

## Etnomatematik dan Bahasa Melayu

MOHAMMAD ALINOR ABDUL KADIR

### ABSTRAK

*Dalam pembentangannya yang bertajuk “Pembangunan Sains Matematik Mengikut Acuan Malaysia” di Kolokuium Pusat Pengajian Sains Matematik pada 14 Mac 2000, Shahahir Mohamad Zain menggariskan tujuh aspek penting bagaimana ahli-ahli matematik di Malaysia membangunkan sains matematik. Hujah beliau menyokong tesis bahawa sains matematik itu tidak bebas daripada nilai budaya dan sepatutnya dibina berteraskan nilai-nilai budaya bangsa. Dua daripada hujah itu menyentuh perbincangan awal tentang pembangunan sains matematik yang berteraskan nilai budaya orang Melayu, iaitu Bahasa Melayu. Rencana ini cuba mengulas kedua-dua aspek itu.*

*Kata kunci: Etnosains, matematik, manuskrip, angka*

### ABSTRACT

*In his paper “Pembangunan Sains Matematik Mengikut Acuan Malaysia” presented at a colloquium organized by Pusat Pengajian Sains Matematik on 14<sup>th</sup> March 2000, Shahahir Mohamad Zain highlighted seven issues on how Malaysian mathematicians should contribute towards the development of mathematical science. His main arguments are not free from cultural values. Two of the seven issues are on the early development of mathematical science evolving from Malay value, namely Bahasa Melayu. This paper attempts to elaborate these two aspects.*

*Key words: Ethno science, mathematics, manuscripts, numbers*

### PENGENALAN

Tajuk yang lebih utama berbanding dengan tajuk rencana ini, yang menjadi perhatian ramai ialah etnosains Melayu, suatu bidang pengkhususan yang membincangkan aspek-aspek sains yang ada dalam unsur-unsur budaya orang Melayu. Fahaman itu telah menjadi teras buah fikiran dalam rencana lain sebelum ini, termasuk etnokimia (warna) daripada Che Husna (1997); etnoteknologi (pertukangan, pertanian, pengairan, pelayaran, perkapalan, penangkapan ikan, peperangan, persenjataan, perlombongan, penenunan, pewarnaan dan lain-lain) oleh Wan Ramli (1993); etnosains, etnomatematik dan etnobotani oleh Shaharir

(1992, 1996a, 1996b, 2000a) dan etnomatematik oleh Swetz (1983). Kini, penulis ini ingin menjuruskan perbincangan unsur-unsur budaya Melayu kepada bahasa Melayu, dengan perbincangan tentang etnosains ditumpukan kepada etnomatematik. Namun demikian, bahan perbincangannya adalah dibangunkan daripada kertaskerja yang sudah dibentangkan Shaharir (2000b) pada Kolokuium Pusat Pengajian Sains Matematik, di Pusat Pengajian Sains Matematik pada 14 Mac 2000.

Shaharir telah menggariskan tujuh perkara penting untuk menjawab persoalan bagaimana ahli-ahli matematik di Malaysia boleh membangunkan sains matematik Malaysia:

1. Memartabatkan bahasa Melayu dalam segala kegiatan dan urusan sains matematik di Malaysia dan peringkat antarabangsa.
2. Menggali ilmu sains matematik pribumi silam.
3. Mengecam unsur-unsur sains matematik dalam teknologi Melayu tradisional, seperti yang terdapat dalam senibina Borobudur, kapal, keris, candi, kraftangan, simpul, ikatan, anyaman, tenunan dan dandanannya.
4. Mentahkik atau mengubahsuai model dan teori yang sedia ada terhadap data-data tempatan kini.
5. Memperolehi pendekatan dalam pengajaran atau pendidikan dengan menggunakan data tempatan secara lebih bermakna.
6. Menonjolkan sistem nilai dan kepercayaan yang konkrit yang telah mempengaruhi daya pengkaryaan ahli sains matematik.
7. Mengkritik teori yang sedia ada berasaskan sistem nilai Melayu-Islam, dan memformulasikan semula teori berkenaan supaya serasi dengan sistem nilai tersebut.

