



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**ETNOMATEMATIK DALAM ILMU FALAK ALAM MELAYU**

**Baharrudin Bin Zainal**

**IPM 2009 3**



**ETNOMATEMATIK DALAM ILMU FALAK  
ALAM MELAYU**

**BAHARRUDIN BIN ZAINAL**

**DOKTOR FALSAFAH  
UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**2009**



**ETNOMATEMATIK DALAM ILMU  
FALAK ALAM MELAYU**

**Oleh**

**BAHARRUDIN BIN ZAINAL**

**Tesis ini Dikemukakan Kepada Sekolah Pengajian Siswazah,  
Universiti Putra Malaysia,  
Sebagai Memenuhi Keperluan Untuk Ijazah Doktor Falsafah**

**Ogos 2009**



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

## **ETNOMATEMATIK DALAM ILMU FALAK ALAM MELAYU**

Oleh

**BAHARRUDIN BIN ZAINAL**

**Ogos 2009**

**Pengerusi : Prof. Madya Mat Rofa bin Ismail, PhD**

**Institut : Institut Penyelidikan Matematik**

Selepas kedatangan bangsa Eropah ke Alam Melayu, proses pendidikan di negeri-negeri Alam Melayu telah didominasi oleh sains Eropah. Proses ini telah memencilkan sama sekali etnosains dan sains yang bersumberkan tamadun Islam yang telah berakar umbi dalam kehidupan masyarakat Alam Melayu. Terdapat kelompongan dalam kajian sejarah sains Alam Melayu, kerana kesan kedatangan Islam terhadap kemajuan sains dan matematik kurang diambil perhatian. Salah satu aspek sains ini ialah ilmu falak sebagai cabang matematik.

Kajian ini telah menghalusi sebahagian naskhah falak Alam Melayu pra modenisasi untuk menunjukkan bidang utama ilmu falak yang dipraktikkan di Alam Melayu. Begitu juga persoalan hubungan ilmu falak dengan matematik zaman tamadun Islam, ciri-ciri etnomatematik dan kemungkinan berlakunya proses sintesis ilmu falak untuk kegunaannya di Alam Melayu. Sesuai dengan penggunaan naskhah falak sebagai data, penyelidikan yang dijalankan ini menggunakan kaedah kajian teks dengan

analisis kandungan. Rangka kerja dalam kaedah penyelidikan kualitatif ini lebih terbuka kerana semasa kajian teks konsep-konsep matematik deskriptif yang terdapat dalam sesuatu naskhah telah dijelmakan kepada konsep dan rumus matematik yang lebih difahami. Ini membolehkan perbandingan dibuat dengan sumber matematik tamadun Islam atau rumus semasa.

Kajian ini telah berjaya mengumpulkan sejumlah 52 naskhah falak Alam Melayu pra modenisasi sebagai data untuk kajian teks. Bidang utama ilmu falak Alam Melayu yang dapat dirumuskan dalam kajian ini, termasuklah pengukuran waktu, takwim, jadual falak dan penggunaan Sukuan Sinus. Ilmu Bintang Dua Belas pula didapati menjadi sebahagian dari keperluan takwim yang berasaskan ramalan. Sesuai sebagai bidang utama ilmu falak Alam Melayu, kajian ini mendapati aplikasi matematik dalam bidang utama tersebut melibatkan konsep geometri dan trigonometri secara meluas.

Selain daripada naskhah-naskhah falak yang dikaji, aplikasi ilmu falak juga didapati dalam beberapa kitab ilmu fekah utama Alam Melayu. Ini menunjukkan kesepaduan ilmu yang ada pada ilmuwan falak Alam Melayu dan metodologi penyampaian secara bersepadu sains dengan keperluan agama didapati lebih berkesan. Ini boleh dibandingkan dengan langkah-langkah pengasingan antara sains dan keperluan ibadat, yang sebenarnya melemahkan aplikasi sains dalam ibadat.

Kajian ini juga telah membuktikan yang naskhah falak Alam Melayu menggunakan sumber daripada karya utama sains tamadun Islam seperti karya al-Biruni, Nasir al-Din Tusi, Sibti al-Maridini dan Ulugh Beg. Setiap satu sumber ini dinyatakan sama

