan peristiwa. Duit siling dan buah dadu menjadi model utama teori kebarangkalian Laplace.

Secara jelas, judi yang diharamkan oleh semua agama samawi menjadi tema perkembangan teori kebarangkalian Barat menjelang kurun ke-17 sehingga teori berkenaan mantap dibincangkan selepas dua kurun berikutnya. Walaupun kini, statistik dan teori kebarangkalian mempunyai aspek emperikal dan gunaan lain yang sangat luas, khususnya dalam kajian data dan reka bentuk ujikaji saintifik, namun kelahirannya di Barat menerusi falsafah perjudian dan kuantitatif.

Menjelang kurun ke-20, lebih malang daripada konsep perjudian, Russell membawa statistik ke arah penafian kewujudan Tuhan. Russell menafikan hubungan sebab dan akibat atau prinsip ketersebaban semata-mata perinsip tersebut berakhir dengan sebab utama atau sebab sebenar setiap peristiwa, iaitu sebab ketuhanan. Untuk menafikan prinsip ini, tokoh logikisme British itu menyatakan hubungan ketersebaban adalah seperti hubungan pembolehubah x dan y dalam rumus $y = a + bx$ yang menerbitkan $x = (y-a)/b$, namun x bukanlah penyebab kepada y sebab y juga boleh dinyatakan sebagai fungsi x , tetapi kedua-duanya dihubungkan oleh hubungan matematik yang menghubungkan kedua-duanya secara tersirat. Sebagai pendokong mantik positifisme, Russell menyatakan bahawa: "*The law of causality, I believe, is a relic of bygone age, surviving like monarchy, only because it is erroneously supposed to do no harm*".

Dalam hubungan rumus matematik Russell, pembolehubah merdeka haruslah mempengaruhi pembolehubah yang bersandar, manakala kedua-dua pembolehubah tersebut pula boleh dihubungkan secara matematik-mantik.

Ada pula ahli positifisme cuba mentakrifkan sebab dan akibat menerusi hubungan implikasi bersyarat yang lemah, iaitu, jika x penyebab y , maka perubahan x menghasilkan perubahan dalam y . Akan tetapi pentakrifan ini kembali semula kepada prinsip ketersebaban yang asal.

Secara kebarangkalian pula, proses menentukan hubungan antara dua pembolehubah x dan y boleh dinyatakan sebagai keberangkalian bersyarat $P(y/x)$ yakni kebarangkalian y diketahui x telah berlaku. Hubungan kemestian perlulah $P(y/x) = 1$, $P(y/\sim x) = 0$, akan tetapi konsep ini kembali kepada prinsip ketersebaban lazim zaman klasik sejak zaman Aristotle walaupun diterangkan secara kuantitatif. Seseengah pengkaji mengubahsuai rumus tersebut secara nisbi yang menyatakan secara ketaksamaan $P(y/x) > P(y/\sim x)$. Ini mengubah konsep ketersebaban menjadi konsep kebarangkalian.

ETNOMATEMATIK MELAYU-ISLAM

Perbincangan tentang kombinatorik yang dikaji menerusi paksi budaya dan pemikiran Melayu-Islam yang dihuraikan oleh al-Khatib seperti dalam paparan yang lepas, merupakan satu sudut daripada ciri etnomatematik serumpun. Matematik ini lahir daripada sistem nilai dan pandangan semesta penulis yang dipengaruhi oleh latar belakang pendidikannya. Matematik Melayu-Islam pada hakikatnya merupakan kesinambungan matematik tamadun Islam yang agung, yang mengalir ke rantau rumpun Melayu sebagai satu cabang. Marilah kita merenungi kembali, pengaliran matematik induk tamadun Islam ke rantau ini.

Perkembangan sebenar matematik Melayu bermula dengan penyebaran Islam ke Alam Melayu. Kemasukan Islam ke rantau ini dijangka lebih awal daripada rekod bertulis yang wujud. Tanda kemasukan Islam ke rantau ini boleh dijejak sejak zaman khalifah ke-empat lagi, apabila peristiwa *tahkim* berlaku. Ada di antara para sahabat membawa diri ke timur berikutan dengan peristiwa yang menyayat hati itu. Alam Melayu adalah antara destinasi awal kerana kedudukan geografi rantau ini sebagai laluan jalan laut yang strategik antara barat dan timur.