Daripada senarai itu, ada tiga perkara iaitu (1), (2) dan (4) boleh dikaitkan secara langsung kepada bahasa Melayu, yang boleh dianggap sebagai nilai budaya yang terpenting bagi orang Melayu. Namun demikian, dua perkara yang terakhir itu akan dibincangkan secara berasingan mengikut subtajuk yang sesuai dalam rencana ini, sementara perkara yang pertama tidak akan dibincangkan, kerana ia adalah aspek yang telah sekian lama diguna pakai ahli-ahli sains matematik Malaysia, yang rata-ratanya menggunakan bahasa Melayu sebagai perantara dalam mengajar matematik di sekolah dan universiti, walaupun keadaan itu semakin terancam, maka terhakis dengan pelaksanaan dasar bahasa dan pembangunan Malaysia sejak 1994.

## MANUSKRIP MATEMATIK MELAYU YANG TERTUA

Sehingga kini, ada lima buah manuskrip Melayu matematik yang tertua usianya di Alam Melayu. Maklumat lanjut kelima-lima buah manuskrip itu telah diberi di bawah ini:

1. Ahmad Abdul Rahman Qadir Ibn Abdul Bahanan, 1796, *Kitab Abi Ma'syar al-Falaqi*, tersimpan di Perpustakaan Negara Malaysia.
2. Anom. 1826, *Ilmu Hitungan*, tersimpan di Leiden, Belanda, dan ditunjuk oleh Mat Rofa dan Osman Bakar pada tahun 1990.
3. Abdul Rahman Kelantan bin Muhammad Samar al-Battul, 1828, *Risalah Bahawat Fi Makrif Kiblat* (Shaharir 1984) dan dinyatakan dalam buku *Risal Fi Falak*, karangan Sheikh Tahir Jalaludin (milik Uz. Khair, seorang ahli falak terkenal Malaysia).
4. Sheikh Ahmad 'Abdul Latif al-Khatib, 1879, *Raudatul Hussab fi 'amal al-Hisab* (Mat Rofa 1995).
5. Syed Mahmud Abdul Kadir, 1887, *Ilmu Kejadian*, yang ditemui oleh Ithnin dan Mustafa pada tahun 1990 (Shaharir 2000b).

Tetapi, mengikut katalog Ricklefs and Voorhoeve (1977), manuskrip Melayu berkod MS Malay d.1 di Bodleian Library, Oxford, dengan maklumat yang berikut:

A:ff11v.-14. Astronomical data and calculations  
 B:f.14v.Date on which the sun enters the signs of zodiac,  
 A.H.1175/A.D.1761(?)  
 C:ff18-74.  
 Tuhfat az-zaman fi zuruf ahl al-Yaman by Ibn Shahdad al-Himyari,  
 A.H.1175/A.D.1761,

adalah lebih tua berbanding dengan ke-empat-empat buah manuskrip di atas tadi. Dua manuskrip awal tadi berisikan matematik (astronomi) dan mungkin boleh dikonjekturkan sebagai teks yang tertua berkenaan ilmu falak di Alam Melayu, maka telah menjadi rujukan bagi (3) di dalam senarai di atas.

Lebih menarik lagi ialah Wan Mohd. Shaghir (1991) telah juga melaporkan yang Faqih Wan Musa al-Fathani pernah menerbitkan *Ilmu Mantiq* yang ditulisnya dalam bahasa Arab pada tahun 1593 dengan catatan-catatan (penerangan) dalam bahasa Melayu di tepi buku itu. Walaupun ini belumlah boleh dijadikan kesimpulan bahawa catatan-catatan dalam bahasa Melayu itu ditulis pada tahun 1593, namun ia patut dibawa kepada pengetahuan umum sebagai suatu sumbangan yang bernilai dan perlu dilakukan penyelidikan dengan lebih lanjut.

## BENTUK ANGKA MELAYU PURBA DALAM EVOLUSI ANGKA MODEN

Sampai di sini, penulis ini ingin menunjukkan penulisan Ifrah (1998) berkenaan kajian sejarah angka-angka moden. Beliau tumpukan perbincangannya dalam Bab 24 yang bertajuk *Tamadun India* untuk menjelaskan aspek-aspek yang penting dalam evolusi angka-angka yang berasal dari Tamadun India, termasuk

tamadun Melayu purba. Dalam berbuat demikian, beliau telah mengumpul semua perkataan yang berkaitan dengan angka daripada tamadun yang berkenaan. Buku beliau itu sepatutnya boleh banyak membantu penyelidikan tempatan berkenaan perkara ini yang telah dipelopori Shaharir (1984, 1985 & 1987) dan Shaharir dan Abdul Razak (2001).

