

PENYELESAIAN MASALAH
KUANTITATIF KIMIA
OLEH PELAJAR-PELAJAR
SEKOLAH MENENGAH ATAS

oleh

YEE HOOT ENG

Tesis yang diserahkan untuk memenuhi
keperluan bagi Ijazah Sarjana Pendidikan

Disember 1995

634710,

rb

fLB1648.2

Y42

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia dan Universiti Sains Malaysia yang telah memberi saya peluang untuk menambahkan pengalaman dan ilmu melalui penyelidikan ini.

Kepada penyelia utama saya, Dr. Tan Sok Khim, kata-kata sahaja tidak akan dapat mengatakan rasa terima kasih saya yang tak terhingga, kerana memberi bimbingan, dorongan, kritikan serta persahabatan beliau. Beliau telah menolong mendalami dan memperluaskan pemikiran saya.

Saya juga ingin berucap terima kasih kepada Dr. Zurida Ismail, penyelia bersama yang telah turut memberi bimbingan dan nasihat, terutamanya pada peringkat awal.

Tidak dilupakan juga ucapan terima kasih kepada Profesor A. Lourdasamy atas pandangan beliau yang bernas tentang kajian ini pada peringkat awal.

Saya ingin berucap terima kasih kepada Pengetua sekolah yang telah membenarkan saya menjalankan kajian saya dan juga semua pelajar yang telah mengambil bahagian dalam kajian ini. Tanpa kerjasama mereka, penyelidikan ini tidak akan berjaya.

Saya juga ingin merakamkan penghargaan kepada rakan-rakan sejawat saya yang telah bantu menjayakan penyelidikan ini.

Akhir sekali, saya juga ingin merakamkan terima kasih yang istimewa kepada suami saya, Kheng Hoon yang sentiasa penuh kesabaran, memberi galakan dan sokongan moral. Tidak dilupakan juga, anak-anak saya dan ibu saya kerana sentiasa percaya bahawa penyelidikan ini akan berjaya juga.

KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	ii
KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
BAB 1: PENGENALAN	1
1.1 Latar belakang Dan Rasional Kajian	2
1.2 Objektif-objektif Kajian	6
1.3 Kepentingan Kajian	7
DEFINISI ISTILAH	9
BAB 2: TINJAUAN KAJIAN BERKAITAN DAN PENGKONSEPAN KAJIAN	11
2.1 Teori dan Pendekatan Kepada Penyelesaian Masalah	13
2.2 Makna Penyelesaian Masalah	21
2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi penyelesaian masalah	24

2.3.1	Strategi-strategi Penyelesaian Masalah - Am dan Spesifik	24
	(a) Strategi yang digunakan untuk memahami sesuatu masalah	29
	(b) Strategi yang digunakan dalam perancangan penyelesaian	30
	(c) Strategi yang digunakan dalam implementasi dan semakan	32
2.3.2	Faktor-faktor lain dalam Penyelesaian Masalah	33
	(a) Mod Persembahan Masalah	33
	(b) Pengetahuan isi kandungan	36
	(c) Kebolehan matematik	40
2.4	PENINGKONSEPAN KAJIAN	43
BAB 3:	METODOLOGI PENYELIDIKAN	46
3.1	Persiapan Awalan	48
3.2	Pemilihan Sampel untuk Proses 'Menyuarakan-fikiran'	50
3.2	Pengumpulan Data	52
	(a) Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	52
	(b) Sesi Interview Separa-struktur	55
3.4	Kaedah Pemprosesan Dan Analisis Data	56
3.5	BATASAN KAJIAN	57
BAB 4:	DAPATAN KAJIAN	59
4.1	Analisis	59
4.2	Masalah Pertama	62
4.3	Masalah Kedua	73

4.4 Masalah Ketiga	80
4.5 Keputusan	86
BAB 5: KESIMPULAN	93
PERBINCANGAN	93
IMPLIKASI DAN CADANGAN	101
PENUTUP	103
BIBLIOGRAFI	106
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
Lampiran A: Soalan-soalan untuk Ujian Kelayakan	112
Lampiran B: Jadual L.1: Analisis 5 Orang Guru Tentang Soalan-soalan Ujian Dan 'Menyuarakan-fikiran'	115
Lampiran C: Jadual L.2: Taburan Markah Ujian Bagi Pelajar-pelajar Yang Menyertai Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	116
Lampiran D: Soalan-soalan untuk Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	117
Lampiran E: Jadual L.3: Prestasi Pelajar-pelajar Dalam Soalan-soalan Untuk Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	118

SENARAI JADUAL

JADUAL		Muka Surat
1.1	Susunan Pangkatan & Peratusan Pelajar Yang Amati Topik Dan Konsep Sukar	3
4.1	Sampel Deskripsi Turutan Langkah Dalam Penyelesaian Soalan 1 (Daripada Transkrip 'Menyuarakan-fikiran')	64
4.2	Soalan 1 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Berjaya	66
4.3	Soalan 1 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Tak Berjaya	69
4.4	Soalan 2 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Berjaya	75
4.5	Sampel Deskripsi Turutan Langkah Dalam Penyelesaian Soalan 2 (Daripada Transkrip 'Menyuarakan-fikiran')	76
4.6	Soalan 2 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Tak Berjaya	78
4.7	Soalan 3 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Berjaya	81
4.8	Sampel Deskripsi Turutan Langkah Dalam Penyelesaian Soalan 3 (Daripada Transkrip 'Menyuarakan-fikiran')	82
4.9	Soalan 3 - Turutan Langkah Bagi Pelajar Yang Tak Berjaya	85
4.10	Perbandingan Turutan Langkah Bagi Beberapa Orang Pelajar	87

JADUAL

Muka Surat

L.1	Analisis 5 Orang Guru Tentang Soalan-soalan Ujian Dan 'Menyuarakan-fikiran'	115
L.2	Taburan Markah Ujian Bagi Pelajar-pelajar Yang Menyertai Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	116
L.3	Prestasi Pelajar-pelajar Dalam Soalan-soalan Untuk Sesi 'Menyuarakan-fikiran'	118

SENARAI RAJAH**RAJAH**

Muka Surat

Rajah 2.1	Penyelesaian Masalah - Faktor-faktor dan pendekatan penyelidikan	12
Rajah 3.1	Kerangka Kajian	47

ABSTRAK

Tujuan kajian ini ialah untuk menentukan strategi-strategi yang digunakan oleh pelajar-pelajar sekolah Malaysia di Tingkatan Lima untuk menyelesaikan masalah kimia berangka. Kaedah 'menyuarakan-fikiran', suatu pendekatan kualitatif, telah digunakan untuk mendapatkan daripada pelajar-pelajar ini strategi-strategi yang mereka telah gunakan.

