

PENDEKATAN PEMBELAJARAN BERPUSATKAN PELAJAR (PBP) UNTUK PENGUKUHAN KEMAHIRAN PENYELESAIAN MASALAH DALAM KURSUS PENGATURCARAAN

RODZIAH LATIH

*Pusat Penyelidikan Teknologi Dan Pengurusan Perisian
Fakulti Teknologi Dan Sains Maklumat
Universiti Kebangsaan Malaysia*

ABSTRAK

Kemahiran pengaturcaraan merupakan kemahiran yang utama dan penting bagi graduan sains komputer. Justeru, kursus pengaturcaraan menjadi kursus wajib bagi pelajar jurusan sains komputer. Pelajar bukan sahaja perlu mahir menggunakan sintak bahasa pengaturcaraan tetapi juga perlu mahir dalam menyelesaikan sesuatu masalah dengan mengaplikasikan teknik-teknik yang bersesuaian. Kemahiran pengaturcaraan dan kemahiran penyelesaian masalah merupakan dua kemahiran yang sukar untuk dikuasai. Pendekatan pembelajaran yang bersesuaian diperlukan bagi membantu pelajar menguasai kedua-dua kemahiran ini secara serentak. Kajian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian pendekatan pembelajaran berpusatkan pelajar (SCL) untuk kursus asas pengaturcaraan komputer. Tiga perkara yang dikenal pasti yang perlukan perubahan adalah metod pelaksanaan, aspek penilaian dan reka bentuk masalah. Penilaian pelaksanaan pendekatan PBL tidak dapat dilaksanakan kerana beberapa sebab; kekurangan kakitangan untuk menjadi fasilitator, bilangan pelajar yang ramai dan perlukan perubahan pada jadual waktu. Walau bagaimana pun, garis panduan untuk melaksanakan PBL hibrid dan reka bentuk masalah telah dapat disediakan.

1. PENGENALAN

Pengaturcaraan mengajar kita cara berfikir kerana apabila kita menulis aturcara kita akan pastikan aturcara tersebut bebas ralat, boleh dilaksana dan juga menyelesaikan masalah yang berkaitan. Kemahiran pengaturcaraan merupakan kemahiran yang sangat penting bagi graduan sains komputer. Ini adalah kerana graduan sains komputer akan bekerja dalam bidang pembangunan perisian. Oleh kerana itu, pelajar jurusan sains komputer perlu dilengkapi dengan kemahiran pengaturcaraan dan juga kemahiran penyelesaian masalah. Kemahiran pengaturcaraan dan kemahiran penyelesaian masalah merupakan satu pakej yang saling melengkapi meskipun ianya merupakan dua kemahiran yang berbeza. Kedua-dua kemahiran ini akan dinilai pada kursus pengaturcaraan kerana pelajar perlu menyelesaikan masalah yang diberi dengan menulis aturcara.

Kursus pengaturcaraan merupakan kursus wajib bagi pelajar jurusan Sains Komputer dan Teknologi Maklumat. Hasil pembelajaran utama kursus pengaturcaraan adalah

memastikan pelajar berupaya untuk membangun aturcara bagi menyelesaikan masalah sebenar. Untuk mencapai hasil pembelajaran ini pelajar perlu mempunyai kebolehan menganalisis masalah, mereka bentuk penyelesaian, menulis aturcara, mengenal pasti dan membetulkan ralat sehingga aturcara yang dibina boleh dilaksanakan. Kursus pengaturcaraan yang ditawarkan mestilah mampu melatih pelajar dengan kemahiran ini. Hasil tinjauan yang dibuat sebelum ini mendapati pelajar gagal menguasai kemahiran pengaturcaraan dan penyelesaian masalah dengan baik. Justeru, kajian ini cuba untuk menggunakan pendekatan pembelajaran yang lain yang dijangkakan akan meningkatkan kemahiran tersebut dalam kalangan pelajar.