#### UNSUR MATEMATIK DALAM KAMUS MELAYU YANG TERTUA

Selain berhasrat untuk membawa kepada perhatian orang ramai berkenaan dua senarai perkataan Melayu yang masing-masing terdapat dalam manuskrip oleh Cornelis Gerritsz (1968) dan Jacob van Neck (1974), sebagai tambahan kepada yang telah sedia ditemui, iaitu kamus Melayu-Cina bertajuk *Man La Jiu Guo Yi Yu* yang bertarikh sekitar 1403-1511 seperti yang diujahkan oleh Liang Liji (1996), Antonio Pigafetta (1969) dan Frederick de Houtman (1973), di sini disenaraikan unsur-unsur matematik yang telah dikumpul daripada manuskrip-manuskrip yang tersebut seperti:

Kategori hitungan di dalam *Man La Jiu Guo Yi Yu* yang bertarikh 1403-1511:

sa du  
 du wa  
 di jia  
 en ba  
 li ma  
 eu nan  
 du zhu  
 du la ban  
 xin bi lan  
 xi bu lu  
 sha la du si  
 xi li bu  
 xi la sha

Angka-angka dalam *Some Words of the Aforesaid Heathen Peoples* (Cebu) seperti yang terdapat dalam kamus Antonio Pigafetta yang bertarikh 1519 (1969):

Vzza  
 Dua  
 Tolo  
 Vpat  
 Lima  
 Onom

Pitto  
 Gualu  
 Ciam  
 Polo

‘Numbers’ dalam *Here Follow Some Words of Those Heathen Peoples of Molucca* seperti yang terdapat dalam kamus Antonio Pigafetta yang bertarikh 1519 (1969) adalah:

Satus	Dualibu
Dua	Tigalibu
Tiga	Ampatlibu
Ampat	Limalibu
Lima	Anamlibu
Anam	Tugulibu
Tugu	Dualapanlibu
Duolappan	Sambilanlibu
Sambilan	Salacza
Sapolo	Dualacza
Duapolo	Tigalacza
Tigapolo	Ampatlacza
Ampatpolo	Limalacza
Limapolo	Anamlacza
Anampolo	Tugulacza
Tuguppolo	Dualapanlacza
Dualappanpolo	Sambilanlacza
Sambilampolo	Sacati
Saratus	Duacati
Duaratus	Tigacati
Tigaratus	Ampatcati
Anamparatus	Limacati
Limaratus	Anamcati
Anamratus	Tugucati
Tuguratus	Dualapancati
Dualapanratus	Sambilancati
Sambilanratus	Sainta
Salibu	

“Counting in the Molucas Tongue” dalam *Some Words of the Malish Speech* seperti yang terdapat dalam buku Jacob van Neck yang bertarikh 1601 (1974) adalah:

Satu	Enpat balas
Dua	Lyma balas
Tyga	Nane balas
Enpat	Touhou balas
Lyma	Delappan balas
Nam	Sambalan balas
Touhou	Dua polo
Delappan	Dua pola satu
Sambalan	Dua pola dua
Sapolo	Dua pola tyga
Sabalas	Dua pola enpat
Duo balas	Dua pola lyma
Tyga balas	

### SISTEM SEMI-THUE UNTUK TATABAHASA MELAYU

Berdasarkan makalah awal Thue (1914) yang bertajuk *Probleme Uber Veranderungen von Zeichenreihen Nach Gegebenem Regeln*, yang membincangkan masalah perkataan dalam struktur semikumpulan sebagai pemodelan bagi masalah perkataan dalam bahasa Asli (Jerman?), Kleene (1952) membentangkan semua aspek pembangunan teori sistem semi-Thue tersebut dari perspektif matematik tulen, sementara Anglin (1986), Lambek (1975, 1976, 1979, 1986, 1987 & 1989), Bhargava and Lambek (1983 & 1985) dan Lambek and Lambek (1989) pula mengkaji segala penggunaannya dalam bahasa Latin, Perancis, Inggeris, Malagasy, Sanskrit dan Hindi. Memandangkan luasnya penggunaan sistem semi-Thue kepada pelbagai bahasa di dunia, wajarlah untuk diusulkan penggunaannya kepada bahasa Melayu. Berikut adalah teori asas bagi sistem semi-Thue yang dimaksudkan.

