



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**TAJUK PERBINCANGAN ALJABAR CHINA PADA KURUN KE-13
DAN PERBANDINGANNYA DENGAN BEBERAPA TAJUK ALJABAR
ISLAM DARI KURUN KE-9 HINGGA 13**

LAW HUONG ING.

FS 2005 27



**TAJUK PERBINCANGAN ALJABAR CHINA PADA KURUN KE-13 DAN
PERBANDINGANNYA DENGAN BEBERAPA TAJUK ALJABAR ISLAM
DARI KURUN KE-9 HINGGA 13**

Oleh

LAW HUONG ING

**Tesis ini Dikemukakan Kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti
Putra Malaysia, sebagai Memenuhi Keperluan untuk Ijazah Master Sains**

Julai 2004



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**TAJUK PERBINCANGAN ALJABAR CHINA PADA KURUN KE-13 DAN
PERBANDINGANNYA DENGAN BEBERAPA TAJUK ALJABAR ISLAM
DARI KURUN KE-9 HINGGA 13**

Oleh

LAW HUONG ING

Julai 2004

Pengerusi: Profesor Kamel Ariffin Mohd. Atan, PhD

Fakulti: Sains

Kajian ini memfokus kepada tajuk-tajuk perbincangan aljabar di China pada kurun ke-13, yang dipilih kerana merupakan kemuncak kegemilangan aljabar di China walaupun ketika itu negara China dalam keadaan huru-hara akibat peperangan. Tajuk-tajuk perbincangan ahli-ahli aljabar China kurun ke-13 seperti Yung Hui, Li Ye, Qin Jiushao dan Zhu Shijie yang asalnya dijalankan menggunakan rod pembilang serta diterangkan dalam bentuk perkataan ditafsirkan, dianalisis serta dituliskan kembali menggunakan simbol-simbol aljabar moden yang difahami pada hari ini. Tajuk-tajuk perbincangan keempat-empat ahli aljabar China itu dipilih kerana mereka merupakan ahli aljabar terkenal China yang nama mereka tercatat dalam lipatan sejarah China.

Kajian mendapati penyelesaian persamaan peringkat tinggi secara berlelaran serta penyelesaian teorem baki China yang melibatkan pasangan moduli-moduli yang tidak saling perdana oleh Qin Jiushao dan penyelesaian persamaan peringkat

tinggi dengan empat pembolehubah oleh Zhu Shijie dengan kaedah penghapusan

Merupakan tajuk-tajuk perbincangan penting aljabar China pada kurun ke-13 kerana belum pernah lagi dibincangkan oleh mana-mana teks aljabar China serta teks aljabar tamadun lain yang sezaman dengannya. Selain itu, tajuk-tajuk segiempat dan bulatan ajaib yang berasal dari China juga dijelaskan dengan terperinci kerana merupakan tajuk-tajuk perbincangan penting di China pada kurun ke-13.

Kajian mengenai perbandingan di antara beberapa tajuk perbincangan aljabar China dengan Islam dari kurun ke-9 hingga 13 dijalankan memandangkan terdapat hubungan erat di antara tamadun China dengan Islam khususnya dari segi perdagangan yang bermula sejak zaman Dinasti Tang pada kurun ke-7. Kajian dibuat dengan membandingkan langkah-langkah penyelesaian secara terperinci dalam beberapa tajuk aljabar yang dibincangkan dalam kedua-dua aljabar China dan Islam.

Kajian perbandingan mendapati tidak terdapat hubungan secara langsung di antara tajuk-tajuk perbincangan aljabar China dan Islam. Ini kerana bagi tajuk-tajuk perbincangan aljabar China dan Islam dalam teks-teks aljabar yang dikaji, ahli-ahli matematik Islam atau China tidak pernah menyatakan bahawa mereka pernah merujuk antara satu sama lain. Sebaliknya, dalam kebanyakan teks aljabar China, ahli-ahli aljabar China menyebut bahawa mereka merujuk kepada teks-teks aljabar klasik China yang terdahulu seperti

Jiuzhang Suanshu, Zhoubi Suanjing, Sunzi Suanjing, Haidao Suanjing, Zhang Qiujian Suanjing, Wucao Suanjing, Wujing Suanshu dan Yigu Genyuan.