Apabila Islam tersebar di Alam Melayu, urusan ibadat yang memerlukan pengiraan terus mendapat perhatian masyarakat. Zakat dan faraid memerlukan aljabar. Waktu sembahyang, gerhana matahari dan bulan, serta arah kedudukan kiblat memerlukan astronomi. Perbincangan usuluddin memerlukan mantik. Ibadat haji memerlukan pengetahuan falak, geografi dan geometri sfera. Maka desakan ibadat dan urusan keagamaan menjadi faktor awal perkembangan bidang matematik dalam peradaban Melayu di bawah pengaruh Islam.

Ada pendapat menyatakan bahawa kegiatan pembelajaran matematik dalam tradisi pengajian tradisi Melayu bermula sejak kurun ke-12. Zaman ini tidak lebih lewat daripada kemasukan matematik Islam ke Eropah yang dibawa oleh Fibonacci dalam kurun yang sama. Dalam kurun ke-15 dilaporkan universiti awal di Alam Melayu ditubuhkan di Aceh. Pusat pengajian tinggi tersebut telah menawarkan pelbagai bidang pengajian dalam agama, falsafah, kimia, mantik, perubatan dan astronomi. Kita menyaksikan perdebatan antara pemikiran mantik dan kesufian dua aliran yang besar di Aceh sekitar kurun ke-17. Hamzah al-Fansuri, Nuruddin al-Raniri, Saiful Rijal, dan angkatannya berhujah dengan hujah mantik kefalsafahan serta pemikiran yang mendalam tentang kosmos, ketuhanan dan kesufian, ketika Descartes, Hobbes dan Liebniz, mempersoalkan perkara yang sama di Eropah. Syeikh Muhammad Arshad al-Banjari mengira ketepatan arah kiblat masjid rantau Melayu menerusi trigonometri dan falak ketika Eropah berdebat tentang persoalan heliosentrik dalam bidang ilmu yang sama. Pelayar Nusantara membelah Laut Hindi dan laut China Selatan dengan jong dan lancang mereka sebelum Vasco da Gama mengetahui jalan ke India lewat kurun ke-15. Itu pun Vasco da Gama meminta pertolongan Ahmad ibn Majid untuk memandu jalannya dari Lisbon menuju Tanjung Harapan berpandukan lakaran atlas al-Idrisi. Alam Melayu menyaksikan kemunculan pusat pengajian tradisi di Patani, Sambas, Riau, Melaka, Bangkahulu, Mindanao, Brunei, dan Jawa ketika sebahagian Eropah diselimuti zaman yang mereka sendiri gelarkan sebagai zaman gelap gulita atau *the dark ages*.

Patani muncul sebagai tapak perkembangan ilmu yang pesat menjelang kurun ke-19. Gambaran kurikulum awal dalam pengajian tersebut tidak dinukilkan secara terperinci kerana tradisi mendokumentasi sejarah tidak menjadi budaya menyeluruh masyarakat setempat. Kita cuma mengetahui cebisan sejarah daripada peninggalan sejarah yang diperoleh menerusi peninggalan manuskrip dalam pelbagai bidang di seluruh rantau Alam Melayu. Syeikh Ahmad al-Fatani misalnya muncul sebagai ilmuwan Melayu yang memperlihatkan ciri kesepaduan ilmu apabila beliau menguasai dan menulis dalam pelbagai bidang ilmu termasuk falak, perubatan, matematik, usuluddin, fiqh, bahasa, kesusasteraan, perkamusan, kemasyarakatan, dan hubungan antarabangsa serta menyeru pembebasan rantau Melayu daripada penjajahan Inggeris, Belanda dan Sepanyol. Gandingannya bersama Syeikh Nawawi al-Bantani digeruni Belanda di Indonesia dan Inggeris di Tanah Melayu. Ilmuwan Melayu meninggalkan pelbagai karya ilmiah yang menyaksikan keagungan peradaban tempatan. Akan tetapi, koleksi tersebut hilang dalam khazanah serantau. Kita tidak mengharagai warisan sedemikian. Khazanah Alam Melayu dibawa balik oleh penjajah ke Negara mereka, sedangkan kita sendiri kurang mengharagainya. Akibatnya, manuskrip yang melewati kurun ke-16 sangat sukar ditemukan dalam koleksi tempatan. Sebahagian yang ada tersimpan di istana atau muzium luar negara yang dibawa kembali oleh penjajah Barat ke negeri asal mereka. Kini, sebahagian manuskrip peninggalan sejarah peradaban rantau ini terdapat di Belanda, Britain, Ireland, dan tempat yang lain. Diberitakan setakat ini, karya berkaitan matematik yang terawal ditemukan mancatatkan tarikh kurun ke-16, iaitu karya tentang perhujahan mantik. Mantik adalah antara ilmu awal yang berkembang di rantau ini kerana tabiinya yang rapat dengan ilmu tauhid.