2. PENYATAAN MASALAH

Amalan semasa kursus asas pengaturcaraan masih menggunakan pendekatan pembelajaran berpusat pensyarah (TCL) di mana pensyarah menentukan objektif dan aktiviti pembelajaran sementara pelajar hanya melaksanakan aktiviti untuk mencapai objektif tersebut. Pendekatan ini didapati kurang berkesan dalam proses pembelajaran. Kerana pelajar kurang aktif di dalam kelas dan hanya jadi pendengar sahaja. Malah ada juga yang tertidur semasa pensyarah memberi kuliah. Semasa peperiksaan akhir, yang mana lazimnya ia dalam bentuk peperiksaan bertulis, pelajar akan menulis jawapan apa yang diingatnya tanpa berfikir kesesuaian dengan soalan. Fenomena ini sangat membimbangkan kerana ia juga menunjukkan kegagalan sistem pendidikan di universiti yang gagal melahirkan graduan yang matang dan berdaya saing.

3. OBJEKTIF KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian pendekatan Pembelajaran Berasaskan Masalah (PBL) iaitu salah satu cabang pendekatan pembelajaran berpusatkan pelajar (SCL) untuk kursus asas pengaturcaraan komputer. Untuk mencapai tujuan yang tersebut, perkara-perkara berikut perlu dicapai:

- i. Menghasilkan satu garis panduan bagi mengendalikan kursus pengaturcaraan dengan pendekatan SCL serta selaras dengan hasilan kursus (Course Outcome).

- ii. Menghasilkan buku kerja tugas makmal berasas PBL dalam senario masalah sebenar untuk pelajar bagi meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah.
- iii. Menilai keberkesanan pendekatan ini dalam kursus asas pengaturcaraan.

4. PERSOALAN KAJIAN

Persoalan kajian yang ingin diselesaikan adalah:

- i. Apakah sebab-sebab pelajar sukar untuk menguasai kemahiran pengaturcaraan?
- ii. Apakah perubahan yang perlu dilakukan untuk melaksanakan pendekatan PBL dalam kursus asas pengaturcaraan?
- iii. Bolehkah pendekatan PBL meningkatkan kemahiran pengaturcaraan dan penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar kursus asas pengaturcaraan?

5. KAJIAN KEPUSTAKAAN

Salah satu cabang pembelajaran berpusat pelajar (SCL) adalah Pendekatan Pembelajaran Berasaskan Masalah (PBL). Di dalam pendekatan PBL pelajar akan memainkan peranan utama sementara pensyarah hanya bertindak sebagai fasilitator. Pendekatan PBL bertujuan membantu pelajar membina pengetahuan yang lebih fleksibel, kemahiran penyelesaian masalah yang lebih berkesan, kemahiran pembelajaran terarah sendiri, kemahiran berkolaboratif yang berkesan dan motivasi intrinsik (Cindy E. Hmelo-Silver 2004). Menurut Wood (Wood 2003), pendekatan PBL didapati mampu meningkatkan kemahiran insaniah pelajar seperti kemahiran berkomunikasi, berfikiran kritis, dan kebolehan bekerja dalam kumpulan. Pendekatan yang diperkenalkan dalam pengajian perubatan ini juga telah digunakan di dalam pengajian bidang-bidang lain seperti sains sosial, sains kesihatan, sains komputer, kejuruteraan dan sebagainya. Kolmos et al. (Kolmos et al. 2007) telah mengariskan lima kriteria pendekatan PBL:

1. Masalah yang bersifat realiti yang menjadi tumpuan pembelajaran,
2. Pembelajaran yang berpusatkan pelajar,
3. Peranan pensyarah sebagai fasilitator,
4. Kumpulan pelajar yang kecil, dan

5. Penilaian secara refleksi diri dan juga penilaian dari rakan sepasukan.

Pendekatan PBL merupakan pendekatan pembelajaran yang memberi kuasa otonomi kepada pelajar dalam menentukan strategi pembelajaran mereka. Pelajar mesti berdikari iaitu berusaha sendiri mencari penyelesaian bagi masalah yang dikaji. Pelaksanaan pendekatan PBL telah dibuat di dalam kumpulan pelajar yang kecil iaitu antara lima hingga enam orang. Setiap pelajar mesti mengambil bahagian di dalam perbincangan yang diadakan. Pensyarah hanya akan bertindak sebagai fasilitator dan bukannya sebagai sumber untuk mendapatkan jawapan. Masalah yang diselesaikan pula mestilah masalah realiti ataupun menyamai konteks 'kehidupan yang realiti' dan boleh diterima logik akal.