Manakala, dalam kebanyakan teks aljabar Islam, ahli-ahli aljabar Islam menyatakan bahawa mereka merujuk kepada teks-teks aljabar Yunani seperti *The Elements* (Euklid), *Arithmetica* (Diofantus) dan *Introductio Arithmetica* (Nikomakhus) atau teks aritmetik India tentang nombor-nombor Hindu-Arab. Tambahan pula, teks-teks aljabar China sendiri tidak pernah terdedah kepada pengaruh aljabar Yunani langsung. Ahli-ahli aljabar China tidak pernah menyebut nama mana-mana teks Yunani atau India yang dirujuk oleh mereka dalam prakata atau bahagian-bahagian lain teks aljabar mereka. Karya-karya aljabar China juga tidak mengandungi sebarang teori dan bukti sebagaimana karya-karya Islam atau Yunani.

Tambahan pula, terdapat setengah-setengah tajuk yang hanya dibincangkan dalam teks aljabar Islam tetapi tidak terdapat dalam teks aljabar China, begitu juga sebaliknya. Antara tajuk-tajuk menarik yang hanya dibincangkan dalam aljabar Islam ialah kaedah persilangan kon, teori nombor karib dan nombor sempurna manakala dalam aljabar China ialah penyelesaian persamaan peringkat tinggi secara berlelaran, penyelesaian teorem baki China yang melibatkan pasangan moduli-moduli yang tidak saling perdana dan penyelesaian persamaan peringkat tinggi dengan empat pembolehubah. Alat pengiraan yang sangat berbeza juga digunakan dalam aljabar China dan Islam, iaitu rod pembilang dan *takht* (abakus debu) masing-masing.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in
fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science

**THE TOPICS OF DISCUSSION IN CHINESE ALGEBRA DURING THE 13TH
CENTURY AND THEIR COMPARISON WITH SEVERAL MUSLIM ALGEBRA
TOPICS FROM THE 9TH TO THE 13TH CENTURY**

By

LAW HUONG ING

July 2004

Chairman: Professor Kamel Ariffin Mohd. Atan, PhD

Faculty: Science

This study focused on the topics of discussion in Chinese algebra during the 13th century, which was chosen because it was the zenith of algebra in China even though at that time China was in a chaotic state due to war. The topics of discussion by the 13th century Chinese algebraist like Yang Hui, Li Ye, Qin Jiushao and Zhu Shijie which was originally performed with counting rods and explained with words was interpreted, analyzed and written again using modern algebraic symbols which are understood today. The topics of discussion by the four Chinese algebraists are chosen because they were the famous Chinese algebraists whose names were recorded in the history of China.

The findings showed that the solution of higher degree equations with the iteration method and the solution of the chinese remainder theorem involving the pairs of moduli which were not relatively prime by Qin Jiushao and the solution of higher degree equations with four variables by Zhu Shijie with the elimination

method were the important topics of discussion in Chinese algebra during the 13th century because they were yet to be discussed in any Chinese algebraic texts and also the algebraic texts of other civilizations at that time. Besides that, the topics of magic squares and circles, which were originated in China were also explained in detail because they were important topics of discussion in China during the 13th century.

The study related the comparison between several topics of discussion between Chinese and Muslim algebra during 9th to 13th century was done, due to the close relationship between Chinese and Muslim civilizations particularly in trading which was begun since the Tang Dynasty during 7th century. The study was done by comparing the steps of solutions for several topics in detail in both Chinese and Muslim algebra.

The comparison study showed that there was no direct relationship at all between the topics of Chinese and Muslim algebra. This was because in the topics of discussion of Chinese and Muslim algebra in the algebraic texts studied, both Chinese and Muslim algebraists never mentioned that they had referred to each others. In contrary, in most of the Chinese algebraic texts, the Chinese algebraists mentioned that they referred to the earlier Chinese algebraic texts like *Jiuzhang Suanshu*, *Zhoubi Suanjing*, *Sunzi Suanjing*, *Haidao Suanjing*, *Zhang Qiujian*, *Wucaosuanjing*, *Wujing Suanshu* and *Yigu Genyuan*.

On the other hand, in most of the Muslim algebraic texts, the Muslim algebraist mentioned that they referred to the Greek algebraic texts like *The Elements* (Euclid), *Arithmetica* (Diofantus) and *Introductio Arithmetica* (Nikomakhus) or referred to the Indian arithmetic texts regarding the Hindu-Arabic numerals. In addition, the Chinese algebraic texts were never exposed to the Greek algebraic influence at all. The Chinese algebraists never mentioned any Greek or Indian text that was referred to by them in the preface or other parts of their algebraic texts. The Chinese algebraic works also did not contain any theory or proof like the works of the Muslims and Greeks.