Empat puluh satu orang pelajar sains telah diminta untuk menyelesaikan tiga masalah kimia yang melibatkan stoikiometri dan mol; dan untuk menyuarakan pemikiran mereka semasa mereka mencuba menyelesaikan masalah yang diberikan itu. Pelajar-pelajar ini kemudiannya telah ditemudugakan untuk memperolehi penjelasan lanjutan tentang strategi-strategi mereka. Sesi-sesi 'menyuarakan-fikiran' dan interviu-interviu telah dirakamsuarakan dan rakaman-rakaman ini telah ditranskripsikan.

Analisis transkrip telah menunjukkan bahawa langkah-langkah yang digunakan oleh pelajar-pelajar boleh dikelaskan dalam empat kategori. Penyelesai-penyelesai masalah yang berjaya telah mengikuti satu turutan langkah

tertentu iaitu: (1) tentukan tindak balas kimia yang terlibat dan tulis persamaan berimbang bagi tindak balas tersebut (Satu aplikasi teori atom); (2) kenal pasti matlamat berasaskan persamaan kimia; (3) penggunaan konsep mol untuk menghitung kuantiti mol yang terlibat; dan (4) pelbagai perhitungan matematik untuk mencari jawapan.

Sebaliknya, tiada turutan langkah tertentu yang ditemui untuk penyelesaian-penyelesaian yang tak berjaya. Mereka nampaknya mengikuti strategi-strategi yang direkomenkan untuk penyelesaian masalah am. Analisis lanjutan juga menyarankan bahawa peranan persamaan kimia dan juga pengajaran teori atom perlu dinilai dengan seriusnya dan dititikberatkan sebagai suatu cara untuk menyelesaikan masalah kuantitatif dalam kimia.

ABSTRACT

"Quantitative Problem Solving In Chemistry

By Upper Secondary Students"

The aim of the study was to determine the strategies used by Form Five Malaysian school students in solving quantitative chemistry problems. The 'think-aloud' method, a qualitative approach, was used to draw out from these students the strategies that they had used.

Forty one science students were asked to solve three chemistry problems involving stoichiometry and the mole, and to verbalise their thoughts aloud as they attempted to solve the given problems. The students were then interviewed to obtain further clarification of their strategies. The 'think-aloud' sessions as well as the interviews were audiotaped and these were then transcribed.

The analysis showed that the steps used by the students could be classified into four categories. Successful problem-solvers followed a definite sequencing of steps which could be taken as representing a specific

strategy that is: (1) identify the chemical reaction involved and write a balanced equation for the reaction (an application of the atomic theory); (2) identify the goal based on the equation; (3) use of the mole concept to find the mole quantities involved; and (4) various mathematical calculations to find the answer.

On the other hand, no definite sequencing of steps could be found for the unsuccessful problem-solvers, who however, appeared to follow the strategies recommended for general problem-solving. Further analysis suggests that the role of the chemical equation as well as the teaching of the atomic theory needs to be seriously assessed and emphasised as a means for solving quantitative problems in chemistry.

BAB SATU

Pengenalan

Kajian ini memfokus kepada proses-proses pemikiran dalam penyelesaian masalah kimia oleh pelajar-pelajar. Pembelajaran kimia melibatkan pelbagai aspek seperti memperolehi pengetahuan tentang jirim; memperolehi kemahiran manipulatif, serta memperolehi kemahiran proses seperti membuat pencerapan, menganalisis, mendeduksi. Penyelesaian masalah merupakan satu aspek yang juga sangat penting dalam mata pelajaran kimia. Penyelesaian masalah boleh dianggap sebagai mewakili proses 'aktif' dalam kimia iaitu ia menggambarkan apakah yang berlaku semasa sesuatu tindak balas kimia dan juga mengkuantifikasikan perubahan itu. John Dewey (1916) telah mengatakan bahawa, dalam pendidikan Sains, penyelesaian masalah mempunyai dua peranan penting; iaitu sebagai kaedah mengajar sains dan juga sebagai tujuan pengajaran sains. (dicatat oleh A. B. Champagne dan L. E. Klopfer 1977, ms.438) Jadi penyelesaian masalah boleh membantu pelajar-pelajar menggambarkan bagaimana bahan kimia bertindak. Akhirnya, dari segi pembelajaran, pemahaman proses penyelesaian masalah membolehkan para guru mengkaji pemahaman pelajar-pelajar tentang kimia.

1.1 Latarbelakang dan Rasional Kajian

Di Malaysia, pelajar-pelajar yang mengambil mata pelajaran kimia adalah pelajar terpilih. Mereka telah lulus dengan keputusan yang baik dalam peperiksaan Sijil Rendah Pelajaran (SRP), satu peperiksaan awam yang kini dikenali sebagai Penilaian Menengah Rendah (PMR). Mereka telah memperolehi kepujian dalam mata pelajaran Sains dan Matematik. Jadi, pelajar-pelajar yang mengambil kimia di Tingkatan Empat dan Lima merupakan mereka yang lebih pintar. Namun begitu, daripada pengalaman peribadi dan pengamatan sebagai seorang guru mata pelajaran kimia, serta dari perbincangan secara tidak formal dengan guru-guru kimia yang lain; nampaknya ramai pelajar mendapati kimia susah dipelajari.