Kajian terhadap manuskrip matematik dan cabangnya belum mendapat perhatian para pengkaji. Kajian telah mula dilakukan dalam bidang agama, sastera, sejarah, sosiologi dan perkamusan tetapi belum melibatkan matematik atau cabang pentingnya seperti astronomi, trigonometri, geometri, dan mantik yang menjadi sebahagian komponen etnomatematik serantau.

Astronomi atau lebih dikenali sebagai falak dalam peradaban Melayu Islam sungguh pesat perkembangannya. Karya agung tamadun Islam dikaji kembali di rantau ini di pusat pengajian tradisi. Penulis tempatan mengolah kembali karya al-Biruni, Qadi Zaidh, al-Battani, Ulugh Begh, al-Zarqali dan yang lain dalam karya astronomi Nusantara. Warisan keagungan falak Samarkhan yang dikaji di balai cerap Ulugh Begg dirujuk di seluruh rantau Islam, termasuk Alam Melayu. Pengaliran ilmu tersebut belum disentuh secara terperinci oleh para pengkaji tempatan. Di rantau Melayu sahaja pun, jumlah manuskrip falak atau astronomi yang ditemukan sungguh mengagumkan. Hampir setiap ulama besar memiliki khazanah tersebut dalam koleksi mereka. Ini menunjukkan bahawa falak adalah ilmu utama yang dipelajari dalam sistem tersebut. Sebahagian ulama pula menghasilkan karya falak dan digunakan untuk tujuan yang sama di rantau ini. Ini merupakan warisan agung matematik Melayu-Islam yang memerlukan usaha gigih untuk pendokumentasiannya. Ramai ulama Patani, Jawa, Riau, Kelantan, Kemboja dan Kalimantan memiliki atau menulis dalam cabang ilmu berkenaan yang diharapkan akan diterokai kembali oleh para pengkaji sekalian.

Aljabar merupakan cabang ilmu aritmetik yang mempunyai kaitan dengan pengiraan asas harian atau pun yang berkaitan dengan agama. Aljabar tersebar di Alam Melayu dengan istilah *ilmu bertemper*. *Bertemper* adalah terjemahan kalimah *al-jabr* Arab. Alam Melayu mempunyai istilahnya sendiri dalam ilmu ini sedangkan Eropah menggunakan kalimah Arab yang disesuaikan dengan bahasa mereka, iaitu *algebra*. Kadang-kadang aljabar dirujuk dengan nama *ilmu bertemper dan berbetulan*. Ungkapan kalimah ini adalah terjemahan harfiah ungkapan yang ada dalam tajuk buku asal al-Khawarizmi iaitu *al-jabr wa'l-muqabalah*. *Al-Muqabalah* diterjemahkan oleh ahli aljabar Melayu silam sebagai *berbetulan* sedangkan Eropah hanya menggunakan kalimah asal Arab yang disesuaikan, iaitu *almucabola*.

Ahli astronomi Melayu menggunakan istilah fungsi trigonometri yang asal seperti Arab iaitu *jib*, *jibtamam* dan *zill*, sedangkan Eropah menterjemahkan kalimah Arab tersebut menjadi *sine*, *cosinus* dan *tangent*. Konsep geometri diguna secara meluas dalam trigonometri. Ada pula penulis Melayu yang menterjemahkan istilah *zill* menjadi *naung*, misalnya seperti yang dilakukan oleh Syekh Ahmad al-Khatib dalam karya astronominya. *Naung* adalah terjemahan harfiah *zill* yang menggambarkan nisbah ketinggian dengan jarak mendatar bagi suatu objek di udara. Tentulah objek tersebut menerbitkan bayang atau *naung* apabila berada di tengah panas matahari. Kalimah *tangent* yang digunakan di Barat juga membawa pengertian yang sama. Kalimah *jib* biasanya tidak diterjemahkan kerana *jib* bukan kalimah asal Arab, tetapi diadaptasi daripada kalimah *jiva* Sanskrit. Secara kebetulan, *jib* yang disuaikan dari *jiva* mempunyai maksud tersendiri dalam bahasa Arab. Penulis Eropah awal menyangka kalimah tersebut kalimah Arab lalu diterjemahkan menjadi *sinus* dalam bahasa Latin yang bererti poket atau hidung manakala *jibtamam* (*jib* pelengkap/ penyempurna) diterjemah menjadi *cosinus* yang bererti *sine* pelengkap. Istilah tersebut tidak boleh diterjemahkan sebab *jib* merupakan kata pinjaman *jiva* Sanskrit. Walaupun ahli astronomi India menggunakan istilah yang sama, akan tetapi maksudnya mempunyai sedikit perbezaan. *Jiva* merujuk kepada sudut dalam bulatan manakala *jib* merujuk sudut dalam segitiga tepat.