In addition, there were several topics that were only discussed in the Muslim algebraic texts but not in the Chinese algebraic texts, and also vice versa. Among the interesting topics that were only discussed in the Muslim algebra were the method of conic sections, theory of friendly numbers and perfect numbers while in Chinese algebra they were the solution of higher degree equations with the iteration method, the solution of the Chinese remainder theorem involving the pairs of moduli which were not relatively prime and the solution of higher degree equations with four variables. Entirely different counting devices were also used in Chinese and Muslim algebra, which were the counting rod and *takht* (dust abacus) respectively.

PENGHARGAAN

Saya amat bersyukur kerana dapat menyiapkan tesis ini setelah bertungkus-lumus selama tiga tahun setengah. Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada ketua jawatankuasa penyeliaan saya, Prof. Dr. Kamel Ariffin Mohd. Atan yang sentiasa meluangkan masa-untuk membimbing dan berbincang berhubung dengan kajian dan penulisan tesis ini. Nasihat serta bimbingan yang diberikan oleh ahli-ahli jawatankuasa penyeliaan, Prof. Madya Dr. Harun Budin dan Prof. Madya Dr. Habshah Midi, yang banyak membantu dalam kajian serta penulisan tesis ini juga amatlah dihargai. Saya juga ingin mengucapkan berbanyak terima kasih kepada Dekan Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar, Prof. Dr. Wan Md. Zin bin Wan Yunus yang banyak memberikan motivasi kepada saya untuk menyiapkan tesis ini serta dalam penulisan bahan-bahan ilmiah berkaitan dengan kajian saya. Sokongan moral yang diberikan oleh beliau telah banyak membantu saya untuk tidak berputus asa dalam menyiapkan tesis ini, tatkala saya mengalami rintangan yang besar dan hampir berputus asa.

Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada kesemua pihak yang menolong dalam menghulurkan manuskrip-manuskrip asal, bahan-bahan rujukan serta nasihat yang berguna dalam penyediaan tesis ini. Antaranya ialah Prof. Dr. John Crossley (Monash University, Victoria Australia), Prof. Dr. Lam Lay Yong (bekas pensyarah di National University of Singapore, Singapore), Prof. Dr. Ang Tian Se (Universiti Tunku Abdul Rahman,

Petaling Jaya, Selangor), John P.C. Moffett (perpustakaan Needham Research Institute, Cambridge, England), Dr. Benno van Dalen (Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Frankfurt, Germany), Prof. Dr. Karine Chemla (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France), Prof. Dr. Shaharir Mohamad Zain (Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi, Selangor), Haji Yusuf Liu Baojun (penyelidik China-Muslim dari China), Dr. Mohammad Alinor Abdul Kadir (Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi, Selangor), Prof. Dr. Christopher Cullen (University of London, London, England) Associate Prof. Dr. Dawn Anderson (California State University, California, U.S.A), Associate Prof. Dr. John Stillwell (Monash University, Victoria, Australia), Prof. Dr. Roshdi Rashed (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France) dan Dr. Anthony W. -C. Lun (Monash University, Victoria, Australia).

Akhir sekali, kejayaan saya menyiapkan tesis ini ialah berkat dorongan ahli keluarga saya yang sentiasa memberi kata perangsang serta mendoakan kejayaan saya. Saya amat terharu dan menghargai sokongan moral serta bantuan kewangan yang diberikan oleh ibu saya, pendorong utama saya pada setiap masa untuk tidak berputus asa dalam menyiapkan tesis ini walaupun semasa beliau sakit tenat sejak satu tahun setengah yang lalu. Tanpa galakan dan sokongan moral daripada ibu, tidak mungkin saya dapat menyiapkan tesis ini. Saya juga ingin merakamkan sekalung ucapan terima kasih kepada Pudu Rotary Club yang memberikan bantuan kewangan beberapa bulan kebelakangan ini serta kawan-kawan saya, Goh Kheng Teck serta Lee Tieng Kiing yang sentiasa menghulurkan segala bantuan dalam menyiapkan tesis ini.