Ringkasnya, suatu sistem semi-Thue adalah suatu struktur monoid yang bebas yang dijana terhingga berserta suatu pratertib yang dijana terhingga padanya. Sistem ini boleh dibina peringkat demi peringkat mengikut tataranya. Andaikan  $V$  suatu set terhingga simbol-simbol (abjad atau perkataan) dan  $P \subset V^* \times V^*$  pula suatu subset (pengeluaran) terhingga, yang  $V^*$  adalah monoid bebas yang dijana oleh  $V$ , dan unsur-unsurnya terdiri daripada rentetan unsur-unsur  $V$  yang termasuk rentetan kosong 1, dengan pendaraban adalah penjeraitan. Janakan suatu hubungan pratertib pada  $V^*$  melalui aksiom-aksiom dan hukum-hukum pentaabiran berikut:

$$\Gamma \rightarrow \Delta \text{ apabila } (\Gamma, \Delta) \in P \text{ (pengeluaran)}$$

$$\Gamma \rightarrow \Gamma \text{ (hukum refleksif)}$$

$$\frac{\Gamma \rightarrow \Delta \Delta \rightarrow \Lambda}{\Gamma \rightarrow \Lambda} \text{ (hukum transitif)}$$

$$\frac{\Gamma \rightarrow \Delta \Gamma' \rightarrow \Delta'}{\Gamma \Gamma' \rightarrow \Delta \Delta'} \text{ (hukum penggantian)}$$

Maka tatabahasa pengeluaran  $G=(V,P,V_m,V_t)$  adalah suatu sistem semi-Thue dengan dua subset bagi  $V$  dikhususkan kepada subset perkataan permulaan  $V_m$  dan subset perkataan penamat  $V_t$ . Bagi pembangunan seterusnya, karya Hashim Musa dan Ong Chin Guan (1998) dirasakan mampu memberikan beberapa maklumat penting.

#### TAFSIRAN TATABAHASA MELAYU DALAM KATEGORI TERTUTUP: CARTESAN ATAUPUN TOPOS

Bagi menyelesaikan kebuntuan yang ditimbulkan Paradoks Russell berkenaan set bagi semua set dalam pembinaan matematik yang berlandaskan logik, Whitehead & Russell (1910-1913) mengusulkan 'teori jenis' yang mengelaskan kedudukan benda-benda di dalam sistem logik. Benda-benda yang paling asas diberikan jenis 0, jenis 1 merujuk kepada sifat benda-benda, jenis 2 merujuk kepada sifat bagi sifat benda-benda, dan seterusnya (Abdul Latif 2000).

Seterusnya, Curry dan Feys (1958) dan juga Montague (1974) telah mengusulkan tafsiran bahasa Inggeris dalam suatu teori jenis. Dari pandangan teori kategori, ini bermaksud bahasa Inggeris (atau sebarang bahasa asli) boleh ditafsirkan dalam suatu kategori yang tertutup Cartesian ataupun dalam suatu topos permulaan. Pengubahsuaian telah dilakukan Hotz (1966) dan Benson (1970 & 1975) dengan menganggap tafsiran tersebut sebagai suatu functor monoid yang tegas daripada suatu kategori monoid yang tegas kepada suatu kategori set dengan hasil darab Cartesian padanya. Diusulkan juga bahawa kategori set tersebut boleh diganti dengan suatu topos permulaan, suatu kategori tertutup Cartesian ataupun suatu kategori Cartesian.

Jika demikian halnya tentang tafsiran bahasa Inggeris, bolehkah teori tafsiran yang sama atau yang terubahsuaikan dibuat terhadap bahasa Melayu? Sebagai permulaan, suatu *kategori tertutup Cartesian* adalah suatu kategori  $K$  sehinggakan setiap functor berikut:

- $K \rightarrow 1$  yang  $k$  dipetakan kepada  $0$ ;
- $K \rightarrow K \times K$  yang  $k$  dipetakan kepada  $\langle k, k \rangle$ ;
- $\rightarrow m: K \rightarrow K$  yang  $k$  dipetakan kepada  $k \times m$ ;

mempunyai suatu dampingan kanan. Penulis ini juga merasakan bahawa karya Hashim Musa dan Ong Chin Guan (1998) mampu memberikan beberapa maklumat penting dalam usaha pemodelan teori jenis untuk bahasa Melayu.