Dalam tradisi Melayu, fungsi *jib*, *jibtamam* dan *zill* sudah menjadi fungsi yang sangat lumrah yang digunakan untuk pengiraan waktu sembahyang dengan menggunakan alat sesuku bulatan yang digelar *rubu`al-mujayyab*. *Mujayyab* bermaksud jadual sinus. Sinus menjadi parameter utama untuk mengukur ketinggian sesuatu objek di udara atau angkasa. Kosinus hanyalah pelengkap jadual sinus. Itulah sebabnya kosinus disebut *jibtamam* dalam bahasa Arab. Kedua-dua istilah tersebut dan penggunaannya diasas oleh al-Battani, Abu'l-Wafa al-Buzajani dan al-Tusi. Trigonometri merupakan ilmu yang diasaskan oleh matematikawan Muslim. Fungsi trigonometri yang tersebut ditakrif khusus untuk pengiraan falak. Falak pula menumpukan kajian terhadap astronomi ibadat. Maka menerusi pendekatan ini, adalah menjadi kefarduan kifayah bagi tokoh agama agar mempunyai pengetahuan pada tahap tertentu tentang kalendar, takwim dan almanak yang berkaitan dengan jirim langit yang ada kaitan dengan ibadat atau cuaca dan arah tiupan angin untuk tujuan pelayaran haji ke Makkah.

Oleh kerana astronomi melibatkan konsep geometri dan trigonometri satah dan sfera, trigonometri menjadi pengajian asas pada tahap tertentu dalam kurikulum di Alam Melayu. Trigonometri dikenali sebagai *mujayyab* dalam tradisi tempatan manakala geometri dikenali sebagai ilmu *handasah*.

Dalam aritmetik, penulis Melayu menggunakan istilah *pengumpulan* untuk *penambahan* dan *pendaraban* serta *pengurangan* untuk *pembahagian* dan *penolakan*. Namun istilah biasa penambahan, penolakan dan pembahagian juga digunakan. Istilah *darab* selalunya diganti dengan *pukul*, seperti *5 pukul dua 10*. *Pukul* adalah terjemahan harfiah *daraba* (atau darab). Istilah ini boleh diperhatikan misalnya dalam 'Alam al-Hussab dalam bab kombinatorik seperti yang dibincangkan di atas.

Istilah Arab dalam aljabar biasanya digunakan secara langsung. *Kuasa dua* biasanya digunakan *mal*, manakala *kuasa tiga* disebut *ka`b*. *Mal* dalam pengertian biasa bererti harta tetapi dalam konteks matematik maksudnya x^2 . Demikian pula *ka`b* dalam pengertian biasa bermaksud *kaabah* atau kubus tetapi dalam aljabar maksudnya x^3 . Ayat yang berbunyi *malan wa jizran tu`adil al-`adad* dalam tradisi aljabar Melayu-Arab bermaksud persamaan kuadratik

$$2x^2 + 2x = 1.$$

Andainya ayat aljabar tersebut diterjemah secara harfiah maka maksudnya ialah *dua harta bersama dua akar bersamaan nombor* yang sukar difahami oleh bukan ahli matematik. Oleh itu, buku aljabar Melayu-Arab tertinggal dalam lipatan manuskrip lama yang tiada difahami kebanyakan pelajar moden sama ada aliran Arab, apatah lagi aliran sekular. Bahkan kebanyakan pengkaji moden tidak sedar bahawa karya tersebut adalah karya aljabar. Aljabar yang diwarisi itu adalah aljabar asli yang diasaskan oleh al-Khawarizmi dalam kurun ke-9. Tradisi Melayu-Islam menyimpan khazanah asli Arab yang tidak jauh berbeza dengan pengajian aljabar silam di zaman al-Khawarizmi. Aljabar yang sama telah sampai ke Eropah dalam kurun ke-13 yang dibawa oleh Fibonacci ke Pisa, Itali. Fibonacci mempelajari aljabar Islam ketika beliau berada di Afrika Utara dan Baghdad. Aljabar Islam disebar ke Eropah dengan nama *algebrae et elmuqaboela*. Istilah ini diadaptasi daripada tajuk buku aljabar al-Khawarizmi iaitu *al-Jabr wa al-Muqabalah*. Fibonacci menggunakan istilah *quadratus* untuk menterjemahkan istilah *mal* dan *cubo* untuk istilah *ka`b* aljabar Arab yang berasal daripada kalimah *ka`bah*. Istilah *jadhr* yang bererti akar atau punca pula diterjemahkan sebagai *res* dalam bahasa Latin atau *root* dalam bahasa Inggeris.