PBL Dalam Bidang Sains Komputer

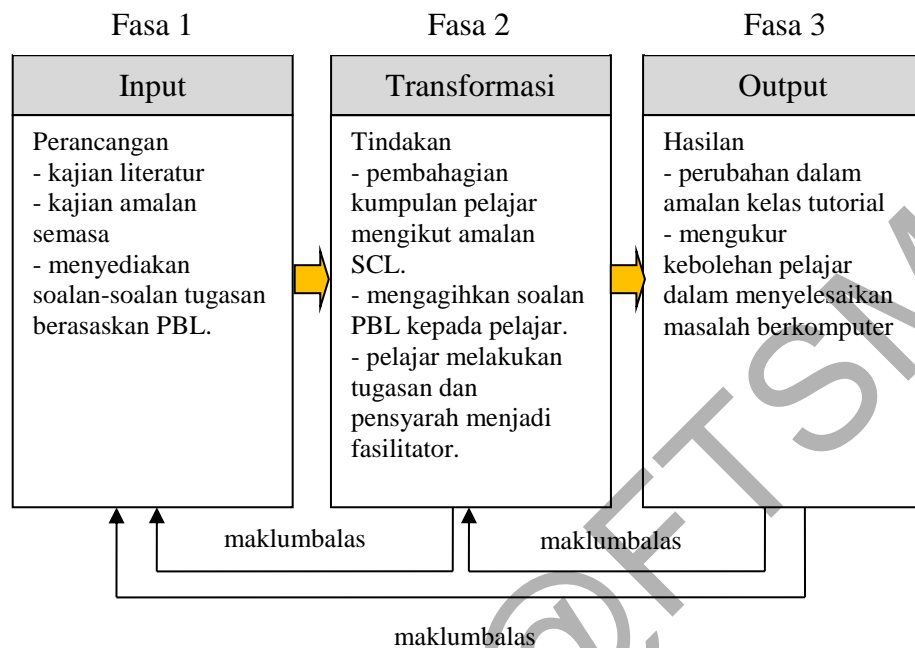
Penerapan pendekatan PBL dalam kursus-kursus Sains Komputer telah dilakukan samada untuk subjek yang berkaitan pengaturcaraan mahupun tidak (Hamalainen 2004; Noor, & Hussin 2004). Barg et al. (Barg et al. 2000) mendapati pendekatan PBL boleh meningkatkan kemahiran insaniah di samping mencapai hasil pembelajaran kursus. Namun begitu pencapaian di dalam peperiksaan tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan bagi pelajar yang melalui pendekatan PBL berbanding pelajar yang melalui proses pembelajaran konvensional. Masalah yang diberi oleh Barg kepada pelajarannya merupakan soalan yang berbentuk penyelesaian masalah seperti masalah kaunter di pasaraya. Nuutila et al. (Nuutila, Törmä & Malmi 2005) pula telah menerapkan pendekatan PBL dalam kursus pengenalan pengaturcaraan dengan bahasa pengaturcaraan Java. Beliau menggunakan pendekatan PBL hibrid yang menuntut pelajar membuat tugas pengaturcaraan, projek individu, dan juga portfolio pembelajaran. Di dalam portfolio, pelajar dikehendaki menulis esei dan melukis peta konsep.