Walau pun menjadi satu tujuan penting, penyelesaian masalah juga menjadi satu aspek khusus kurikulum kimia yang sukar bagi pelajar-pelajar. Hal ini telah dibuktikan dalam satu kajian yang dikendalikan oleh Chan (1988) yang mengenal pasti beberapa topik kimia yang didapati sukar oleh pelajar-pelajar Tingkatan Empat di Malaysia. Daripada tujuh topik yang didapati paling sukar, enam melibatkan penyelesaian masalah kuantitatif. Daripada kajian beliau, urutan tahap (susunan pangkatan) kesukaran topik-topik kimia, mengikut tanggapan pelajar-pelajar dalam kajian beliau, adalah seperti dalam Jadual 1.1.

JADUAL 1.1

SUSUNAN PANGKATAN & PERATURAN PELAJAR YANG AMATI

TOPIK DAN KONSEP YANG SUKAR

Susunan pangkatan	Topik dan Konsep	Peraturan pelajar
1	Kiraan titratan di antara larutan asid dan alkali	62.9
2	Larutan molar dan larutan piawai	62.1
3	Kiraan perubahan tenaga dalam berbagai jenis tindak balas kimia	60.4
4	Kiraan elektrolisis	60.3
5	Penerangan pembentukan jenis hasil semasa elektrolisis berlaku	53.9
6	Kiraan berdasarkan pada persamaan kimia yang seimbang	51.3
7	Kiraan yang melibatkan g-atom dan g-formula (atau jisim atom relatif dan jisim molekul relatif) sesuatu sebatian	45.7

Sumber: Petikan dari Chan, W.K., (1988), muka surat 102

Chan merumuskan bahawa kajian beliau menunjukkan pelajar-pelajar mendapati penyelesaian masalah kuantitatif kimia sukar.

Namun begitu, masalah ini bukan unik kepada pelajar-pelajar di Malaysia. Satu tinjauan oleh Johnstone et al (1971) untuk menentukan pandangan pelajar-pelajar Scotland mengenai kursus-kursus kimia yang baru mereka ikuti di sekolah menunjukkan mereka menghadapi masalah dalam beberapa topik. Pandangan kira-kira tiga ratus orang pelajar Maktab Teknik yang berkebolehan sederhana, dan yang baru tamat Gred-O (16+) dalam kursus kimia telah ditinjau. Kajian tersebut menunjukkan: empat puluh lima

peratus daripada pelajar-pelajar menghadapi kesukaran menulis persamaan; manakala enam puluh peratus mendapati pengiraan berdasarkan persamaan rumit; dan enam puluh lapan peratus mendapati sukar untuk mengira kemolaran larutan. Maka daripada perangkaan di atas jelaslah bahawa topik-topik yang membabitkan pengiraan mendatangkan masalah kepada lebih daripada separuh daripada bilangan pelajar yang dikaji.

Beberapa kajian lain telah memberi tumpuan kepada masalah-masalah yang dihadapi oleh pelajar-pelajar dalam penghayatan konsep-konsep kimia (Ingle & Shayer, 1971; Duncan & Johnstone, 1973; Herron, 1975). Ada pula menonjolkan kerumitan berhubung dengan isi kandungan masalah (Wheeler & Kass, 1978); mod persembahan masalah (Lazonby et al, 1982, 1985); serta kemahiran matematik yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah yang diberi (Herron, 1975).

Chan (1988), daripada kajiannya, yakin bahawa salah satu daripada punca kesukaran yang dihadapi ialah keperluan kemahiran matematik dalam penyelesaian masalah-masalah tersebut. Sebenarnya, ramai guru kimia juga percaya bahawa kemusykilan yang pelajar-pelajar hadapi adalah disebabkan kurangnya kecekapan matematik. Guru-guru cenderung untuk mengatakan: "penyelesaian masalah adalah matematik; mereka seharusnya mempelajari

aspek ini dalam pelajaran 'matematik" (Kramers-Pal et al, 1982). Sejauh manakah ini benar?

Di Malaysia, masih tidak ada kajian untuk meninjau mengapa pelajar-pelajar mendapati penyelesaian masalah kuantitatif kimia begitu sukar. Hakikat bahawa pelajar-pelajar mendapati penyelesaian masalah sukar, memang ketara, tetapi mengapa ini boleh berlaku dan apakah, sebenarnya, kemusykilan mereka berhubung dengan penyelesaian masalah masih belum diketahui. Oleh itu, perkara ini menjadi salah satu aspek yang diselidiki dalam kajian ini.

"Penyelesaian masalah semakin diiktiraf sebagai satu aspek penting dalam pendidikan sains, baik pun sebagai satu cara untuk memudahkan pembelajaran mahu pun sebagai satu latihan untuk memperolehi kemahiran dalam menyelesaikan masalah itu sendiri." (Garrett, 1986). Walau pun penekanan diberi terhadap perkembangan kemahiran penyelesaian masalah di kalangan pelajar, namun kemahiran ini tidak diajar secara khusus di dalam kimia. Masalah-masalah diberi secara mendadak dan guru-guru:

"rely predominantly on presenting information, showing prototypical examples of worked-out problems, and providing students with practice in solving similar kinds of problems"

(Reif, 1983, ms.952)

Ketika seseorang guru menjelaskan bagaimana sesuatu masalah diselesaikan, dia jarang sekali menunjukkan kesemua langkah yang diperlukan dalam proses penyelesaian itu. Fasa menganalisis, merancang dan mentaksir dalam proses penyelesaian masalah itu dilakukan secara mental dan tidak "dikongsi" dengan pelajar-pelajar. Apa yang ditunjukkan cuma "pembentangan tindakan-tindakan yang lazim (rutin)" (Kramers-Pal et al, 1982). Tetapi sebaliknya pelajar-pelajar juga tidak 'mengongsikan' analisis mereka dengan para guru. Strategi yang digunakan oleh pelajar masih tersembunyi daripada guru. Jadi dalam satu aspek penting bagi penyelesaian masalah; iaitu boleh dikatakan pada satu peringkat kritikal; kedua-dua pihak, pelajar dan guru, saling tidak tahu-menahu tentang apa yang dilakukan oleh pihak lain. Hal ini merupakan satu cabaran untuk dikaji. Maka tujuan utama kajian ini ialah mengkaji strategi atau perancangan menyelesaikan masalah yang digunakan oleh para pelajar, termasuk strategi-strategi tersembunyi.