DAFTAR KANDUNGAN

	Halaman
ABSTRAK	2
ABSTRACT	5
PENGHARGAAN	8
PENGESAHAN	10
PERAKUAN	12
SENARAI JADUAL	18
SENARAI RAJAH	21
BAB	
I BAB PENGENALAN	27
Pendahuluan	27
Metodologi Kajian	30
Kepentingan Kajian	33
Latar Belakang Hubungan Islam dengan China	38
Penutup	58
II SISTEM ANGKA DAN OPERASI ASAS ARITMETIK CHINA	59
Pendahuluan	59
Sistem Angka China	60
Angka Dalam Simbol	60
Angka Dalam Perkataan	65
Rod Pembilang	66
Susunan Angka Rod Pembilang	70
Sistem Ukuran China	78
Pendaraban	80
Langkah-Langkah Pendaraban Menggunakan Rod	
Pembilang	84
Masalah-Masalah Pendaraban Dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	86
Rima Sembilan-Sembilan	90
Pembahagian	92
Langkah-Langkah Pembahagian Menggunakan Rod	
Pembilang	93
Masalah-Masalah Pembahagian Dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	95
Penambahan	96
Langkah-Langkah Penambahan Menggunakan Rod	
Pembilang	97
Pengurangan	101
Langkah-Langkah Pengurangan Menggunakan Rod	
Pembilang	101
Masalah-Masalah Lain Dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	109
Pecahan	117
Memudahkan Pecahan	119
Penambahan Pecahan	123

Pengurangan Pecahan	126
Mempuratakan Pecahan	128
Pendaraban Pecahan	131
Pembahagian Pecahan	134
Punca Kuasa Dua	136
Penutup	140
III PERBINCANGAN TAJUK-TAJUK ALJABAR DI CHINA PADA KURUN KE-13	143
Pendahuluan	143
Ahli-ahli Matematik Termasyhur China Kurun ke-13	144
Li Ye 李治	144
Qin Jiushao 秦九韶	148
Yang Hui 杨辉	150
Zhu Shijie 朱世杰	151
Aljabar Di China	153
Persamaan Serentak	154
Kaedah <i>fang cheng</i> 方程	154
Contoh Masalah-Masalah Persamaan Serentak Lain	160
Kes Khas Masalah Persamaan Serentak	161
Persamaan Kuadratik	171
Persamaan Kuadratik $ax^2 + bx - c = 0$	175
Persamaan Kuadratik $ax^2 - bx - c = 0$	178
Persamaan Kuadratik $ax^2 - bx + c = 0$	180
Contoh Masalah-Masalah Kuadratik Lain	185
Kaedah Mendirikan Persamaan Kuadratik	186
Penyelesaian Persamaan Peringkat Tinggi	195
Penyelesaian Persamaan Kubik	197
Penyelesaian Persamaan Peringkat Empat	202
Kaedah Berlelaran Qin Jiushao	203
Kaedah Penghampiran Qin Jiushao	207
Penyelesaian Persamaan Peringkat 10	209
Penurunan Persamaan Berdarjah 10 Kepada 5	214
Penyelesaian Asal Qin Jiushao Menggunakan Rod Pembilang	216
Contoh Masalah-Masalah Peringkat Tinggi Lain	230
Penyelesaian Set Persamaan Peringkat Tinggi Empat Pembolehubah	233
Kaedah Penghapusan Zhu Shijie (Kaedah Empat Pembolehubah)	235
Penggunaan Rod Pembilang	235
Contoh Penyelesaian Masalah Zhu Shijie	241
Penutup	247