Menyedari hakikat bahawa matematik adalah ilmu yang berkaitan dengan ibadat dalam tradisi Melayu-Islam, maka adalah tidak tepat sama sekali andainya dikatakan orang Melayu lemah dalam matematik berpunca daripada matematik bukan budaya Melayu. Hakikat sejarah ini menunjukkan dakwaan tersebut tidak benar sama sekali sebab matematik dan ibadat sangat rapat hubungannya dalam masyarakat Melayu. Setiap permulaan awal Ramadan, ulama melakukan pengiraan sudut penglihatan cerapan hilal untuk menentukan permulaan puasa. Cerapan sedemikian memerlukan pengetahuan astronomi yang tinggi. Kegiatan tersebut telah dilakukan sejak turun temurun dalam masyarakat Islam seluruh dunia.

Penyusunan takwim sembahyang pun memerlukan pengetahuan geometri sfera dan trigonometri khususnya tentang fungsi trigonometri termasuk songsangan sinus, kosinus dan tangen. Ini adalah asas dalam pengiraan waktu *syuruq*, fajar, *ghurub*, *ijtima`* dan yang seumpamanya. Dalam penentuan tersebut seseorang ulama perlu mengetahui glob bumi, sistem matahari, falak perjalanan bumi mengelilingi matahari, surihan bulan dan kemerengan bumi dalam putaran dan edarannya. Ini memerlukan pengetahuan yang mendalam tentang matematik dan cabangnya, khususnya geometri dan aljabar.

Riau pernah muncul sebagai bumi yang subur dengan perkembangan falak dan penyusunan takwim dan almanak yang digelar *al-natijah* dalam tradisi ini. Sebagai contoh, almanak yang berikut menjadi warisan agung etnomatematik Riau yang memerlukan pengiktirafan yang selayaknya, iaitu *Natijah* (1921), Raja Haji Muhammad Tahir Mursyid Riau. *Natijah* (1922-23), Raja Haji Umar ibn

al-Marhum Raja Haji Hasan Riau, *Natijah* (1924-25), Raja Haji Muhammad Arif Riau, *Naskhah Hisab*, Raja Haji Muhammad Tahir. Keluarga diraja Riau dijangkakan menyimpan banyak koleksi falak warisan tamadun Islam. Semoga warisan ini segera didokumentasikan sebagai khazanah yang tidak ternilai harganya.

Mantik ialah ilmu asas matematik. Mantik dalam masyarakat Melayu dikaitkan dengan pengajian usuluddin dan perhujahan. Konsep usulan, takrif, penafian, pengisbatan, silogisme, deduksi, induksi, persoalan sebab dan akibat, kontra positif, burhan, hujah, penaakulan, dan yang seumpamanya menjadi sebahagian kurikulum mantik yang dipelajari dalam pengajian tradisi. Hampir kesemua ulama silam menguasai ilmu mantik, apabila al-Ghazali memberikan pandangannya bahawa ilmu mantik adalah harus dipelajari dan menjadi ilmu yang terpuji andainya digunakan untuk diiringi dengan hujah nakli. Banyak manuskrip Melayu yang membincangkan ilmu ini. Namun karya Arab yang piawai biasanya digunakan sebagai teks utama dalam pengajian. Karya mantik yang terkenal dalam aliran ini adalah *al-Sullam fi'l-Mantiq* karya al-Akhdari. Karya ini adalah ringkasan daripada asas mantik yang pernah dibincangkan oleh Ibnu Sina, al-Farabi dan Ibnu al-Rusyd. Mantik yang dijelmakan dalam teks ini adalah mantik yang sama dibawa oleh al-Rusydiyyah atau Averroisme ke Paris dalam kurun ke-13. Ilmu *al-Mantiq* yang ditulis oleh al-Ibrahimi al-Indunisi misalnya, merupakan teks ringkas yang dihasilkan oleh penulis Sumatera yang mengungkapkan kembali tradisi mantik ini.