ada secara langsung atau perbandingan yang dilakukan terhadap kandungan dalam naskhah falak Alam Melayu dengan sumber matematik tamadun Islam. Beberapa proses sintesis kaedah-kaedah ilmu falak juga telah dibuktikan, termasuklah penggunaan rumus trigonometri yang sesuai dengan keadaan geografi Alam Melayu, terutamanya berkaitan rumus penentuan azimut dan kiblat. Kaedah-kaedah amali falak pula telah mengambil kira keberkesanan dan toleransi yang dibenarkan mengikut peraturan fekah. Bagi aspek sains rakyat yang dikaji, sama ada yang diambil dari luar atau sumber tempatan mengandungi konsep-konsep matematik. Aplikasi unsur sains dan takwim Hijri Alam Melayu juga didapati bersifat boleh lentur, apabila asas sains bagi takwim tersebut diubah sesuai dengan dapatan baharu dalam sains. Misalnya, takwim Jawa/Islam mempunyai mekanisme takwim yang kompleks melalui penggunaan tempoh pergerakan kamariah tahunan yang tersendiri sebagai kesan pengubahsuaian konsep takwim Hindu kepada Islam. Begitu juga dengan penggunaan syarat kenampakan Anak Bulan yang dinyatakan dalam sebahagian takwim tahunan, membolehkan takwim disesuaikan dengan fenomena cakerawala apabila ketepatan tinggi diperlukan. Semua ini menunjukkan, ilmu falak Alam Melayu yang terdedah kepada pengaruh luar mempunyai nilai penyesuaiannya sendiri dan masyarakat mempunyai pilihan mengenainya.

Kepesatan penggunaan ilmu falak sebagaimana yang ditunjukkan dalam kajian ini telah membuktikan bagaimana unsur-unsur sains dan matematik telah digunakan sebagai keperluan amalan hidup yang berkesan. Secara langsung, pembuktian ini menolak retorik sains Eropah yang dijadikan sebagai sumber unsur sains matematik terawal. Walau bagaimanapun, kajian ini telah membuktikan bahawa Alam Melayu telah mempunyai etnosains sendiri.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment  
of the requirement for the Degree of Doctor of Philosophy

**ETHNOMATHEMATICS  
IN ASTRONOMY OF THE MALAY WORLD**

By

**BAHARRUDIN BIN ZAINAL**

**August 2009**

**Chairman : Associate Professor Mat Rofa bin Ismail, PhD**

**Institute : Institute for Mathematical Research**

After the arrival of the Europeans to the Malay World, the process of learning in the states of the Malay World was overshadowed by the European sciences. This process has totally marginalised the ethno-sciences and the sciences of Islamic civilisation which had been deeply instilled in the lives of the society of the Malay World. There is a vacuum in the historical study of Malay World sciences, with lack of attention being given to research the impact of Islamic civilisation on the advancement of science and mathematics. One of these aspects is the study of astronomy as a branch of mathematics.

This research details on a part of the astronomical treatise of the pre-modern Malay World to show the main field of astronomy practiced in the region. Thus, the relation between astronomy and the mathematics of Islamic civilisation, the characteristics of ethnomathematics and the possible occurrence of synthesis process of astronomy for its application in the Malay World. Applicable with the use of astronomical treatises as data, this research uses the text studies method. The framework in this qualitative



research work is more open because during analysis, the descriptive mathematical concepts contained in a certain treatise are expressed through more easily understood mathematical formulae and concepts. This allows a comparison to be made between Islamic civilisation mathematic resources and with the current formulae.

This research has successfully gathered a total of 52 astronomical treatises of the pre-modern Malay World as data for text studies. The main field of astronomy of the Malay World that can be formulated in this research includes time measurement, calendar, astronomical table and the use of Sine Quadrant. The knowledge of the Twelve Constellations (*ilmu Bintang Dua Belas*) can be considered as a requirement for the predicting-based calendar. Applicable as the main field of astronomy of the Malay World, this research finds that the mathematical applications in this field of study widely involves the use of geometric and trigonometric concepts.

Other than the researched astronomical treatises, the application of astronomy can also be found in several main *fiqh* references of the Malay World. This shows that the integration of existing knowledge available to scholars of Malay World as well as the scientific integration of methodological presentation with religious requirements are found to be more effective. This can be compared with the segregation of science and Islamic obligations, which considerably weakened the scientific applications in significant religious obligations.

This research also has proven that the astronomical treatise of the Malay World utilised sources from major scientific works of Islamic civilisation such as the works of al-Biruni, Nasir al-Din Tusi, Sibti al-Maridini and Ulugh Beg. Each source is



stated either directly or for the purpose of comparison in the content of the astronomical treatise of the Malay World with the mathematical resources of Islamic civilisation. Several synthesis processes of astronomical methods is also proven, including the use of trigonometric formula applicable to the geographical location of the Malay World, particularly in relation to determining azimuth and qiblah formula. The astronomical methods takes into consideration the effectiveness and permissible tolerance according to fiqh law. As for the aspect of folk sciences, those obtained from abroad or from local resources have been applied as mathematical concepts. The applications of the scientific elements of the Hijri calendar in the Malay World is flexible in nature, as the scientific basis for the calendar can be modified to suit new scientific findings. For example, Javanese/Islamic calendar has a complex calendar mechanism through the independent annual cycles of the moon, as an effect of the modifications calendar concept from Hindu to Islam. Thus the conditions of sighting the New Moon as stated in part of the annual calendar allows it to suit celestial phenomena as far when the accuracies is needed. All this, is evident that the the Malay World astronomy exposed to external influences has own applicable values, and the society may have alternatives to choose the best.