IV	BEBERAPA TAJUK PERBINCANGAN ALJABAR LAIN	
	CHINA PADA KURUN KE-13	249
	Pendahuluan	249
	Segiempat Ajaib	249
	<i>Ho Tu Dan Lo Shu</i>	250
	Segiempat Ajaib Kurun Ke-13	251
	Segiempat Ajaib 3×3	253
	Kegunaan Segiempat Ajaib <i>Lo Shu</i>	254
	Segiempat Ajaib 4×4	257
	Segiempat Ajaib 5×5	259
	Segiempat Ajaib 6×6	261
	Segiempat Ajaib 7×7	263
	Segiempat Ajaib 8×8	264
	Segiempat Ajaib 9×9	264
	Segiempat Ajaib Tidak Lengkap 10×10	266
	Bulatan Ajaib	266
	Bulatan Ajaib Berkumpulan Lima	267
	Bulatan Ajaib Berkumpulan Enam	269
	Bulatan Ajaib Berkumpulan Lapan	270
	Bulatan Ajaib Berkumpulan Sembilan	274
	Segitiga Pascal	275
	Segitiga Pascal Peringkat 6	277
	Segitiga Pascal Peringkat 8	282
	Jujukan dan Siri	284
	Siri Yang Hui	284
	Siri Zhu Shijie	287
	Masalah Analisis Tidak Tentu	293
	Masalah Teorem Baki China	293
	Masalah Seratus Ekor Ayam	305
	Contoh Masalah Teorem Baki China Lain	310
	Konsep Penentu	313
	Komentari Ahli-ahli Matematik Kurun ke-13 Terhadap	
	Karya-karya Terdahulu	319
	Komentari Yang Hui Terhadap Bab 'Lebih dan Kurangan'	319
	Sumbangan Yang Hui	325
	Contoh Penyelesaian Asal serta Kaedah Yang Hui	326
	Penutup	
V	PERBANDINGAN BEBERAPA TAJUK PERBINCANGAN	
	ALJABAR CHINA DENGAN ISLAM DARI KURUN KE-9 HINGGA	
	KE-13 (BAHAGIAN I)	330
	Pendahuluan	330
	Masalah Seratus Ekor Ayam	331
	Masalah Teorem Baki China	348
	Kaedah Jawapan Selepas Dua Kali Kesalahan	358
	Masalah Punca Kuasa Dua	363
	Masalah Punca Kuasa Tiga	375

	Penutup	388
VI	PERBANDINGAN BEBERAPA TAJUK PERBINCANGAN ALJABAR CHINA DENGAN ISLAM DARI KURUN-9 HINGGA KE-13 (BAHAGIAN II)	390
	Pendahuluan	390
	Persamaan Kuadratik	390
	Persamaan Kubik	407
	Segiempat Ajaib	425
	Segitiga Pascal	436
	Teorem Pithagoras	445
	Penutup	454
VII	BAB PENUTUP	456
	Pendahuluan	456
	Hasil Kajian	456
	Penutup	464
	BIBLIOGRAFI	465
	LAMPIRAN	
A	Halaman tajuk <i>Yang Hui Suanfa</i> (1278 masehi)	485
B	Masalah peringkat 10 dalam <i>Shushu Jiuzhang</i> (1247 masehi)	486
C	Satu halaman rajah dalam <i>Shushu Jiuzhang</i>	487
D	Halaman tajuk dan halaman pertama <i>Xiang Ming Suanfa</i> (1283 masehi)	488
E	Operasi penyelesaian menggunakan rod pembilang dalam <i>Shushu Jiuzhang</i>	489
F	Halaman pertama <i>Suanxue Qimeng</i> (1299 masehi)	490
G	Satu halaman yang mengandungi simbol-simbol rod pembilang dalam <i>Suanxue Qimeng</i>	491
H	Satu halaman rajah dalam <i>Jiuzhang Suanshu</i> (kurun pertama masehi)	492
I	Satu halaman rajah dalam <i>Yigu Yanduan</i> (1259 masehi)	493
J	Satu halaman yang mengandungi simbol rod pembilang bersambung-sambung dalam <i>Yigu Yanduan</i>	494
K	Kaedah mencari luas trapezium dalam <i>Yang Hui Suanfa</i>	495
L	Kaedah punca kuasa dua dalam <i>Xiangjie Jiuzhang Suanfa</i> (1261 masehi)	496
M	Satu halaman yang menunjukkan penggunaan abakus dalam <i>Suanfa Tongzong</i> (1593 masehi)	497
N	Rajah mengandungi penggunaan rod pembilang dalam satu halaman <i>Suanfa Tongzong</i>	498
O	Perbincangan kaedah <i>tian yuan</i> dalam <i>Siyuan Yujian</i> (1303 masehi)	499