Perbincangan perhujahan kefalsafahan dan kesufian antara Nuruddin al-Raniri, Saiful Rijal, Abdul Rauf Singkel, Hamzah Fansuri dan rangkaian ilmuwan Aceh yang lain tentang persoalan takdir, *hulul*, *rijal al-ghaib*, martabat tujuh, metafizik dan yang seumpamanya menerusi pendekatan mantik dan wahyu mencatatkan kegemilangan pemikiran intelektual kritis umat Nusantara dalam perbahasan peringkat tinggi. Pada masa yang lebih kurang semasa itulah, Descartes, Paracelsus, Gerbert dan pemikir Eropah membahaskan persoalan sebab dan akibat, skeptikisme, sumber ilmu dan metafizik. Namun nama Fansuri dan al-Raniri tidak banyak dibahaskan dalam sejarah pemikiran serantau, kecuali perbahasan berkaitan dengan martabat tujuh dalam aliran kesufian. Pemikiran mereka lebih dibincangkan dalam bidang kesufian usuludin setakat ini, namun karya yang sama sangat kaya dengan unsur etnomantik dan kefalsafahan kosmologi Melayu-Islam yang belum disentuh selengkapnyanya.

Perbincangan ilmu kalam aliran *Asya'irah* pula tersebar luas di rantau Melayu. Dalam pendekatan ini, penghujahan mantik digunakan secara meluas dalam perbincangan usuluddin apabila membincangkan dalil akli tentang sifat-20 mengikut pendekatan *Umm al-Barahin* al-Sanusi. Unsur mantik seperti takrif, pernyataan, penafian, tautologi, akas, akas *mustawi* (kontrapositif), transitif, silogisme dan seumpamanya digunakan secara bebas oleh penganalisis aliran ini disamping dalil nakli yang dipetik daripada al-Qur'an dan hadith saw yang *mutawatir*. Ramai ulama Melayu yang membuat ulasan dan mengarang kitab usuluddin dalam acuan ini. Perbincangan etnomantik kefalsafahan warisan Yunani seperti *kam al-muttasil*, *kam al-munfasil*, *tahayyuz*, *tanjizi qadim* dan seumpamanya bukan sekadar istilah usuluddin tetapi peristilah falsafah dan mantik yang memerlukan kepelbagaian ilmu untuk menghurainya. Konsep *kam al-muttasil* misalnya dibincangkan dalam bab keselantaran fungsi dalam kurikulum matematik moden manakala konsep *tahayyuz* dibincangkan dalam fizik kuantum dalam perbincangan fizik kini. Kajian etnomatematik dan etnosains menerusi pendekatan ini menyediakan mandala yang luas untuk kajian yang seterusnya sebagai lanjutan konsep kesepaduan dan kesatuan ilmu tradisi dan konvensional yang perlu diharmonikan dan dimurnikan.

Catatan ini memperlihatkan sebahagian daripada perbincangan etnomatematik Melayu-Islam yang sangat luas mandala kajiannya. Aspek kualitatif sarat nilai yang mendasari matematik tradisi ini berbeza dengan matematik analisis moden yang menekankan analisis kuantitatif berbentuk abstrak yang dibina menerusi pelbagai aksiom yang dinyatakan secara bebas nilai. Di sinilah terletaknya keistimewaan bidang yang diterokai dengan nama etnomatematik yang dibincangkan di atas.

INSPEM DAN ETNOMATEMATIK

Universiti Putra Malaysia menubuhkan pusat penyelidikan matematik pada tahun 2004 yang dikenali sebagai Institut Penyelidikan Matematik (INSPEM), yang berhasrat untuk mengumpul, mengkaji serta menyediakan katalog bagi tujuan rujukan dan pendokumentasian manuskrip dan karya silam khususnya yang berkaitan dengan bidang yang boleh dikategorikan sebagai etnomatematik. Kajian tentang etnomatematik mula mengambil tempat di INSPEM secara aktif setelah Laboratori Literasi dan Pendidikan Matematik yang kemudiannya ditukar menjadi Laboratori Inovasi dalam Pendidikan Matematik membentuk satu pasukan khusus para pengkaji ke arah usaha memelihara warisan tradisi tersebut. Laboratori ini berhasrat untuk menonjolkan kembali bidang etnomatematik khususnya yang berkaitan dengan matematik tamadun Islam yang pernah menjadi kajian dalam ilmu tradisi Islam sejak kedatangan Islam ke rantau ini.