1.2 Objektif-objektif Kajian

Penyelidikan ini telah cuba mengkaji bagaimana pelajar-pelajar sekolah menengah atas menyelesaikan masalah-masalah kuantitatif kimia. Ia memfokuskan bagaimana pelajar-pelajar menyelesaikan masalah-masalah kuantitatif kimia, strategi-strategi yang mereka gunakan,

kelakuan yang diperlihatkan serta mengenal pasti kesukaran-kesukaran dan kesilapan-kesilapan mereka. Secara khusus, objektif-objektif kajian ialah:

1. untuk memperolehi maklumat mengenai strategi-strategi yang digunakan oleh beberapa orang pelajar sekolah menengah atas semasa menyelesaikan masalah-masalah kimia yang melibatkan stoikiometri dan kemolaran dan menganalisiskan strategi-strategi itu.
2. untuk membuat perbandingan strategi-strategi yang digunakan oleh pelajar-pelajar yang berjaya dan yang tidak berjaya.
3. untuk mengenal pasti kesilapan-kesilapan dalam prosedur dan konsep yang dilakukan, dan kemusykilan yang dihadapi oleh pelajar-pelajar dalam menyelesaikan masalah kimia.

1.3 Kepentingan Kajian

Apabila seseorang pelajar menyelesaikan masalah, sebarang kesilapan dalam jawapan dan dalam cara penyelesaian memang ketara. Akan tetapi "proses pemikiran yang menyebabkan kesilapan itu tidaklah begitu jelas" (Kramers-Pal et al, 1982). Kajian ini merupakan yang pertama dilakukan di Malaysia untuk mengkaji bagaimana

pelajar menyelesaikan masalah; iaitu ia cuba menjadikan jelas proses pemikiran yang dilakukan oleh pelajar-pelajar semasa mereka menyelesaikan masalah. Dengan itu, diharapkan pengetahuan tersembunyi itu dapat didedahkan dan kaedah untuk mengajar "penyelesaian masalah" yang lebih jelas dan tepat dapat diperkembangkan dan dapatan-dapatan dari kajian ini akan menyumbangkan kepada fahaman lanjutan tentang penyelesaian masalah. Pada masa yang sama, maklumat ini akan memberi petunjuk bagaimana memperbaiki proses penyelesaian masalah. Oleh itu, hasil kajian ini diharapkan dapat membantu guru-guru mengasah kemahiran menyelesaikan masalah di kalangan pelajar.

Jadi, diharapkan dapatan kajian ini adalah berguna kepada perancang kurikulum semasa merancang program yang lebih berkesan dan juga kepada penulis buku teks. Dapatan kajian ini diharapkan akan membawa kepada kemajuan dalam pengajaran dan seterusnya kepada situasi di mana pelajar-pelajar dapat menyelesaikan masalah dengan cekap dan penuh keyakinan. Adalah diharapkan dapatan kajian ini bukan sahaja akan menyumbangkan kepada pemahaman lanjutan tentang penyelesaian masalah tetapi juga dapat membantu dalam pemahaman tentang kimia secara amnya. Mudah-mudahan pelajar-pelajar akan mendapati bahawa kimia tidaklah begitu sukar dan seterusnya, lebih ramai pelajar akan berminat untuk memilih kerjaya dalam bidang sains dan teknologi.

1.4 DEFINISI ISTILAH

Berikut ialah definisi untuk beberapa istilah yang digunakan. Definisi ini telah dibuat selepas satu tinjauan bacaan. Laporan tinjauan ini dan perkembangan definisi-definisi berikut yang lebih terperinci terdapat dalam Bab 2.

Penyelesaian masalah:

Penyelesaian masalah bererti "keupayaan pelajar-pelajar sekolah menengah atas untuk menjawab dengan betul soalan-soalan yang lazimnya terdapat dalam peperiksaan formal sekolah".

Masalah:

Masalah dalam kajian ini merujuk kepada masalah stoikiometri dalam kimia. Masalah jenis ini bukan 'bebas-bidang'. Ia merupakan masalah berangka yang melibatkan objektif yang diketahui atau pun telah ditentukan.

Strategi-strategi:

Strategi-strategi menyelesaikan masalah ialah satu "turutan langkah-langkah yang tertentu" yang diambil untuk selesaikan masalah itu. Ini termasuk langkah-langkah terdedah ('overt') dan langkah-langkah tersembunyi. Turutan langkah-langkah ini merupakan sesuatu yang tertentu atau khusus untuk sesuatu kumpulan pelajar atau mungkin untuk seseorang individu.

Langkah-langkah terdedah:

Langkah-langkah yang diambil oleh seseorang penyelesaian semasa menyelesaikan masalah kimia berangka yang boleh dicerapkan dengan mudah seperti menulis persamaan, menghitung bilangan mol dan sebagainya.

Langkah-langkah tersembunyi:

Langkah-langkah yang diambil oleh seseorang penyelesaian masalah yang tidak dapat diperhatikan dengan mudah dan yang melibatkan proses pemikiran yang digunakan oleh penyelesaian itu. Langkah-langkah ini adalah khusus kepada penyelesaian itu dan berkait rapat dengan pengetahuan serta pengalamannya.

Menyuarakan fikiran ('think-aloud'):

Satu kaedah yang digunakan dalam kajian ini di mana penyelesaian-penyelesaian masalah diminta untuk 'menyuarakan apa yang mereka fikirkan' semasa mereka cuba menyelesaikan masalah yang diberikan.