Kelly (Kelly et al. 2004) pula telah menerapkan pendekatan PBL dalam kelas pengaturcaraan beliau dengan tiga objektif utama; untuk memahirkan pelajar dalam memahami, menganalisis dan menyelesaikan masalah, untuk menggalakkan pembelajaran aktif dan juga untuk menggalakkan pelajar bertanggungjawab terhadap pembelajaran masing-

masing. Kelly juga menggunakan pendekatan PBL hibrid untuk kelas pengaturcaraan beliau dan masih mengekalkan sesi kuliah, tutorial dan makmal. Perbezaan utama PBL hibrid dengan pendekatan PBL yang asal adalah jangkamasa penyelesaian masalah, sesi kuliah yang diadakan pada setiap minggu dan penilaian secara peperiksaan yang biasa. Kelly et al. (2004) memperkenalkan penggunaan 'props' iaitu alat bantu mengajar seperti abakus, kad, mainan kanak-kanak, penyepit baju untuk menerangkan beberapa konsep kepada pelajar. Alatan ini beliau bawa semasa sesi perbincangan berkumpulan. Beliau juga menggunakan pendekatan bengkel untuk melaksanakan kelas PBL beliau. Bengkel selama 90 minit ini diadakan seminggu sekali dengan bilangan pelajar antara tujuh hingga sepuluh orang untuk satu kumpulan. Masalah yang direka bentuk bersesuaian dengan konsep bengkel yang diadakan. Beliau membahagikan masalah kepada tiga kategori, masalah konsep yang boleh diperkembangkan, masalah konsep yang tidak boleh diperkembangkan dan masalah pengaturcaraan. Masalah konsep yang boleh diperkembangkan tidak melibatkan pengaturcaraan. Pelajar hanya perlu memahami konsep asas berkaitan pengaturcaraan. Tahap kesukaran masalah boleh dipertingkatkan bergantung kepada pencapaian pelajar. Masalah konsep yang tidak boleh diperkembangkan juga tidak melibatkan pengaturcaraan. Ianya hanya mempunyai satu penyelesaian yang tidak boleh diperkembangkan. Kategori ketiga pula merupakan soalan pengaturcaraan yang perlu diselesaikan secara berkumpulan.

6. METOD KAJIAN

Kajian ini akan dijalankan dalam tiga fasa utama (mengikut model Kurt Lewin's Systems Model of Action-Research Process) (Rajah 1):



Rajah 1: model Kurt Lewin's Systems Model of Action-Research Process

Fasa 1. Di dalam fasa ini, amalan semasa dan kajian terdahulu (kajian literatur) yang berkaitan dengan SCL dan PBL akan dikaji dan diteliti. Hasilan yang dijangkakan adalah satu garis panduan bagi pengendalian SCL.

Fasa 2: Di dalam fasa ini pula, soalan-soalan tutorial dan tugas makmal akan diperbaiki untuk disesuaikan dengan kaedah SCL. Hasilan yang dijangkakan dari fasa ini adalah satu buku kerja untuk kursus pengaturcaraan. Pengendalian SCL dilakukan dimana pelajar akan dibahagikan kepada beberapa kumpulan kerja yang kecil dan setiap kumpulan akan diumpukkan tugas yang berbeza.

Fasa 3: Di akhir semester pelajar akan dinilai kebolehan menyelesaikan masalah.

7. HASIL KAJIAN

Perbincangan hasil kajian ini akan dibahagikan mengikut persoalan kajian seperti berikut:

7.1. Apakah sebab pelajar sukar untuk menguasai kemahiran pengaturcaraan?

Diantara sebab mengapa pelajar sukar untuk menguasai kemahiran pengaturcaraan adalah:

- a. Pelajar kurang keyakinan untuk membuat tugas makmal dan bergantung kepada orang lain seperti rakan sekelas dan guru-guru.
- b. Pelajar kurang inisiatif untuk belajar pengaturcaraan.
- c. Pelajar kurang berusaha untuk mendapatkan bahan kuliah seperti buku rujukan, laman web pendidikan, contoh aturcara, dan sebagainya.
- d. Pelajar kurang membuat latihan pengaturcaraan.