Usaha awal pasukan ini ialah ke arah pengumpulan bahan yang berkaitan dengan etnomatematik khususnya manuskrip dan batu bersurat serta artifak lain yang berkaitan. Usaha ini memerlukan ketekunan yang tinggi kerana bahan tersebut tidak terkumpul semuanya dalam perpustakaan moden bahkan tersebar dalam pelbagai koleksi klasik rasmi dan tidak rasmi atau koleksi perseorangan yang belum dilakukan sebarang pendokumentasian yang lengkap sebelum ini. Bagi manuskrip dan artifak pula, usaha untuk transkripsi daripada inskripsi atau tulisan klasik Melayu yang asal memerlukan kepakaran arkeologi atau kemahiran bahasa. Setelah itu, abstrak dan kandungan setiap bahan tersebut perlu dicatat, dianalisis dan didokumenkan dalam satu monograf. Kita berharap pendokumentasian ini akan diterbitkan dalam jilid yang berasingan, dengan izin-Nya, yang akan diketuai oleh Profesor Shaharir Mohd Zain dan sekaligus sebagai editornya.

Pengalaman kumpulan penyelidik etnomatematik yang menjalankan penyelidikan lapangan pendokumentasian ke beberapa perpustakaan dan koleksi peribadi seluruh tanah air, memang terdapat banyak manuskrip berkaitan matematik khususnya bidang falak yang pernah menjadi milik peribadi para ulama dan ilmuwan silam yang masih tersimpan secara yang kurang sempurna, sedangkan khazanah tersebut menjadi aset yang paling berharga dalam peradaban setiap tamadun. Alangkah baiknya, sekiranya ada badan khas yang menangani secara khusus untuk mendokumentasikan semua karya nadir itu. Ada di antara manuskrip tersebut merupakan salinan kembali karya tamadun Islam induk yang lalu yang kebanyakannya terdapat dalam bahasa Arab, tetapi ada pula karya asli nukilan ilmuwan Alam Melayu dalam koleksi tersebut yang dinukilkan dalam bahasa tempatan rantau Melayu. Pasukan penyelidik mendapati terdapat ramai ulama dan ilmuwan Melayu yang mahir dalam matematik atau cabangnya. Antara nama besar ulama yang mempunyai sumbangan dalam matematik termasuklah Syeikh Ahmad bin Muhammad Zain al-Fatani, Syeikh Ahmad bin Abdul Latif al-Khatib, Haji Umar Nuruddin al-Kelantani. Di samping itu, terdapat catatan serta ulasan berbentuk *hasyiah* yang dilakukan ilmuwan tempatan terhadap teks Arab dalam pelbagai bidang yang memperlihatkan bahawa ilmuwan tempatan turut berperanan dalam analisis dan catatan tambahan bagi manuskrip berkenaan. Kesemuanya ini menjadi bukti sejarah bahawa ilmu berkenaan pernah dipelajari, diulas, dan dibawa ke Rantau Alam Melayu berdasarkan aliran tradisi pengajian Islam yang utama sejak zaman berzaman. INSPEM mengambil inisiatif untuk memperkenalkan mereka sebagai penyumbang pemikiran dalam pendidikan matematik dengan penganjuran seminar tentang tokoh tersebut dan kertas kerjanya diterbitkan dalam sebuah buku sebagai bahan dokumentasi oleh Dr Wan Zah Wan Ali dan Dr Rohani Ahmad Tarmizi sebagai editor.

Adalah menjadi keperluan ilmiah agar semua bahan tersebut terkumpul dalam satu katalog induk untuk rujukan bersama yang menjadi khazanah serantau yang menunjukkan bahawa peradaban Melayu di bawah payung Islam pernah menjadikan bangsa Melayu yang bertamadun di dunia, khususnya dalam tamadun yang melibatkan ilmu berkenaan. Sehubungan dengan ini, seminar etnomatematik peringkat Asia Tenggara pernah dianjurkan oleh kumpulan penyelidik ini bagi memperluaskan sebaran maklumat tentang bidang warisan ini lalu berjaya menampilkan beberapa nama baru penyelidik yang menyumbang penulisan kertas kerja dalam seminar tersebut. Kertas kerja seminar tersebut