P	Penyelesaian masalah aljabar menggunakan kaedah <i>tian yuan</i> dalam <i>Ceyuan Haijing</i> (1248)	500
Q	Perbincangan "Segitiga Pascal" peringkat ke-6 dalam <i>Xiangjie Jiuzhang Suanfa</i>	501
R	Perbincangan "Segitiga Pascal" peringkat ke-8 dalam <i>Siyuan Yujian</i>	502
S	Pengaruh rod pembilang China dalam "Segitiga Pascal" dalam karya matematik Jepun, <i>Sampō Doshi - mon</i>	503
Γ	Satu masalah kuadratik dalam <i>Yigu Yanduan</i> yang didirikan dengan kaedah <i>tiao duan</i> (seksyen)	504
T	Perbincangan "Teorem Pithagoras" dalam <i>Xiangjie Jiuzhang Suanfa</i>	505
U	Halaman menunjukkan tanda 0 untuk mewakili nilai sifar dalam <i>Suanxue Qimeng</i>	506
V	Perbincangan tajuk bulatan ajaib dalam <i>Yang Hui Suanfa</i>	507
W	Rajah "Teorem Pithagoras" dalam satu halaman <i>Jiuzhang Suanshu</i>	508
X	Satu halaman yang membincangkan masalah aljabar dalam <i>Ceyuan Haijing</i>	509
Y	Penggunaan rod pembilang untuk penyelesaian masalah aljabar dalam <i>Shushu Jiuzhang</i>	510
Z	Perbincangan masalah hasil tambah siri aritmetik dalam <i>Yang Hui Suanfa</i>	511
	BIODATA PENULIS	512

SENARAI JADUAL

Jadual	Halaman
2.1 Jadual menunjukkan angka dalam simbol China bagi nombor yang besar dan sebutannya dalam bahasa China	61
2.2 Jadual menunjukkan angka dalam simbol China bagi nombor perpuluhan dan sebutannya dalam bahasa China	63
2.3 Istilah-istilah bahasa China untuk pendarab, hasil darab dan yang didarab dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	73.
2.4 Langkah-langkah pendaraban bagi 81×81 menggunakan rod pembilang dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	85
2.5 Jadual pendaraban yang mengandungi Rima Sembilan-Sembilan dalam <i>Sunzi Suanjing</i> .	92
2.6 Istilah-istilah bahasa China untuk hasil bahagi, yang dibahagi dan pembahagi dalam <i>Sunzi Suanjing</i> .	
2.7 Langkah-langkah pembahagian bagi $6561 \div 9$ menggunakan rod pembilang dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	94
2.8 Langkah-langkah penambahan bagi $562 + 214$ menggunakan rod pembilang dalam <i>Sunzi Suanjing</i>	101
2.9 Perbandingan langkah-langkah mencari purata pecahan dalam <i>Sunzi Suanjing</i> dengan langkah-langkah mencari purata pecahan pada hari ini	130
2.10 Langkah-langkah pendaraban bagi beberapa contoh menggunakan kaedah pendaraban dari <i>Sunzi Suanjing</i>	133
2.11 Langkah-langkah penyelesaian masalah punca kuasa dua menggunakan rod pembilang dalam <i>Sunzi Suanjing</i> serta terjemahannya dalam bentuk moden	137
3.1 Jadual menunjukkan peraturan <i>positif-negatif</i> yang digunakan dalam operasi penambahan dan pengurangan	159
3.2 Perbandingan di antara kaedah mencari punca kuasa dua dengan penyelesaian persamaan kuadratik oleh ahli matematik China, Yang Hui	173

3.3	Perbandingan kaedah Yang Hui mendapatkan punca positif yang lebih besar dengan kaedah mendapatkan punca positif yang lebih kecil	182
3.4	Contoh masalah persamaan peringkat tinggi yang dibincangkan oleh ahli-ahli matematik China	231
5.1	Perbandingan di antara masalah seratus ekor ayam yang diberikan oleh Zhang Qiujian dan Abu Kamil	335
5.2	Perbandingan di antara masalah seratus ekor ayam yang dibincangkan oleh Abu Kamil dan Fibonacci	340
5.3	Perbandingan di antara masalah seratus ekor ayam yang dikemukakan oleh Zhang Qiujian dengan Yang Hui	343
5.4	Perbandingan di antara masalah Teorem Baki China yang diberikan dalam <i>Sunzi Suanjing</i> dan Ibn Tahir	350
5.5	Perbandingan di antara masalah Teorem Baki China yang diberikan dalam <i>Sunzi Suanjing</i> dan Yang Hui	354
5.6	Perbandingan perbincangan kaedah jawapan selepas dua kali kesalahan dalam <i>Jiuzhang Suanshu</i> dengan Al-Khawarizmi	360
5.7	Perbandingan langkah-langkah mencari punca kuasa dua dalam <i>Jiuzhang Suanshu</i> dengan <i>Kitāb usūl fī Hisāb al-Hind</i>	368
5.8	Kronologi perbincangan formula punca kuasa dua oleh ahli-ahli matematik China dan Islam	374
5.9	Perbandingan langkah-langkah mencari punca kuasa tiga dalam <i>Jiuzhang Suanshu</i> dengan <i>Kitāb usūl fī Hisāb al-Hind</i>	380
5.10	Kronologi perbincangan formula punca kuasa tiga oleh ahli-ahli matematik China dan Islam	386
6.1	Perbandingan kaedah penyelesaian masalah kuadratik berbentuk $ax^2 + bx - c = 0$ oleh Al-Khawarizmi dan Yang Hui	391
6.2	Perbandingan kaedah penyelesaian masalah kuadratik berbentuk $ax^2 - bx - c = 0$ oleh Al-Khawarizmi dan Yang Hui	395