7.2 Apakah perubahan yang perlu dilakukan untuk melaksanakan pendekatan PBL dalam kursus asas pengaturcaraan?

Dalam amalan yang biasa, kursus asas pengaturcaraan di FTSM diadakan dengan enam jam pertemuan untuk tiga sesi seminggu iaitu dua jam kuliah, dua jam tutorial dan dua jam latihan makmal (rujuk Jadual 1). Pensyarah memberi kuliah di hadapan kumpulan pelajar yang ramai di dalam dewan kuliah. Pelajar-pelajar dibahagikan kepada kumpulan yang kecil iaitu sekitar sepuluh orang pelajar di dalam satu kumpulan tutorial. Sesi tutorial dikendalikan oleh guru dan membincangkan soalan-soalan latihan berkenaan topik yang diajar semasa kuliah. Kumpulan makmal pula terdiri daripada 70 orang pelajar. Sesi makmal diadakan di makmal komputer di mana pelajar akan membuat latihan pengaturcaraan. Latihan makmal merupakan tugas individu. Sesi makmal juga dikendalikan oleh guru. Setiap minggu pelajar akan diberi soalan latihan yang baru dan selaras dengan topik yang diajar dalam kuliah. Pelajar melaksanakan pembelajaran sendiri tanpa garis panduan dalam menentukan strategi pembelajaran sendiri.

Jadual 1: Perbandingan Jam Pertemuan Pelajar Per-Minggu antara Pendekatan Konvensional dengan PBM hibrid

Pendekatan Konvensional	Pendekatan PBM hibrid
2-jam kuliah (210 orang pelajar)	1-jam kuliah (210 orang pelajar)
2-jam tutorial (10 orang pelajar)	2-jam perbincangan (berkumpulan 10 orang)
2-jam makmal (70 orang pelajar)	2-jam makmal (70 orang pelajar)
Pembelajaran Kendiri (Tanpa garis panduan)	Pembelajaran sendiri (ada garis panduan)

Dalam pendekatan PBL hibrid, sesi kuliah masih diadakan sebagai medium untuk menyalurkan ilmu. Walau bagaimana pun jam kuliah dikurangkan dari dua jam kuliah kepada satu jam sahaja kerana pendekatan PBL menggalakkan pelajar belajar sendiri. Pendekatan PBL pelajar perlu menetapkan objektif pembelajaran mereka sendiri dan juga perancangan waktu belajar. Untuk melaksanakan PBL, sesi tutorial perlu diganti dengan sesi perbincangan dalam kumpulan. Ini bermakna bentuk soalan juga perlu diubahsuai agar boleh mewujudkan suasana perbincangan dalam kumpulan. Lokasi perbincangan adalah bebas, bermakna ianya boleh dilakukan sama ada di bilik tutorial atau di tempat lain yang difikirkan sesuai. Namun begitu, ianya mestilah dilengkapi dengan peralatan untuk perbincangan seperti komputer, perkhidmatan internet, papan putih atau papan hitam. Peranan guru juga akan bertukar menjadi fasilitator. Fasilitator akan membantu pelajar untuk memahami topik yang tidak mereka fahami dan bukannya mengajar.

Tujuh langkah pelaksanaan PBL dengan tiga sesi seperti yang dicadangkan oleh Nuutila et al. (2005) adalah seperti di Jadual 2; sesi pengenalan, sesi pembelajaran sendiri dan sesi rumusan. Di dalam sesi taklimat pengenalan para pelajar diberi penerangan berkenaan tugas yang perlu diselesaikan. Setiap pelajar diberi soalan yang sama. Setelah meneliti soalan yang diberi, pelajar perlu mengenal pasti masalah. Setiap pelajar kemudiannya diminta memberi pendapat atau saranan untuk menyelesaikan masalah yang telah dikenal pasti itu. Pelajar juga dikehendaki melakarkan model penyelesaian bagi menerangkan ide mereka. Di akhir sesi, pelajar perlu menentukan objektif pembelajaran sendiri yang perlu dicapai.

Jadual 2: Tujuh Langkah Pelaksanaan PBM untuk satu semester

Sesi pengenalan : perjumpaan dalam kumpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Meneliti kes yang diberi.</i> 2. <i>Kenalpasti masalah.</i> 3. <i>Sumbang saran.</i> 4. <i>Melakar model.</i> 5. <i>Menentukan objektif pembelajaran</i>
Sesi Pembelajaran Kendiri	<ol style="list-style-type: none"> 6. <i>Pembelajaran sendiri.</i>
Sesi Rumusan: perjumpaan dalam kumpulan	<ol style="list-style-type: none"> 7. <i>Berkongsi keputusan yang diperolehi.</i>