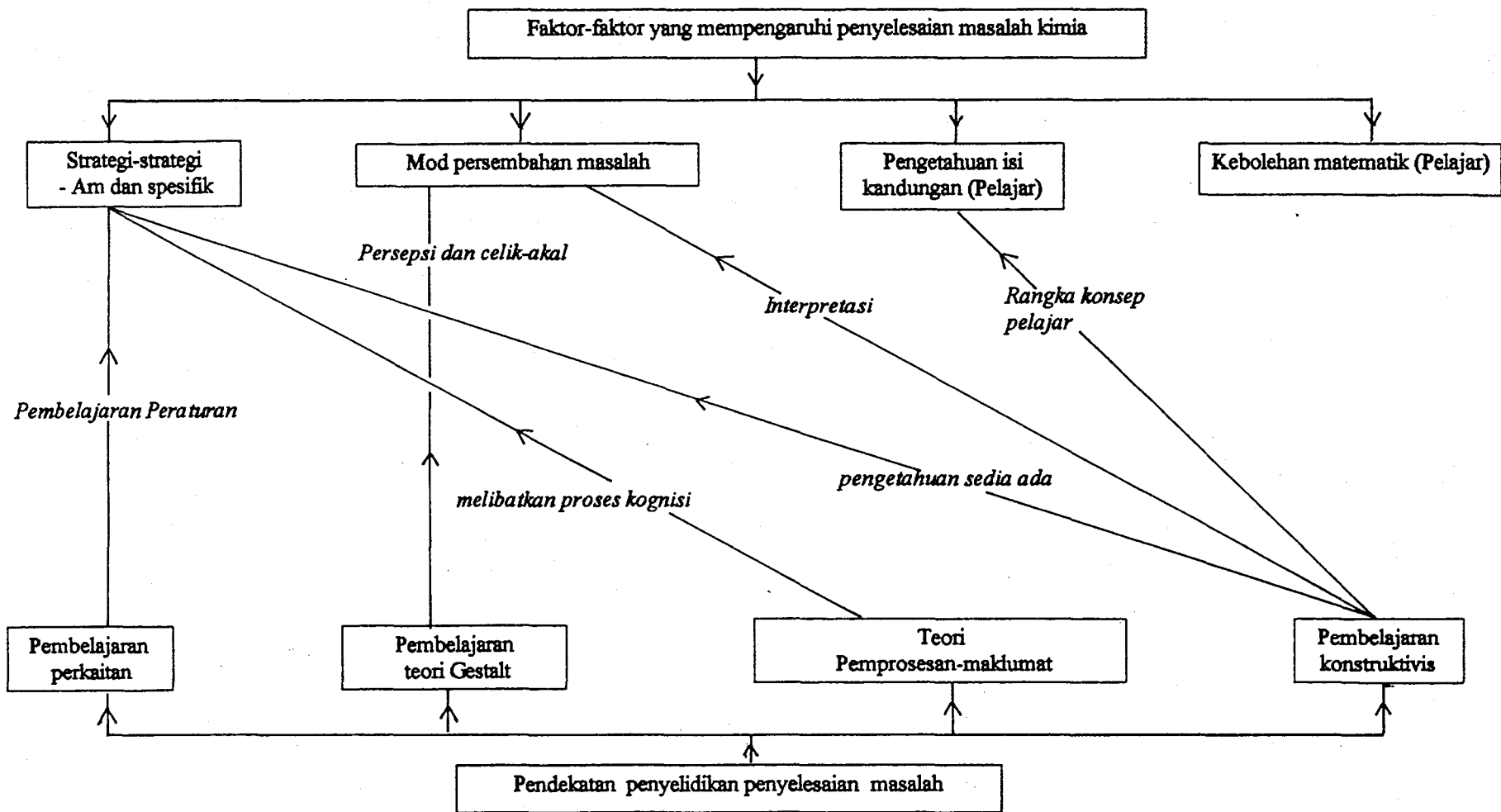
BAB 2

TINJAUAN KAJIAN BERKAITAN

DAN

PENKONSEPAN KAJIAN

Tinjauan kajian berkaitan dengan penyelesaian masalah dan khususnya, penyelesaian masalah dalam Sains dan Kimia menunjukkan bahawa terdapatnya pelbagai definisi bagi maknanya dan juga pelbagai pendekatan kepada penyelidikan tentang penyelesaian masalah. Situasinya agak kompleks. Penyelesaian masalah telah dikajikan daripada banyak perspektif. Secara umum boleh dikatakan terdapat empat pendekatan teoretis yang boleh dipertimbangkan, yakni; teori pembelajaran perkaitan, teori Gestalt, teori pemprosesan maklumat (*'information-processing*) dan teori konstruktivis. Ini telah mengakibatkan fokus yang berlainan kepada faktor-faktor yang boleh mempengaruhi penyelesaian masalah. Pendekatan teoretis yang manakah diikuti dalam kajian-kajian berkenaan dengan penyelesaian masalah terutama sekali dalam pendidikan Sains, tidaklah jelas. Akan tetapi, hal ini telah pun dijangkakan kerana aspek-aspek pendekatan-pendekatan ini tindih-menindih antara satu sama lain dan demarkasi antara pendekatan-pendekatan ini kadang-kadang menjadi kabur. Rajah 2.1 pada muka surat 12 menunjukkan pendekatan-pendekatan yang



RAJAH 2.1: PENYELESAIAN MASALAH - FAKTOR-FAKTOR DAN PENDEKATAN PENYELIDIKAN

berlainan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kebolehan pelajar-pelajar untuk selesaikan masalah. Tinjauan kajian berkaitan yang berikut akan meninjau makna penyelesaian masalah yang berbeza-beza, strategi-strategi penyelesaian masalah dan faktor-faktor yang mempengaruhi kebolehan pelajar untuk menyelesaikan masalah dengan tujuan untuk mewujudkan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang boleh digunakan untuk menganalisis data kualitatif yang akan diperolehi dalam kajian ini. Perbincangan yang terdapat dalam tinjauan kajian akan dipandu oleh Rajah 2.1 di muka surat 12.