6.3	Perbandingan kaedah penyelesaian masalah kuadratik berbentuk $ax^2 - bx + c = 0$ oleh Al-Khawarizmi dan Yang Hui	400
6.4	Perbandingan menyeluruh kaedah penyelesaian persamaan kuadratik Al-Khawarizmi dan Yang Hui	405
6.5	Masalah-masalah persamaan kubik Wang Xiaotong dalam karyanya <i>Qigu Suanshu</i>	408
6.6	Perbandingan umum perbincangan persamaan kubik oleh Qin Jiushao dan Umar Khayyam	410
6.7	Perbandingan langkah-langkah penyelesaian persamaan kubik oleh Qin Jiushao dan Umar Khayyam	416
6.8	Perbandingan di antara kaedah Yang Hui dengan Al-Buni mendirikan segiempat ajaib	434
6.9	Nama karya Sama' wal dan Yang Hui masing-masing serta karya terdahulu yang dirujuk oleh mereka dalam perbincangan Segitiga Pascal	438
6.10	Perbandingan perbincangan 'Teorem Pithagoras' oleh Zhao Shuang dan Al-Khawarizmi	448
6.11	Perbandingan perbincangan 'Teorem Pithagoras' dalam <i>Zhoubi Suanjing</i> dan Thabit bin Qurrah	450
6.12	Perbandingan perbincangan 'Teorem Pithagoras' oleh <i>Jiuzhang Suanshu</i> dan Thabit bin Qurrah	452

SENARAI RAJAH

Rajah		Halaman
1.1	Laluan sutera melalui jalan darat dan laut merupakan laluan penting yang mengeratkan hubungan antara China dengan Arab, antaranya ialah hubungan perdagangan, kebudayaan, sains dan teknologi dan penyebaran agama Islam ke China. [Sumber: Haji Yusuf Liu Baojun (1998), <i>A Glance at Chinese Muslims</i>]	36
1.2	Selain hubungan perdagangan agama Islam juga tersebar ke China dan pada hari ini banyak masjid boleh dijumpai khususnya di sepanjang laluan sutera yang merupakan warisan sejarah silam yang penting. [Sumber: Haji Yusuf Liu Baojun (1998), <i>A Glance at Chinese Muslims</i>]	37
2.1	Susunan rod pembilang untuk sembilan angka yang pertama	70
2.2	Sistem susunan rod pembilang bagi angka 1 hingga 9	72
2.3	Contoh Qin Jiushao yang melibatkan sifar dalam masalah pengurangan yang dibincangkannya dalam karyanya <i>Shushu Jiuzhang</i>	73
2.4	Dalam karyanya <i>Yigu Yanduan</i> , Li Ye menggunakan tanda pangkah yang condong ke arah kanan pada nombor bukan sifar yang terakhir untuk mewakili nombor negatif. [Sumber: <i>Yigu Yanduan</i> (1259 masehi), hlm. 66]	74
2.5	Beberapa variasi dalam susunan rod pembilang untuk angka 4, 5 dan 9	75
2.6	Dalam <i>Yang Hui Suanfa</i> (1278 masehi), Yang Hui mewakili nombor menggunakan pelbagai simbol rod pembilang dalam operasi penghitungannya	75
2.7	Penggunaan pelbagai simbol rod pembilang untuk operasi pengiraan ditunjukkan dalam karya Qin Jiushao yang bertajuk <i>Shushu Jiuzhang</i> pada tahun 1247 [Sumber: <i>Shushu Jiuzhang</i> (1247 masehi), hlm. 417]	76
2.8	Simbol-simbol yang digunakan oleh saudagar-saudagar untuk mewakili angka 1 hingga 10	77