Dalam sesi pembelajaran sendiri pula, pelajar dikehendaki menyelesaikan masalah yang diberi secara sendiri. Pelajar dibenarkan untuk merujuk mana-mana buku, makalah, laman sesawang dan sebagainya. Pensyarah juga boleh menyediakan bahan yang bersesuaian untuk rujukan pelajar. Masa yang mencukupi untuk pelajar menyelesaikan masalah yang diberi adalah penting agar pendekatan PBL dapat dilaksanakan dengan jayanya. Sekiranya pelajar tidak mendapat masa yang mencukupi, di dalam sesi perbincangan, pelajar tidak akan dapat memberi maklumbalas yang baik. Perbincangan pelajar dalam kumpulan yang kecil adalah dipantau oleh pensyarah yang bertindak sebagai fasilitator.

Penilaian dalam PBL

Penilaian dilakukan untuk menentukan pencapaian objektif atau hasil pembelajaran kursus. Dalam pendekatan pembelajaran secara konvensional, penilaian dilakukan melalui kuiz, tutorial, tugas makmal, ujian makmal dan peperiksaan. Dalam pendekatan PBL pula, penilaian dilakukan bagi menilai kemahiran insaniah yang diperlukan apabila memasuki alam pekerjaan seperti kemahiran berkomunikasi, bekerja di dalam kumpulan, mudah beradaptasi dengan persekitaran, inisiatif, kelayakan interpersonal, kemahiran analitikal, dan kemahiran pengurusan (Kolmos et al. 2007). Penilaian juga boleh dilakukan pada hasil kajian pelajar, penilaian rakan dalam kumpulan, penglibatan pelajar dalam perbincangan dan refleksi pembelajaran. Refleksi pembelajaran merupakan penilaian sendiri yang mana pelajar perlu menjawab persoalan seperti; “apakah yang telah saya pelajari?”, “apa lagi yang perlu saya

ketahui?” dan “apa yang boleh saya lakukan untuk menangani masalah seperti ini di masa akan datang?”

Untuk pendekatan PBL hibrid yang dilaksanakan, penilaian yang dilakukan adalah penilaian rakan dalam kumpulan, refleksi pembelajaran, tugas makmal dan juga peperiksaan. Kaedah penilaian ini merupakan kaedah penilaian yang telah dilaksanakan dalam pendekatan konvensional dengan tambahan beberapa kaedah penilaian pendekatan PBL.

Reka bentuk Masalah

Masalah mestilah direka bentuk dengan betul agar objektif PBL tercapai. Masalah yang direka bentuk mestilah memenuhi kriteria:

1. Memenuhi kurikulum kursus dan berlandaskan hasil pembelajaran.
2. Bersifat masalah realiti dan pelajar tidak semestinya berjaya menyelesaikannya asalkan objektif pembelajaran pelajar tercapai.
3. Bersifat praktikal dan pelajar belajar dari proses penyelesaian yang dilakukan.
4. Boleh diselesaikan secara berkumpulan dan dibahagikan kepada beberapa tugas individu. Masalah tidak terlalu besar kerana masalah yang besar lebih sesuai untuk pendekatan pembelajaran berasaskan projek.
5. Mempunyai bahan rujukan yang mencukupi dan pelbagai.

Soalan tugas yang lazim diberi kepada pelajar kursus pengaturcaraan adalah soalan yang meminta pelajar menulis aturcara. Contoh soalan yang diberi adalah seperti, “Tuliskan satu aturcara untuk menukar nilai matawang Ringgit Malaysia kepada US Dollar”. Tetapi, Kelly (2005) menyarankan soalan melalui pendekatan PBL perlu ditambah aspek penceritaan yang boleh menjadikannya seperti masalah realiti. Soalan pengaturcaraan juga lazimnya merupakan soalan untuk satu masalah dan boleh diselesaikan secara individu (Nuutila et al. 2005). Manakala soalan yang menggabungkan beberapa masalah boleh dijadikan soalan untuk projek dan sesuai untuk pendekatan Pembelajaran Berasaskan Projek. Contoh soalan setelah ditambah aspek penceritaan adalah seperti berikut.