The widespread use of astronomy as shown in this research has proven how scientific and mathematic elements have been used as effective guides for life. Directly, this evidence rejects the European scientific rhetoric which were reported as the early sources of mathematical sciences. However, this study has provided evidence that the Malay World already had its own ethnosience.

## PENGHARGAAN

Sukacita saya menzahirkan penghargaan terhadap sokongan dan kerjasama yang amat baik dari pelbagai pihak dalam usaha menyiapkan penyelidikan dan laporan tesis ini. Bagi tujuan ini, sukacita saya mengucapkan ribuan terima kasih terutamanya kepada Profesor Madya Dr. Mat Rofa Ismail, Profesor Dato' Dr. Kamel Ariffin Mohd. Atan dan Profesor Madya Dr. Zaidan Abdul Wahab, selaku penyelia dan ahli jawatankuasa penyeliaan. Juga kepada Dr. Shaharir Mohamad Zain dan Dr. Mohammad Alinor Abdul Kadir serta semua ahli Kumpulan Penyelidikan Etnomatematik di INSPEM, UPM.

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada institusi-insitusi yang memberikan kerjasama semasa usaha menggelintar koleksi naskhah falak untuk tujuan kajian ini, terutamanya Pusat Manuskrip Melayu, Perpustakaan Negara Malaysia, Arkib Negara Malaysia, Muzium Kesenian Islam Malaysia dan Khazanah Fathaniyyah. Begitu juga ucapan terima kasih kepada Ustaz Hanafiah Abdul Razak dan Ustaz Abdul Rahman Salleh yang memberikan bantuan dalam beberapa hal berkaitan tafsiran manuskrip berbahasa Arab. Juga kepada Dr. Susiknan Azhari dan Ustaz Sabaruddin Othman yang mendapatkan salinan beberapa naskhah falak yang penting. Ucapan terima kasih juga kepada pihak Kolej Agama Sultan Zainal Abidin (KUSZA) dan Universiti Darul Iman Malaysia (UDM) yang membiayai pengajian ini. Tidak lupa kepada isteri dan anak-anak kerana pengorbanan dan kesabaran mereka. Akhir sekali kepada ayahanda dan bonda (yang kembali ke *Rahmatullah* pada pertengahan kajian ini) kerana doa mereka yang tidak putus-putus. Kerjasama dan dorongan kalian adalah momentum kepada pengakhiran yang baik bagi penghasilan tesis ini.

Saya mengesahkan bahawa satu Jawatankuasa Peperiksaan Tesis telah berjumpa pada 4 Ogos 2009 untuk menjalankan peperiksaan akhir bagi Baharrudin bin Zainal bagi menilai tesis beliau yang bertajuk “Etnomatematik dalam Ilmu Falak Alam Melayu” mengikut Akta Universiti dan Kolej Universiti 1971 dan Perlembagaan Universiti Putra Malaysia [P.U. (A)106] 15 Mac 1998. Jawatankuasa tersebut telah memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahi ijazah Doktor Falsafah.

Ahli Jawatankuasa Peperiksaan Tesis adalah seperti berikut:

**Mohamad Rushdan Md. Said, PhD**

Profesor Madya  
Fakulti Sains  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

**Mohd. Rizam Abu Bakar, PhD**

Profesor Madya  
Fakulti Sains  
Universiti Putra Malaysia  
(Pemeriksa Dalam)

**Rohani Ahmad Tarmizi, PhD**

Profesor Madya  
Fakulti Pengajian Pendidikan  
Universiti Putra Malaysia  
(Pemeriksa Dalam)

**Abdul Latiff Samian, PhD**

Profesor  
Pusat Pengajian Umum  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
(Pemeriksa Luar)

---

**BUJANG KIM HUAT, PhD**

Profesor dan Timbalan Dekan  
Sekolah Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia.

Tarikh:



Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah. Ahli Jawatankuasa Penyelesaian adalah seperti berikut:

**Mat Rofa bin Ismail, Ph D**

Profesor Madya  
Institut Penyelidikan Matematik  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

**Dato' Kamel Ariffin bin Mohd. Atan, PhD**

Profesor dan Pengarah  
Institut Penyelidikan Matematik  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**Zaidan bin Abdul Wahab, PhD**

Profesor Madya  
Fakulti Sains  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

---

**HASANAH MOHD. GHAZALI, PhD**

Profesor dan Dekan  
Sekolah Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia.