dijangka akan diterbitkan dalam perancangan kami, dengan izin-Nya, yang akan disunting oleh Dr Rohani Ahmad Tarmizi. Kertas kerja yang dibentangkan dalam satu lagi siri seminar etnomatematik turut diterbitkan dalam Jurnal Kesturi terbitan khas yang diselaraskan oleh Profesor Shaharir Mohd Zain. Jurnal Kesturi ialah jurnal rasmi Akademi Sains Islam Malaysia (*ASASI*). Edisi khas mengenai etnomatematik ini diterbitkan pada Jun 2010. Adalah diharapkan penerbitan awal bahan etnomatematik yang tersebut menjadi mercu tanda kajian bidang berkenaan di rantau ini. Koleksi yang sedang diusahakan dalam buku ini pun sebahagian daripada usaha yang sama. Satu lagi siri kertas kerja dikumpul dan diserahkan untuk penerbitan oleh Penerbit Universiti Malaya. Edisi ini diselenggarakan oleh saya sendiri.

Menjadi harapan kumpulan penyelidik agar INSPREM menjadi pusat kecemerlangan dalam pendokumentasian etnosains di rantau ini yang menjadi tumpuan pelajar siswazah. Kajian dalam bidang ini mula diminati oleh pelajar pasca-siswazah dari dalam dan luar negara. Diharapkan Universiti akan mendapat faedah daripada pusat pendokumentasian ini dan seterusnya meletakkan Malaysia sebagai negara terawal di rantau ini yang mempunyai badan khusus penyelidikan dalam bidang etnosains secara am dan etnomatematik secara khususnya. Pendokumentasian ini diharap dapat dijelmakan sebagai koleksi manuskrip atau artifak dalam bentuk bahan asli, salinan atau rakaman digital. Kami turut merancang beberapa lawatan ke perpustakaan, muzium dan koleksi khas di dalam atau di luar negara untuk tujuan pendokumentasian. Di rantau Melayu destinasi tumpuan kami ialah Aceh, Patani, Kampuchea, Riau, Makasar dan sekitarnya yang dijangkakan mempunyai koleksi nadir dalam bidang berkenaan. Setakat ini kami hanya berjaya meninjau ke Aceh dan Kampuchea dalam usaha pendokumentasian tersebut. Sebilangan kecil pelajar telah dan sedang bersama kumpulan ini membuat kajian bagi keperluan ijazah sarjana atau kedoktoran. Sebahagian yang lain pula ada yang menarik diri setelah terlibat dengan bidang ini sekian lama kerana tabii penyelidikannya yang memerlukan ketekunan yang tinggi serta kesabaran yang luar biasa untuk meneliti warisan klasik yang sukar difahami atau dianalisis. Setakat ini, pendokumentasian bidang falak berjaya dilakukan dalam bentuk tesis kedoktoran oleh Dr Baharuddin Zainal dan kajian manuskrip mantik untuk ijazah sarjana oleh Siti Mistima Maat.

Diharapkan seminar etnomatematik yang diadakan di Universiti Riau, Indonesia pada 12 dan 13 November 2010 turut menerbitkan pascasidang yang menambahkan lagi bahan kajian bidang berkenaan.

Laboratori Inovasi dan Pendidikan Matematik berjaya memperolehi beberapa geran penyelidikan fundamental dalam bidang etnomatematik seperti yang disenaraikan di bawah:

Tajuk: Pendokumentasian Bahan Etnomatematik.

Ahli Penyelidik: Mat Rofa Ismail (ketua), Shaharir Mohd Zain, Muhammad Alinor Abdul Kadir, Baharrudin Zainal, Rohanai Ahmad Tarmizi, Wan Zah Wan Ali, Syukri Yeoh, Mohd Zain Musa, Mohd Rohaizat Abdul Wahab.

Tajuk: Critical Analysis of Mathematics of al-Shaykh Ahmad al-Khatib al-Minangkabawi with Modern Mathematical Thought (His Work: *`Alam al-Hussab fi `ilm al-Hisab*).

Ahli Penyelidik: Habsah Ismail (ketua), Adi Setia Mohd Dom, Rohani Ahmad Tarmizi, Mat Rofa Ismail, Wan Zah Wan Ali.

Tajuk: Analisis Manuskrip Sains Bermatematik Funan Kurun ke-6 Masihi.

Ahli Penyelidik: Rohani Ahmad Tarmizi (ketua), Mat Rofa Ismail, Mohd Zain Musa, Muhammad Alinor Abdul Kadir.