#### PEMODELAN TOPOLOGI BAGI MORFOLOGI TATABAHASA MELAYU

Perkara selanjutnya yang ingin ditonjolkan adalah bahan-bahan yang dibincangkan Thom (1967 & 1983), tentang pengaruh yang dimainkan teori

matematik morfogenesis yang dibinanya terhadap bahasa Perancis dan Ingeris. Terangkum di dalam perbincangan beliau ialah topik seperti topologi dan makna, topologi dan linguistik, bahasa dan teori malapetaka. Persoalannya, bagaimana teori matematik morfogenesis Thom itu dapat memainkan peranannya terhadap bahasa Melayu? Persoalan ini telah ditimbulkan Shaharir (2000b). Sehubungan itu, karya Nik Safiah Karim et al. (1993) dirasakan boleh memberi beberapa asas pemodelan yang diinginkan.

#### RUJUKAN

- Abdul Latif Samian. 2000. *Falsafah Matematik*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Anglin, W. S. 1986. A Mathematical Analysis of a Production Grammar. *Theoretical Linguistics* 13: 125-138.
- Benson, D. B. 1970. Syntax and Semantics: A Categorical View. *Information and Control* 7: 145-160.
- \_\_\_\_\_. 1975. The Basic Algebraic Structure in Categories of Derivations. *Information and Control* 28: 1-29.
- Bhargava, M. & Lambek, J. 1983. A Production Grammar for Hindi Kinship Terminology. *Theoretical Linguistics* 10: 227-245.
- \_\_\_\_\_. 1985. A Production Grammar for Sanskrit Kinship Terminology. Montreal: *McGill University Working Papers in Cognitive Science* 6.
- Che Husna Azhari. 1997. Teknologi Warna Alam Melayu. *Akademika* 51: 53-63.
- Gerritsz, C. 1968. *An Addition to the Sea Journal of the Hollander's unto Java*. Amsterdam: De Capo Press.
- Curry, H. B. & Feys, R. 1958. *Combinatory Logic I*. Amsterdam: North Holland.
- de Houtman, F. 1973. *Dialogues in the English and Malaiane Languages*. Amsterdam: Theatrum Orbis Terrarum Ltd.
- Hashim Musa & Ong Chin Guan. 1998. *Pengantar Ilmu Makna*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Hotz, G. 1966. Einduetigkeit und Mehrdeutigkeit Formaler Sprachen. *Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik* 2: 235-247.
- Ifrah, G. 1998. *The Universal History of Numbers*. London: The Harvill Press.
- Jacob van Neck. 1974. *A Journal ... by Eight Ships of Amsterdam*. Amsterdam: Theatrum Orbis Terrarum Ltd.
- Kleene, S. C. 1952. *Introduction to Metamathematics*. New York: Van Nostrand.
- Lambek, J. 1975. A Mathematician Looks at French Conjugation. *Theoretical Linguistics* 2: 203-214.
- \_\_\_\_\_. 1976. Computability and Mathematical Linguistics. *Notes for Mathematics* 180-328. Montreal: McGill University.
- \_\_\_\_\_. 1979. A Mathematician Looks at Latin Conjugation. *Theoretical Linguistics* 6: 221-224.
- \_\_\_\_\_. 1986. A Production Grammar for English Kinship Terminology. *Theoretical Linguistics* 13: 19-36.
- \_\_\_\_\_. 1987. Production Grammar Revisited. Amsterdam: *Proceedings of Sixth Amsterdam Colloquium* 175-195.