Tarikh: 16 Oktober 2009



## **PERAKUAN**

Saya memperakui bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli melainkan petikan dan sedutan yang tiap-tiap satunya telah dijelaskan sumbernya. Saya juga memperakui bahawa tesis ini tidak pernah dimajukan sebelum ini, dan tidak dimajukan serentak dengan ini, untuk ijazah lain sama ada di Universiti Putra Malaysia atau di institusi lain.

---

**BAHARRUDIN BIN ZAINAL**

Tarikh: 19 Ogos 2009

## SENARAI KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b>	iii
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>PENGHARGAAN</b>	ix
<b>PENGESAHAN</b>	x
<b>PERAKUAN</b>	xii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xvi
<b>SENARAI RAJAH</b>	xviii
<b>SENARAI KEPENDEKAN</b>	xx
<b>BAB</b>	
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pernyataan Masalah	5
1.3 Objektif	7
1.4 Kepentingan Kajian	7
1.5 Batasan Kajian	8
1.6 Konsep-konsep Umum	9
1.7 Sorotan Literatur	34
1.7.1 Kajian Sains Falak Tamadun Islam	35
1.7.2 Etnomatematik Falak Alam Melayu	39
1.8 Metodologi Kajian	46
1.8.1 Proses Pendokumentasian dan Transliterasi	48
1.8.2 Analisis Berdasarkan Topik	50
1.8.3 Proses Adaptasi dan Kesahan Analisis	52
<b>2 BIDANG UTAMA ILMU FALAK ALAM MELAYU</b>	<b>84</b>
2.1 Pengenalan	54
2.2 Kandungan Utama Mengikut Naskhah	54
2.3 Konsep Matematik Dalam Bidang Utama Ilmu Falak	68
2.3.1 Pengukuran Waktu	68
2.3.2 Penentuan Arah Kiblat	82
2.3.3 Sains Matematik Dalam Takwim	90
2.3.4 Jadual-jadual Falak	125
2.5 Rumusan	141



<b>3</b>	<b>UNSUR-UNSUR MATEMATIK DALAM NASKHAH FALAK TERPILIH</b>	<b>146</b>
3.1	Pengenalan	146
3.2	Ilmu Falak Dalam Manuskrip MS Malay d.1	147
3.3	Kitab <i>Sabilil al-Muhtadin</i>	162
3.3.1	Kaedah-kaedah Penentuan Kiblat	163
3.3.2	Penentuan Waktu Solat	170
3.4	Unsur-unsur Matematik Dalam Naskhah <i>Sirajuz Zhalam</i>	176
3.4.1	Kaedah-kaedah Penyusunan Takwim	177
3.4.2	Pembetulan Jadual Huruf Tahun	182
3.5	Naskhah <i>Sullam an-Naiyiraini</i>	185
3.5.1	Kaedah <i>Hisab Munajjimin</i>	186
3.5.2	Hitungan Menggunakan Jadual	190
3.6	Naskhah Pati Kiraan	197
3.6.1	Kaedah Logaritma dan Konsep Geometri Sfera	199
3.6.2	Kaedah-kaedah Hitungan Falak Dalam Pati Kiraan	207
3.6.3	Pembaharuan Kaedah-kaedah Ilmu Falak Oleh Syeikh Tahir	235
3.7	Sumber Ilmu Falak Alam Melayu	238
3.8	Rumusan	240
<b>4</b>	<b>ARITMETIK DESKRIPTIF DALAM OPERASI SUKUAN SINUS</b>	<b>244</b>
4.1	Pengenalan	244
4.2	Naskhah Falak Berkaitan Sukuan Sinus	244
4.3	Adaptasi Rumus Koordinat Matahari	246
4.4	Penentuan Latitud Tempatan Dengan Cerapan Matahari	249
4.5	Penyelesaian Trigonometri Berkaitan Sudut Jam	254
4.6	Adaptasi Rumus Azimut Matahari	266
4.7	Hitungan Azimut Kiblat	274
4.8	Rumusan	289
<b>5</b>	<b>KESAN ILMU FALAK TERHADAP TASAWWUR ALAM MELAYU</b>	<b>293</b>
5.1	Pengenalan	293
5.2	Ilmu Falak Dalam Konteks Sains Rakyat	294
5.3	Unsur-unsur Ilmu Falak Dalam Kosmologi Pengaruh Islam	299
5.4	Pengaruh Ilmu Falak Dalam Budaya Kognitif	304
5.5	Ilmu Bintang Dua Belas dan Etnosains Melayu	320
5.6	Aspek Pedagogi dan Nilai Dalam Ilmu Falak	326
5.7	Rumusan	328