2.1 Teori Dan Pendekatan Kepada Penyelesaian Masalah

Hasil tinjauan dan analisis daripada kajian-kajian yang telah dilakukan menunjukkan bahawa penyelesaian masalah ialah sesuatu yang multifaset. Yang berikut ialah suatu percubaan untuk mendefinisikan penyelesaian masalah untuk kajian ini berdasarkan bacaan-bacaan daripada Bourne et al (1979), Marton et al (1984), Marx dan Bunch (1977), Ausubel (1968), Gagne (1977), Glaser (1978), Tuma and Reif(1980) dan Simon (1980). Secara am, bacaan-bacaan ini menyarankan bahawa empat pendekatan teoretis iaitu teori pembelajaran perkaitan, teori Gestalt, teori pemprosesan maklumat dan teori konstruktivis ini boleh digunakan untuk menghasilkan fahaman tentang makna-makna penyelesaian masalah yang berbeza tetapi bertindih.

Dalam teori **pembelajaran perkaitan**, penyelesaian masalah berlaku apabila seseorang individu menghadapi suatu situasi masalah dengan satu kompleks perkaitan rangsangan-respons akibat daripada pengalaman atau pembelajaran lampau. Keterangan ini telah diterbitkan daripada kajian berkenaan dengan pelaziman klasik dan instrumental. Maka "masalah" itu bertindak sebagai sesuatu rangsangan yang akan mengakibatkan sesetengah daripada perkaitan lebih daripada yang lain. Keupayaan pelajar untuk menyelesaikan masalah akan bergantung atas membangkitkan respons yang tepat dan betul; dan juga atas kekuatan respons-respons itu. Semasa kemajuan proses penyelesaian masalah itu, kompleks perkaitan bagi respons-respons disusun semula dan masalah itu dapat diselesaikan. Jadi penyelesaian masalah boleh diterangkan dari segi pembentukan 'peraturan-peraturan' dan pembelajaran tentang bagaimana menggunakan peraturan-peraturan itu. Gagne menyarankan bahawa penyelesaian masalah merupakan

"a process by which the learner discovers a combination of previously learned rules which can be applied to achieve a solution for a novel situation."

(Gagne, 1977, ms.155)

Maka peraturan baru yang bertahap lebih tinggi ("new 'higher-order' rule") yang dibentukkan demikian ialah satu respons yang telah dipelajari dan yang boleh digunakan secara umum untuk membolehkan seseorang individu menyelesaikan masalah-masalah lain yang hampir sama.

Pandangan berlainan telah dicadangkan oleh ahli psikologis **Gestalt** yang berpegangan kedudukan psikologis kognitif iaitu yang bertentangan dengan pegangan psikologis behavioris. Ahli-ahli teoris ini menegaskan kepentingan struktur situasi masalah itu dan pembentukan kombinasi-kombinasi yang baru bagi idea-idea yang lama. Ahli-ahli psikologis Gestalt menghuraikan kognisi manusia dari segi kualiti persepsi dan pemikiran. Mereka mengandaikan bahawa terdapatnya suatu struktur asas dalam sebarang persepsi kita tentang suatu situasi atau pengalaman atau tugas. Maka masalah diselesaikan bukan dengan satu siri langkah atau prosedur atau pun strategi tetapi dari segi pandangan situasi masalah yang menyeluruh. Penyelesaian masalah bukanlah 'pemikiran pengeluaran-semula' ('*reproductive thinking*'). Sebaliknya, penyelesaian masalah memerlukan 'pemikiran penghasilan' ('*productive thinking*') yang melibatkan integrasi bagi pengalaman-pengalaman lampau yang berasingan. Jadi, dengan hanya adanya pengalaman lampau yang relevan tidak cukup untuk menjamin penyelesaian kepada sesuatu masalah; suatu perkara tambahan diperlukan, iaitu satu 'arah sesuai'. Ia merupakan suatu fungsi struktur situasi masalah itu bukannya berasal daripada pembelajaran lampau. 'Daya-daya' yang mendorong pemikiran penyelesaian-masalah kita diwujudkan oleh persepsi kita tentang keperluan berstruktur bagi masalah itu. Jadi kegagalan untuk

menyelesaikan masalah disebabkan oleh kegagalan untuk memahami struktur masalah itu. Struktur situasi masalah termasuklah perhubungan antara pelbagai unsur atau pembolehubah dalam situasi masalah itu.

Kedua-dua pandangan perkaitan ('associative') dan Gestalt tentang penyelesaian masalah telah mengakibatkan penyelidikan yang agak banyak tetapi kedua-duanya tidak terbukti cukup menyeluruh untuk dijadikan sebagai suatu rangka untuk memahami penyelesaian masalah dalam pelbagai manifestasinya. Aspek-aspek utama dalam pandangan perkaitan dan Gestalt telah digabungkan dalam pendekatan ketiga untuk memahami penyelesaian masalah iaitu pendekatan '**pemprosesan-maklumat**' umum. Pandangan Gestalt menekankan persepsi situasi masalah tetapi pemprosesan maklumat memfokuskan kepada mekanisme proses menyelesaikan masalah. Pemprosesan maklumat menyiasat berbagai prosedur yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah dan mengintegrasikannya menjadi satu keterangan yang lebih tertentu ('deterministic') tentang bagaimana manusia menyelesaikan masalah. Akan tetapi terdapat suatu perbezaan yang jelas antara pendekatan pemprosesan maklumat dan pendekatan perkaitan. Mengikut pendekatan perkaitan, suatu rangsangan akan menghasilkan respons-respons nyata atau respons perantaraan. Tetapi mengikut teori pemprosesan-maklumat, suatu rangsangan merupakan maklumat untuk diambil tindakan. Satu ciri penting bagi

teori pemrosesan maklumat ialah terdapatnya pelbagai proses yang boleh diaplikasikan kepada maklumat yang diterima. Jadi boleh disimpulkan bahawa teori pemrosesan-maklumat ialah suatu teori kognitif mekanistik; seperti teori perkaitan ia juga mempostulatkan mekanisme, tetapi mekanisme-mekanisme yang ia gunakan merupakan mekanisme yang dianggap sebagai proses kognitif - contohnya, memperbandingkan, mentransformasikan dan membuat keputusan atau memutuskan. Ia juga mempostulatkan bahawa ciri sesuatu masalah akan menentukan jenis penyelesaian yang akan diperlihatkan. Jadi, sebagai contoh, membuktikan suatu teorem dalam logik bersimbolik adalah jauh berbeza daripada memilih suatu langkah dalam satu permainan catur kerana masalah logik berlainan daripada masalah catur.