- 2.9 Contoh perwakilan nombor secara bersambung-sambung menggunakan rod pembilang dalam *Suanxue Qimeng*, karya Yang Hui pada tahun 1299 masehi. [Sumber: *Suanxue Qimeng* (1299 masehi), hlm. 164] 77
- 3.1 Kedudukan bagi susunan jumlah benda-benda dan *shi* yang diwakili oleh rod-pembilang atas papan pembilang 156
- 3.2 Rajah yang diberi oleh Yang Hui dalam *Riyong Suanfa* untuk membantu penjelasan penyelesaian persamaan serentakannya 170
- 3.3 Masalah masalah 8 dalam *Yigu Yanduan* yang didirikan dengan kaedah *tian yuan* [Sumber: *Yigu Yanduan* (1259 masehi), hlm.13] 188
- 3.4 Masalah masalah 33 dalam *Yigu Yanduan* yang didirikan dengan kaedah *tiao duan* [Sumber: *Yigu Yanduan* (1259 masehi), hlm.53] 193
- 3.5 Rajah menunjukkan susunan pekali pembolehubah di atas papan pembilang dari pekali bagi kuasa yang paling rendah kepada paling tinggi 197
- 3.6 Halaman-halaman yang menunjukkan perbincangan masalah peringkat 10 oleh Qin Jiushao dalam *Shushu Jiuzhang* pada tahun 1247 [Sumber: *Shushu Jiuzhang* (1247 masehi), hlm.188-189] 209
- 3.7 Gambarajah yang diberikan oleh Qin Jiushao untuk mewakili masalah peringkat 10 yang dibincangkannya dalam *Shushu Jiuzhang* [Sumber: *Shushu Jiuzhang* (1247 masehi), hlm.184] 210
- 3.8 Langkah pertama penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 217
- 3.9 Langkah kedua penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 218
- 3.10 Langkah ketiga penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 219

- 3.11 Langkah keempat penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 220
- 3.12 Langkah kelima penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 220
- 3.13 Langkah keenam penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 221
- 3.14 Langkah ketujuh penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 221
- 3.15 Langkah kelapan penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 222
- 3.16 Langkah kesembilan penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 222
- 3.17 Langkah ke-10 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 223
- 3.18 Langkah ke-11 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 223
- 3.19 Langkah ke-12 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 224
- 3.20 Langkah ke-13 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 224
- 3.21 Langkah ke-14 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 225

- 3.22 Langkah ke-15 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 225
- 3.23 Langkah ke-16 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 226
- 3.24 Langkah ke-17 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 228
- 3.25 Langkah ke-18 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 228
- 3.26 Langkah ke-19 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 229
- 3.27 Langkah ke-20 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 229
- 3.28 Langkah ke-21 penyelesaian persamaan $-x^4 + 15245x^2 - 6262506.25 = 0$ menggunakan rod pembilang dalam *Shushu Jiuzhang* 230
- 3.29 Salah satu halaman yang menunjukkan perbincangan mengenai kaedah empat pembolehubah oleh Zhu Shijie dalam *Siyuan Yujian* [Sumber: *Siyuan Yujian* (1303 masehi), hlm.1209] 239
- 4.1 Rajah *Lo Shu* beserta dengan terjemahan dalam angka Hindu-Arab di sebelah kanannya 250
- 4.2 Rajah *Ho Tu* beserta dengan terjemahan dalam angka Hindu-Arab di sebelah kanannya 251
- 4.3 Dua halaman daripada *Yang Hui Suanfa* membincangkan mengenai segiempat ajaib *Lo Shu* dan *Ho Thu* [Sumber: *Yang Hui Suanfa* (1278 masehi), hlm. 71] 254
- 4.4 Dua segiempat ajaib 4×4 dalam *Yang Hui Suanfa* [Sumber: Buku *Xugu Zhaiqi Suanfa* dalam *Yang Hui Suanfa* (1274 masehi), hlm.146] 257