<b>6</b>	<b>KESIMPULAN DAN PENUTUP</b>	331
6.1	Pengenalan	331
6.2	Etnomatematik Dalam Ilmu Falak Alam Melayu	332
6.3	Cadangan Kajian Masa Depan	340
6.4	Penutup	342
	<b>BIBLIOGRAFI</b>	344
	<b>LAMPIRAN</b>	355
	<b>BIODATA PENULIS</b>	382





## SENARAI JADUAL

Jadual		Halaman
1.1	Nilai sudut kecondongan ekliptik Matahari mengikut sumber tamadun Islam dan Alam Melayu	27
1.2	Senarai koleksi naskhah falak Alam Melayu	356
1.3	Hubungan antara persoalan kajian dengan topik analisis	51
2.1	Senarai nama ahli falak dengan karya masing-masing dan keistimewaannya	65
2.2	Unit-unit sukatan masa dan ukuran sudut dalam MS Malay d.1	70
2.3	<i>Us</i> bagi hubungan takwim Miladi dengan takwim buruj serta penetapan awal bulan bagi takwim buruj	93
2.4	Penyusunan takwim Hijri dengan kaedah ‘hisab <i>Arba<sup>c</sup>iyah</i> ’ dalam MS Malay d.1	100
2.5	Kesan selisih hari dalam kitaran lapan tahun	104
2.6	Susunan kitaran huruf tahun dengan sumber masing-masing	108
2.7	Naskhah takwim dan senarai catatan parameter kenampakan Anak Bulan	115
2.8	Kuantiti bagi parameter kenampakan Anak Bulan dalam naskhah takwim Alam Melayu	116
2.9	Senarai tajuk-tajuk jadual falak Alam Melayu dan kegunaannya	360
2.10 (a)	Perbandingan nisbah bagi sinus dalam naskhah falak Alam Melayu dan penggunaan Sukuan Sinus	132
2.10 (b)	Nisbah fungsi tangen dalam Pilihan Mastika	133
2.11	Nilai koordinat geografi bagi tempat-tempat di Alam Melayu	137
3.1	Kawasan buruj dan senarai manzilah dalam MS Malay d.1 dan tarikh buruj yang sepadan	150
3.2	Kawasan buruj dan tarikh semasa serta catatan perubahan bayang-bayang	154
3.3	Catatan deskriptif dalam MS Malay d.1 mengenai kesan musim terhadap ukuran bayang waktu zuhur dan asar	157
3.4	Jadual huruf tahun dalam naskhah <i>Sirajuz Zhalam</i> selepas diperbaiki	183

3.5	Pelbagai bentuk paparan data koordinat cakerawala dalam sistem <i>hisab munajjimin</i>	189
3.6	Hitungan menggunakan kaedah hisab <i>munajjimin</i> dalam <i>Sullam an-Naiyiraini</i> bagi penentuan ijtimak Syaaban 1428	195
3.7	Istilah trigonometri dan operasi logaritma dalam Pati Kiraan	200
3.8	Unsur-unsur koordinat dan geometri samawi dalam Pati Kiraan	203
3.9	Ayat matematik bagi hitungan sudut jam Matahari	212
3.10	Nilai longitud Matahari antara dalam Pati Kiraan dengan rumus almanak	217
3.11	Nilai sudut istiwa Matahari ( $\delta$ ) antara dalam Pati Kiraan dengan rumus almanak	219
3.12	Perbezaan nilai tempoh waktu separuh siang antara naskhah Pati Kiraan dengan hitungan semula menggunakan Rumus (3.8)	222
3.13 (a)	Sumber ilmu falak Alam Melayu rujukan secara langsung	239
3.13 (b)	Sumber ilmu falak Alam Melayu rujukan tidak langsung	240
4.1	Perbandingan nilai sudut jam yang diperolehi menggunakan Sukuan Sinus dengan Rumus (1.5)	265
4.2	Perbandingan nilai azimut Matahari antara menggunakan Sukuan Sinus dengan Rumus (4.7)	272
4.3	Nilai sudut kiblat berdasarkan rumus-rumus yang diadaptasi daripada penggunaan Sukuan Sinus dan rumus oleh al-Khalili	286
4.4	Penggunaan rumus sudut kiblat dalam naskhah falak Alam Melayu dan sumbernya	288
5.1	Istilah falak dengan ciri-ciri etnomatematik	311
5.2	Penguasaan ‘bintang Tujuh’ ketika malam mengikut <i>saah</i>	313
5.3	Penguasaan ‘bintang Tujuh’ ketika siang mengikut <i>saah</i>	314