Maka secara umum, teori pemrosesan-maklumat menyarankan bahawa apabila seseorang manusia dihadapkan dengan suatu masalah baru, dia akan menggunakan prosedur-prosedur heuristik yang umum, bersama-sama dengan suatu representasi masalah yang sesuai untuk menghasilkan satu penyelesaian spesifik. Satu kerumitan berkenaan dengan teori pemrosesan-maklumat ialah dalam mendefinisikan apakah suatu representasi masalah yang sesuai. Tidak ada saranan bahawa pelajar-pelajar yang cuba menyelesaikan masalah sedar tentang struktur asas bagi masalah itu. Namun demikian, penyelidikan telah menunjukkan bahawa ciri protokol-protokol penyelesaian berbeza mengikut struktur

masalah (Luger, 1975 dalam Marton et al.). Jadi strategi-strategi penyelesaian-masalah yang digunakan oleh pelajar ditentukan sebahagiannya oleh bentuk masalah itu. Tetapi penyelesaian masalah yang 'tersembunyi' ini tidak dapat membantu ahli teoris pemrosesan-maklumat yang perlu tahu bagaimana seseorang penyelesaian masalah dapat menggambarkan struktur masalah kepada diri sendiri, dan ini mungkin tidak setara dengan analisis pakar.

Baru-baru ini terdapat juga satu pertimbangan penyelesaian masalah daripada pendekatan dari sudut pandangan **konstruktivis**. Pendekatan ini bertindihan dengan pendekatan ahli psikologis Gestalt daripada beberapa segi kerana ia memerlukan satu proses 'pemikiran-penghasilan' dalam penyelesaian masalah. Akan tetapi, ahli konstruktivis menegaskan satu penstrukturan semula yang melibatkan segala pengetahuan serta pengalaman baru dan lampau dalam usaha untuk mewujudkan suatu penyelesaian. Dia bukannya hanya mengintegrasikan idea-idea yang berasingan berasaskan persepsi situasi masalah sahaja. Bagi ahli konstruktivis, pengalaman lampau dan pengetahuan memang telah pun wujud dalam sesuatu bentuk rangka konsep, dan struktur-struktur rangka konsep ini akan menentukan bagaimana 'masalah baru' itu diperlihatkan. Maklumat apa yang dianggap sebagai kritikal akan ditentukan oleh rangka konsep itu. Seperti juga dalam pemrosesan-maklumat, pelajar itu bertindak atas 'rangsangan' tetapi,

tambahannya rangka konsep pelajar itu akan menentukan apakah yang diambil kira sebagai 'rangangan'. Jadi struktur asas yang terhasil bagi sesuatu masalah ditetapkan bukan sahaja oleh masalah itu tetapi juga oleh rangka konsep pelajar itu. Penyelesaian masalah juga boleh dianggap sebagai melibatkan pembelajaran dapatan ('*discovery learning*') atau pun perombakan semula pengetahuan. Mengikut Ausubel (1968), penyelesaian masalah

refers to any activity in which both the cognitive representation of prior experience and the components of a current problem situation are reorganized in order to achieve a designated objective.

(Ausubel, 1968, ms.533)

Jadi penyelesaian masalah bukan sahaja merupakan hal pembelajaran-peraturan atau pun penggunaan peraturan tetapi memerlukan suatu penstrukturan semula pengalaman lama dan baru, supaya suatu organisasi pengetahuan dan pengalaman yang baru dapat dicapai apabila masalah itu diselesai. Pada pendapat Ausubel, 'perjumpaan jawapan-jawapan yang betul kepada masalah-masalah matematik dan sains' yang boleh dicapai dengan cara 'menghafal masalah-masalah yang lumrah serta prosedur-prosedur mekanikal untuk memanipulasi simbol-simbol algebra' bukan penyelesaian masalah.

(Ausubel, 1968, ms.25)

Novak (1977) juga menganggap penyelesaian masalah sebagai memerlukan rombakan semula maklumat yang tersimpan untuk mencapai sesuatu matlamat tertentu, yakni masalah yang dapat diselesaikan; dan mungkin melibatkan satu proses pencarian seperti pembinaan hipotesis atau eksperimentasi. Justeru itu, beliau berpendapat bahawa penyelesaian masalah merupakan satu kes pembelajaran bermakna ("*meaningful learning*") (Novak, 1977, ms.108).

Jadi teori-teori pembelajaran yang berlainan telah menerangkan penyelesaian masalah secara berbeza-beza. Setiap teori secara sendirinya memberi suatu gambaran yang tidak lengkap. Sungguh pun nampaknya terdapat tindihan dalam aspek-aspek tertentu bagi teori-teori yang berlainan ini, fokus teori-teori ini adalah berlainan. Jadi, sedangkan ahli-ahli teoris pemprosesan-maklumat dan pembelajaran perkaitan menitikberatkan mekanisme iaitu strategi-strategi atau prosedur-prosedur penyelesaian masalah; ahli-ahli psikologis Gestalt lebih memberi perhatian kepada struktur asas bagi sesuatu masalah. Ahli-ahli konstruktivis pula, selain daripada menekankan struktur asas masalah, juga menitikberatkan struktur pengetahuan - yakni, rangka konsep penyelesaian masalah itu yang bukan sahaja akan menentukan proses-proses termasuk heuristik yang penyelesaian itu akan guna, tetapi penyelesaian itu juga menentukan sebahagiannya masalah yang dia selesaikan. Rangka konsepnya boleh menjadi struktur

asas sesuatu masalah dan ini sering kali adalah berlainan daripada rangka konsep pakar.