- \_\_\_\_\_. 1989. Grammar as Mathematics. *Canadian Mathematic Bulletin* 32: 257-273.
- Lambek, J. & Lambek, M. 1989. The Kinship Terminology of Malagasy Speakers in Mayotte. *Anthropological Linguistics* 22: 154-182.
- Liang Liji. 1996. *Hubungan Empayar Melaka-Dinasti Ming Abad ke-15*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mat Rofa Ismail. 1995. *Sejarah Aritmetik dan Aljabar Islam*. Serdang: Penerbit Universiti Pertanian Malaysia.
- Montague, R. 1974. *Formal Philosophy: Selected Papers*. Ed. by R. H Thomason. New Haven: Yale University Press.
- Nik Safiah Karim, Farid M. Onn, Hashim Musa & Abdul Hamid Mahmood. 1993. *Tatabahasa Dewan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Pigafetta, A. 1969. *Magellan's Voyage*. Yale: Yale University Press.
- Ricklefs, M. C. & Voorhoeve, P. 1977. *Indonesian Manuscripts in Great Britain*. Oxford: Oxford University Press. (*London Oriental Bibliographies*, .5)
- Shaharir Mohamad Zain. 1984. Buku-buku Matematik dan Ilmu Falak Melayu Sebelum 1957. *Laporan Penyelidikan UKM*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- \_\_\_\_\_. 1985. *Matematik dan Tamadun Islam: Pembinaan Sistem Angka*. Bangi: Badr Kubra.
- \_\_\_\_\_. 1987. *Pengenalan Sejarah dan Falsafah Sains*. Kuala Lumpur: Akademi Sains Islam Malaysia.
- \_\_\_\_\_. 1992. Pnggelintaran Jiwa Dlm Pendidikan Sains Matematik Bagi Menghadapi Cabaran Dunia Perindustrian dan Pasca-Perindustrian: 271-290. Dlm. Mohammad Rashidi Md. Razali et al. (ed). *Matematik Asas Kemajuan Industri. Pascasidang Simposium Kebangsaan Sains Matematik ke-V*. Skudai: Jabatan Matematik UTM dan Persatuan Matematik Malaysia.
- \_\_\_\_\_. 1996a. Pendidikan Sains Abad ke-21: Cabaran Sejagatisme dan Pasca-x-isme. 177-189. Dlm. Siti Fatimah Mohd Yasin & Anuar Ahmad (ed). *Prosiding Seminar Kebangsaan Pendidikan Negara Abad ke-21*. Bangi: Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- \_\_\_\_\_. 1996b. Beberapa Isu dalam Pemasarakatan Sains Matematik di Malaysia. Makalah di Seminar Matematik dan Masyarakat anjuran Biro Tata Negara dan PERSAMA-FSMUKM 1995. *Menemui Matematik* 18(1): 15-20.
- \_\_\_\_\_. 2000a. Sistem Angka Melayu Sebelum Kedatangan Islam. *Laporan Cuti Sebatikal*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia. *Bulletin of Malaysian Mathematical Society* 23(1): 1-34.
- \_\_\_\_\_. 2000b. Pembangunan Sains Matematik Mengikut Acuan Malaysia. *Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia* 6(5): 625-628.
- \_\_\_\_\_. 2002. Etnomatematik Melayu. *Sari* 20: 97-112.
- \_\_\_\_\_. 2003. Etnosains: Kajian Kasus Etnobotani Melayu daripada Prasasti dan Peribahasa. *Malaysian Journal of Science and Technological Studies* 1(2): 157-204.
- \_\_\_\_\_. & Abdul Razak Salleh. 2001. Sistem nombor Melayu. *Kertas Kerja Kolokuium ATMA, UKM. Jurnal Bahasa* 1(3): 423-443.
- Swetz, F. 1983. Some Malay Systems of Measurement. *Multicultural Teaching* 34: 147-154.

- Thom, R. 1967. *Structural Stability and Morphogenesis*. Terj. Fowler, D. H. 1975. Reading: Benjamin, W.A. Inc.
- \_\_\_\_\_. 1983. *Mathematical Models of Morphogenesis*. Terj. Brookes, W. M. and Rand, D. New York: Ellis Horwood Ltd.
- Wan Ramli Wan Daud. 1993. Sejarah Teknologi Melayu pada Zaman Tamadun Islam. *Sari* 11: 127-168.
- Wan Mohd Saghir Abdullah. 1991. *Khazanah Karya Pusaka Asia Tenggara*. Jilid 1. Kuala Lumpur: Khazanah Fathaniah.
- Whitehead, A. N. & Russell, B. 1910-1913. *Principia Mathematica*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mohammad Alinor Abdul Kadir, Ph D  
Pusat Pengajian Sains Matematik  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor Darul Ehsan  
e-mail: alinor@pkrisc.cc.ukm.my