## SENARAI RAJAH

Rajah		Halaman
1.1	Pergerakan Bumi mengelilingi Matahari sebagai konsep asas penyusunan takwim syamsiah	11
1.2	Panjang bayang tiang tegak ketika waktu tengah hari	14
1.3	Segi tiga sfera Bumi bagi pembentukan rumus sudut kiblat	20
1.4	Konsep segi tiga tepat dalam rekabentuk Sukuan Sinus	23
1.5	Membaca nisbah dan sudut bagi fungsi sinus dan kosinus	26
1.6	Kedudukan sudut istiwa dan darjah buruj dalam geometri samawi	27
2.1	Kaedah penandaan arah kiblat dalam kitab <i>Hadiikil al-Salawaati fil Khalawaati wal Jalawaati</i> bagi latitud utara	85
2.2	Garisan geografi dan geometri langit	88
2.3	Penentuan garisan utara/selatan dan garisan timur/barat berdasarkan sudut Matahari yang dihitung	88
2.4	Mendapatkan nisbah tangen melalui pengukuran jarak bayang	135
3.1	Perubahan bulatan harian terbit dan terbenam Matahari ketika awal Hamal dan Sartan	155
3.2	Perubahan kedudukan Matahari bagi waktu asar pada dua musim berlainan	158
3.3	Geometri langit berdasarkan kedudukan sesuatu latitud tempatan	164
3.4	Menentukan arah kiblat berdasarkan perbezaan sudut dari arah utara yang ditunjukkan oleh bintang <i>Qutbi</i>	165
3.5	Empat sukuan Bumi yang menjadikan Mekah sebagai pusat	167
3.6	Kedudukan Matahari ketika rembang dan selepasnya serta kesan perubahan bayang objek tegak	172
3.7	Kedudukan Matahari yang berubah mengikut musim dan kesannya terhadap bayang-bayang ketika waktu tengah hari	174
3.8	Contoh pengukuran sudut koordinat cakerawala dalam sistem <i>hisab munajjimin</i> yang menggunakan rujukan buruj dan epok	187

3.9	Geometri samawi bagi pandangan ufuk tempatan	203
3.10	Geometri samawi dalam Pati Kiraan	204
3.11	Geometri ketinggian Matahari ketika waktu tengah hari dan asar	211
3.12	Segi tiga sfera glob Bumi yang membentuk rumus sudut kiblat dari kedudukan geografi Alam Melayu	225
4.1	Operasi Sukuan Sinus untuk mendapatkan nilai sudut istiwa Matahari	248
4.2	Kedudukan Matahari di selatan titik zenit ketika tengah hari	253
4.3	Bulatan harian Matahari dan kedudukan parameter hitungan falak	260
4.4	Mendapatkan sudut jam Matahari menggunakan Sukuan Sinus	262
4.5	Geometri pengukuran sudut azimut Matahari berdasarkan ufuk tempatan dan kedudukan garisan pugak utama	267
4.6	Pandangan atas bagi kedudukan azimut Matahari pada tiga musim yang berbeza ketika berada di langit timur	267
4.7	Operasi Sukuan Sinus bagi mendapatkan nilai sela azimut ( $P$ )	269
4.8	Operasi Sukuan Sinus bagi mendapatkan azimut Matahari dari garisan timur/barat	269
4.9	Operasi Sukuan Sinus bagi mendapatkan sudut kiblat mengikut catatan dalam naskhah <i>Nil al-Matlub fi A' amali Juyub</i>	276
4.10	Operasi Sukuan Sinus untuk mendapatkan sudut kiblat	280
4.11	Operasi mendapatkan sudut kiblat menggunakan parameter sisi ketinggian Mekah ( $h$ ) yang diketahui	283

## SENARAI KEPENDEKAN

ANM	Arkib Negara Malaysia
c	tahun kemuncak aktiviti/kerjaya
H	Hijri (era Hijri)
hlm.	halaman
l	tahun lahir
INSPEM	Institut Penyelidikan Matematik
JAKIM	Jabatan Kemajuan Islam Malaysia
jld	Jilid
M	Selepas Masehi (era Miladiyah)
MI	Muzium Islam
PNM	Perpustakaan Negara Malaysia
per.	perenggan
SP	Surat Persendirian
S.M	Sebelum Masehi
sek.	Seksyen
vol.	<i>volume</i>
w	tahun wafat/mati