Contoh 1:

Problem Description

Aunty Anne has just rented a new kiosk at Bangi Gateway shopping mall. She feels very excited with the new kiosk and decided to do a little renovation. She plans to install laminate flooring and started surfing the Internet. She found Robina Lamina Flooring website and is very interested with one of the designs. The design and the price for the laminate flooring are:

Type 1	Meso	RM 2.99 / sqft
Type 2	Econ	RM 1.99 / sqft
Type 3	Catalano	RM 1.99 / sqft
Type 4	Maya	RM 4.20 / sqft
Type 5	Alder	RM 4.99 / sqft

Help Aunty Anne to calculate the cost to install laminate flooring at her new kiosk.

Contoh 2:

Problem Description

Ali Wali owns a coconut plantation and a number of monkeys for bringing down coconuts. Every day, Ali would record the number of coconuts brought down by his monkeys. At the end of a certain time period, he would determine from the data recorded, the lowest and the highest number of coconuts as well as their number of occurrences. Write a program to help Ali carry out this task.

Input

The first line of input is T ($1 \leq T \leq 100$) which is the number of cases. This is followed by T lines of input. Each of those lines of input represents a case. It starts with X ($X \leq 100$) which is the length of the time period (in days). This is then followed by a list of X data which is the number of coconuts for each day in that time period.

7.3 Bolehkah pendekatan PBL meningkatkan kemahiran pengaturcaraan dan penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar kursus asas pengaturcaraan?

Pendekatan PBL mampu meningkatkan kemahiran insaniah seperti kebolehan bekerja dalam kumpulan, kemahiran berkomunikasi dan sebagainya. Walau bagaimanapun, PBL tidak mampu untuk meningkatkan kemahiran pengaturcaraan secara langsung. Kemahiran pengaturcaraan hanya boleh ditingkatkan dengan membuat latihan yang banyak.

8. KESIMPULAN

Beberapa perubahan perlu dilakukan dalam amalan pengajaran dan pembelajaran semasa sekiranya pendekatan PBL ingin dilaksanakan. Objektif pendekatan PBL adalah mengalakkan pembelajaran aktif dalam kalangan pelajar. Tiga perkara yang dikenal pasti yang perlukan perubahan adalah metod pelaksanaan, aspek penilaian dan reka bentuk masalah. Penilaian pelaksanaan pendekatan PBL tidak dapat dilaksanakan kerana beberapa sebab; kekurangan kakitangan untuk menjadi fasilitator, bilangan pelajar yang ramai dan perlukan perubahan pada jadual waktu.

9. RUJUKAN

- Barg, M., Fekete, A., Greening, T., Hollands, O., Kay, J., Kingston, J. H. & Crawford, K. 2000. Problem-Based Learning for Foundation Computer Science Courses. *Computer Science Education*, 10(2), 109–128.
- Cindy E. Hmelo-Silver. 2004. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Hamalainen, W. 2004. Problem-based Learning of Theoretical Computer Science. *34th Annual Frontiers in Education*, hlm.1–6.
- Kelly, J. O., Mooney, A., Ghent, J., Gaughran, P., Dunne, S. & Bergin, S. 2004. An Overview of the Integration of Problem Based Learning into an existing Computer Science Programming Module 2 Overview of our PBL Implementation. *Problem-Based Learning International Conference 2004: Pleasure by Learning*, Cancun, Mexico.
- Kolmos, A., Kuru, S., Hansen, H., Bering, V., Podesta, L., Fink, F., Graaff, E. de et al. 2007. *Problem Based Learning*.
- Noor, R. M. & Hussin, N. 2004. First Experience in Implementing PBL for Network Design and Management Course. *Journal of Problem-Based Learning*, 2(1), 11–18.
- Nuutila, E., Törmä, S. & Malmi, L. 2005. PBL and Computer Programming — The Seven Steps Method with Adaptations. *Computer Science Education*, 15(2), 123–142.
- Prince, M. 2004. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal Engineering Education*, 93(July), 223–231.
- Wood, D. F. 2003. ABC of learning and teaching in medicine: problem based learning. *BMJ*, 326, 328–30.