Tetapi empat pendekatan kepada penyelesaian masalah ini telah berurusan dengan masalah yang berlainan. Pada umumnya, masalah-masalah yang digunakan sebagai tugas eksperimen dalam pendekatan tradisional, iaitu pembelajaran perkaitan dan psikologi Gestalt merupakan masalah-masalah yang "bebas-isi" ('content-free'). Masalah-masalah ini tidak jatuh ke dalam mana-mana bidang pengetahuan-spesifik ('knowledge-specific domain'), maka mungkin tidak ada prosedur atau strategi spesifik yang dikembangkan. Bagi pendekatan pemrosesan-maklumat dan konstruktivis pula, penyelesaian masalah bukan "bebas daripada pengetahuan" atau "bebas-isi" . Apabila mengakui wujudnya satu rangka konsep dan pengalaman penyelesaian masalah, penyelesaian masalah telah ditetapkan dalam satu bidang yang 'pengetahuan-spesifik'.

2.2 Makna Penyelesaian Masalah

Bagi Tuma dan Reif (1980), sebarang tugas ("task") yang bertujuan mencapai sesuatu matlamat merupakan satu masalah. Ia mungkin melibatkan penyelesaian sesuatu persamaan algebra yang mudah atau pun sesuatu yang lebih kompleks seperti membentuk suatu persoalan untuk penyelidikan saintifik. Bagi Kilpatrick (1982, dilaporkan oleh Snider, 1989) dan Kahney (1986), masalah ialah satu

situasi di mana matlamat itu boleh dicapai tetapi jalan penyelesaian secara terus disekat. Dengan itu, penyelesaian masalah ialah proses untuk mencapai matlamat itu.

Walau bagaimana pun, mengikut pendapat Champagne dan Klopfer (1981), "dalam konteks pendidikan sains, tidak terdapat satu definisi yang jelas dan sempurna untuk penyelesaian masalah." (ms.5). Maka, semasa menyentuh kaedah saintifik, kemahiran tinjau-siasat ('*inquiry*') ataupun proses-proses sains, seseorang mungkin merujuk kepada proses penyelesaian masalah. Malah, Greeno (1980) berpendapat bahawa banyak aktiviti lazim yang membabitkan "proses-proses yang signifikan seperti pemahaman, perancangan dan aktiviti-aktiviti mengorganisasi" sepatutnya dianggap sebagai "tindakan menyelesaikan masalah yang sah" (ms.13).

Maka daripada segi kesukaran masalah, jelaslah bahawa terdapatnya satu julat yang luas bagi makna 'masalah'. Mungkin keempat-empat pendekatan adalah relevan untuk menentukan makna 'penyelesaian masalah' iaitu ia bergantung kepada jenis masalah yang dihadapi oleh pelajar-pelajar. Dalam kes masalah algebra yang mudah, pelajar itu mungkin cuma perlu gunakan satu kombinasi peraturan-peraturan yang pernah dipelajari dahulu. Akan tetapi bagi jenis masalah yang berada pada penghujung julat yang satu lagi, iaitu di mana matlamatnya tidak

ketara; suatu penstrukturan semula pengetahuan dan pengalaman untuk mencapai penyelesaian diperlukan.

Kajian ini meninjau kerumitan pelajar-pelajar sekolah menengah atas dalam menyelesaikan masalah kimia yang melibatkan pengiraan berangka. Oleh itu, dalam konteks kajian ini, penyelesaian masalah dianggap sebagai "keupayaan pelajar-pelajar untuk menjawab dengan betul soalan-soalan yang lazimnya terdapat dalam peperiksaan formal sekolah atau kolej" (Kempa & Nicholls, 1983; Frazer & Sleet, 1984). Dalam konteks pelajaran kimia di sekolah menengah, jenis masalah yang dihadapi oleh pelajar-pelajar biasanya ialah masalah berangka yang melibatkan objektif yang diketahui. Mereka biasanya mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah jenis ini, tetapi mereka mungkin perlu memahami masalah itu dan kemudian menggunakan strategi tertentu untuk mencapai matlamat.

Jadi kajian ini akan mengambil pendekatan konstruktivis untuk mengkaji penyelesaian masalah dalam kimia. Masalah-masalah ini bukan 'bebas-bidang' ('*domain-free*') kerana masalah-masalah ini termasuk dalam bidang yang pengetahuan-spesifik dan akan mempunyai strategi-strategi tertentu yang boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah itu secara efisien.

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi penyelesaian masalah

Tinjauan kajian penyelesaian masalah dalam bidang pendidikan Sains, termasuk pendidikan Kimia, menunjukkan beberapa fokus oleh para penyelidik. Ada penyelidik yang mementingkan strategi-strategi am dan spesifik yang digunakan dalam proses penyelesaian masalah; dan ada pula yang telah mengkaji kesan faktor-faktor yang lebih spesifik seperti mod persembahan masalah, pengetahuan isi kandungan dan kebolehan matematik.

2.3.1 Strategi-strategi Penyelesaian Masalah - Am dan Spesifik

Strategi-strategi penyelesaian masalah dan kelakuan penyelesaian masalah juga meliputi julat yang sangat luas. Kajian berkaitan tentang penyelesaian masalah menunjukkan bahawa perkara ini telah dikaji secara luasnya daripada banyak perspektif. Masalah boleh dilihat daripada satu perspektif umum yang melibatkan strategi-strategi untuk mengkaji semua jenis masalah atau pun daripada satu perspektif yang melibatkan masalah yang lebih spesifik, seperti dalam pendidikan sains. Mettes dan rakan-rakannya (1980) telah menamakan strategi-strategi penyelesaian masalah ini sebagai satu "programme of actions and methods" untuk penyelesaian masalah sains secara sistematik.