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pengenalan

Etnomatematik merupakan kajian untuk menggelintar idea matematik secara kualitatif dan kuantitatif berdasarkan perspektif budaya sesuatu bangsa. Etnomatematik falak pula menumpukan kajian etnomatematik terhadap aspek ilmu falak yang daripada segi falsafahnya merupakan cabang matematik. Secara etimologinya, perkataan '*falak*' berasal daripada bahasa Sumerian iaitu '*pilak*', bermakna sesuatu yang berputar (Encyclopaedia of Islam, 1983). Dalam al-Quran, perkataan '*falak*' digunakan sebanyak dua kali, iaitu dalam surah Yaasin ayat 40 dan surah al-Anbiyaa ayat 33. Menurut tafsir Baidawi, petikan ayat '*kullum fi falaki yasbahun*', ditafsirkan sebagai; '.....berjalan dengan sukar seperti orang yang berenang dalam air.....'.<sup>1</sup> Manakala al-Biruni dalam *Kitab al-Tafhim li-awail sinaat al-tanjim* menjelaskan *falak* ialah sfera atau orbit langit, sebagaimana petikan berikut:<sup>2</sup>

Sfera samawi di mana objek-objek langit mengelilingi dalam bentuk orbit masing-masing dan ianya mengandungi objek-objek yang bergerak dengan sfera masing-masing dengan bumi berada di tengah-tengahnya.

Ibn Khaldun dalam Abridged (1987) pula mendefinisikan ilmu falak dengan catatan:

Ilmu yang mempelajari pergerakan bintang-bintang tetap dan planet-planet. Pemerhatian cara mana pergerakan itu berlaku, membolehkan pengetahuan ciri-ciri pergerakan dan kedudukannya diketahui dengan geometri.

---

<sup>1</sup> Tafsir Baidawi merupakan antara kitab tafsir al-Quran yang pertama dicetak untuk kegunaan Alam Melayu pada tahun 1323 H/ 1905 M. Rujukan menggunakan naskhah cetakan pertama ini.

<sup>2</sup> Rujukan dibuat pada versi terjemahan oleh Ramsay Wright (1998).

Selain ilmu falak, terdapat beberapa lagi cabang ilmu yang mempunyai skop hampir sama seperti ilmu nujum, ilmu bintang dan ilmu *hay'a*. Menurut Saliba (1994), ilmu nujum (*'ilm al-nujum*) ialah sains mengenai bintang yang terdiri daripada astrologi dan astronomi. Di mana astrologi dalam bahasa Arab ialah *'ilm 'ahkam* atau *tanjim* yang mengkaji kesan bintang dan cakerawala terhadap kehidupan. Sebaliknya, astronomi atau ilmu falak merujuk kepada 'sains tentang sfera' atau dinamakan juga sebagai *'ilm al-hay'a*. Dalam bahagian lain, Saliba (1994:57) menyatakan:

Dalam kebanyakan karya falak tamadun Arab, astrologi dan astronomi dibincangkan di bawah tajuk *'ilm al-nujum*, tetapi dipisahkan kepada *'ilm al-hay'a* bagi ilmu falak sebenar dan *'ilm al-'ahkam*, bagi astrologi.

Dalam tafsiran semasa, Hartmann (1987) mendefinisikan ilmu falak atau astronomi ialah 'sains yang mengkaji objek di angkasa'. Di Alam Melayu, istilah ilmu bintang, ilmu *mikat* dan ilmu falak digunakan secara bercampur dengan pengasingan yang kurang jelas. Istilah ilmu bintang yang berasal daripada perkataan ilmu nujum, digunakan bagi pengertian yang sama dengan ilmu falak. Penggunaan istilah ilmu bintang ini dianggap selesa bagi orang Islam Alam Melayu kerana ada Hadis Nabi yang bermaksud:<sup>3</sup>

Belajar kamu daripada ilmu nujum barang yang dapat petunjuk kamu pada segala kelam di daratan dan lautan kemudian berhenti kamu.

Penggunaan istilah ilmu bintang bagi ilmu falak di Alam Melayu juga berkaitan dengan kepopularan ilmu Bintang Dua Belas, walaupun ilmu ini lebih khusus penggunaannya untuk tujuan ramalan dan sistem kepercayaan. Dalam perbincangan ilmu Bintang Dua Belas, kedudukan dan sifat fizikal cakerawala digunakan untuk ramalan dan mengaitkannya dengan kehidupan manusia. Haji Muhammad Nur Bin

---

<sup>3</sup> Takrifan ilmu bintang ini oleh Haji Umar bin Ismail Nuruddin dalam naskhah *Syamsul Fattiyah* (hlm.4). Hadis ini diriwayatkan daripada Abu Hurairah, terdapat dalam *Kitab Shu'bul Iman*, Juzuk 2 (hlm. 269), terbitan Darul Fikri, Mesir tahun 1979.

Ibrahim dalam karyanya Pilihan Mastika (hlm. 8), menjelaskan pula yang ilmu *mikat* sebagai:

Ilmu yang dapat diketahui dengan dia masa-masa siang dan malam, dan keadaannya, bicaranya perjalanan Matahari dan bintang-bintang. Faedahnya, mengetahui waktu ibadat dan kiblat.

Manakala King (1993) menjelaskan ilmu *mikat* ialah aspek ilmu falak yang berkaitan dengan penentuan waktu solat dan waktu awam menggunakan kedudukan Matahari dan bintang. Dalam naskhah *Syamsul Fattiyah*, ilmu *mikat* ditakrifkan sebagai, ‘ilmu yang diketahui dengannya segala masa bagi segala hari dan malam dan segala halnya.’ Berdasarkan tafsiran ini, jelas menunjukkan ilmu *mikat* merupakan sebahagian daripada aplikasi ilmu falak. Menurut Baharrudin (2003), skop ilmu *mikat* yang dipraktikkan di Alam Melayu sebenarnya mewakili aplikasi sebenar ilmu falak dalam konteks memenuhi keperluan agama. Syeikh Zuber Umar al-Jailani dalam *al-Khulasatul Wafiyyah* (hlm. 4), membahagikan ilmu falak kepada tiga bahagian, deskriptif (*wasfi*), tabii dan amali. Ketiga-tiga bahagian ini merupakan skop ilmu falak yang meliputi pengetahuan teori termasuk penjelasan hukum syariah yang berkaitan dengannya, konsep fizikal dan astrometri dengan bidang amali yang berkaitan penggunaan peralatan, kaedah cerapan dan memproses data secara hitungan.

Ilmu falak merupakan pengetahuan asas yang ada dalam semua tamadun. Begitu juga dengan Alam Melayu, di mana penduduk peribuminya telah mempunyai pengetahuan tentang Matahari, Bulan dan bintang-bintang yang menjadi petunjuk arah dan musim. Kedatangan pengaruh Hindu dan Buddha ke Alam Melayu seawal kurun pertama Masehi telah memantapkan pengetahuan asas peribumi tentang ilmu falak dari segi kognitif dan berlaku penamaan semula unsur-unsur dan simbol-simbol



ilmu falak mengikut Hindu dan Buddha.<sup>4</sup> Pengaruh ini boleh dilihat pada candi Borubodur di Jawa dan Angkor Wat di Kampuchea yang sarat dengan unsur-unsur kosmologi sebagaimana dinyatakan dalam Dumarcey (1978), Stensel, Gifford, Fred dan Moron (1976). Perkembangan ilmu falak di Alam Melayu mengalami perubahan besar dengan kedatangan Islam yang bukan sahaja mengubah epistemologi ilmu ini, malahan menonjolkan aplikasi ilmu falak yang lebih berkesan. Secara beransur-ansur pengetahuan ilmu falak zaman tamadun Islam meresap dalam pengetahuan masyarakat Alam Melayu mengikut keperluan semasa, terutamanya bagi memenuhi keperluan ibadat. Tumpuan penyebaran ilmu pengetahuan juga berubah daripada tertumpu di istana dan golongan bangsawan kepada penyebaran melibatkan masyarakat terbanyak. Ini disebabkan, penyebaran ilmu pengetahuan di Alam Melayu semasa era Hindu tertumpu kepada keraton dan golongan bangsawan sebagaimana dijelaskan dalam al-Attas (1990).

Pada peringkat awal perkembangan ilmu falak di Alam Melayu, ilmu ini disebarikan sebagai satu disiplin ilmu agama yang sebahagiannya bagi memenuhi keperluan ilmu fekah. Kepesatan penggunaan kaedah ilmu falak juga dikesan melalui kewujudan berpuluh-puluh judul naskhah falak berbahasa Melayu dan Arab yang terdapat di Alam Melayu, sebagaimana dinyatakan dalam Mat Rofa (1995, 2004 & 2005), Mat Rofa dan Shahrir (2001) serta Wan Mohd. Shaghir (2005). Dengan kedatangan bangsa Eropah ke Alam Melayu, proses pendidikan di negeri Alam Melayu telah dibayangi oleh sains Eropah. Proses ini telah memencilkan sama sekali etnosains bersumberkan tamadun Islam yang telah berakar umbi dalam kehidupan orang Melayu. Malahan berlaku kekeliruan perspektif apabila ada anggapan bahawa

---

<sup>4</sup> Penyebaran pengaruh Hindu ke Alam Melayu dikatakan bermula dengan aktiviti perdagangan antara India Selatan dengan Sumatera seawal kurun pertama Masehi. [Lihat dalam *Maritime Trade and State Development in Early Southeast Asia*, oleh Kenneth R. Hall (1985)].