

## Makmal Pembelajaran dan Penyelidikan Matematik: Konsep dan Reka Bentuk

<sup>1</sup> Wan Zah Wan Ali, <sup>2</sup> Mokhtar Hj.Nawawi, <sup>3</sup> Rohani Ahmad Tarmizi & <sup>4</sup> Mohd. Majid Konting

<sup>1,2,3,4</sup> Laboratori Inovasi dalam Pendidikan Matematik  
Institut Penyelidikan Matematik  
Universiti Putra Malaysia

<sup>1</sup> wanzah@educ.upm.edu.my

### Abstrak

Secara umum makmal matematik ditubuhkan bagi menyediakan perkhidmatan sokongan akademik kepada pelajar agar mereka dapat meningkatkan pengetahuan, kemahiran dan keyakinan dalam kursus-kursus matematik yang diikuti. Perkhidmatan yang disediakan adalah seperti menyediakan tutorial, bahan rujukan tambahan dan mengakses laman web yang bersesuaian. Bagaimanapun, fungsi makmal matematik seperti ini agak terhad kerana ia tidak membuka ruang bagi aktiviti penyelidikan dijalankan sedangkan penyelidikan sangat penting dalam menyediakan maklumat saintifik yang diperlukan dalam usaha meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran matematik. Justeru, satu kajian telah dilakukan bagi mengenal pasti konsep dan reka bentuk yang sesuai bagi sebuah makmal matematik yang menyediakan kemudahan pembelajaran dan penyelidikan. Aktiviti penyelidikan merangkumi lawatan, perbincangan, pemerhatian dan temu bual dengan pensyarah di bidang matematik dan pendidikan matematik dari dalam dan luar negara. Data-data yang terdiri daripada transkrip temubual, catatan lapangan, gambar foto dan rakaman video telah dianalisis dan dapatnya dipaparkan dan dibincangkan dalam kertas kerja ini.

### Abstract

*In general, a mathematics lab is established to provide academic support services for students to improve their knowledge, skills and confidence levels in mathematics courses. The services include providing class tutorials, supplementary references, and access to appropriate websites. However, such function of a mathematics lab is quite limiting because it does not provide opportunities for research activities to be carried out in the lab. These research activities are to provide scientific*

*knowledge necessary for the enhancement of mathematics teaching and learning. Thus, a study was carried out to identify an appropriate concept and design of a mathematics lab that will provide learning and research facilities. The activities involved in the study includes visitations, discussions, observations and interviews with local and international lecturers in Mathematics and Mathematics Education. Data collected such as interview transcripts, field notes, photographs and video recordings were analysed and the findings are presented and discussed in this paper.*

### Pengenalan

Sejak peradaban manusia bermula, matematik memainkan peranan yang penting dalam kehidupan seharian. Bidang matematik terus relevan dengan perubahan peradaban manusia dan menjadikan matematik sebagai satu subjek yang sangat penting dalam sistem pendidikan di seluruh dunia. Bagaimanapun, matematik sering dilihat sebagai satu mata pelajaran yang sukar, membosankan dan tidak menarik jika dibandingkan dengan mata pelajaran lain seperti bahasa, sastera, latihan fizikal (Aplin dan Saunders, 1996; Lee dan Cockman, 1995) dan juga sains (Allchin, 1999; Tan, 1997; Proctor, 1991).

Terdapat pelbagai faktor yang menyumbang ke arah masalah ini dan terdapat pula pelbagai pendekatan yang diambil bagi mengatasi masalah ini. Dalam konteks penulisan ini, masalah tersebut dipercayai dapat diatasi seandainya satu persekitaran pembelajaran yang kondusif disediakan. Ini kerana perkembangan pengetahuan, kemahiran dan sikap amat berkait rapat dengan interaksi seseorang individu dengan persekitaran pembelajarannya. Menurut Smaldino et.al (2007), persekitaran pembelajaran adalah susun atur fizikal sesuatu ruang yang dapat menimbulkan suasana yang kondusif untuk

pembelajaran berlaku seperti di bilik darjah, di makmal dan sebagainya.

Dari sudut pembelajaran matematik, salah satu persekitaran yang amat penting disediakan ialah makmal matematik. Ini kerana makmal matematik dapat menyediakan perkhidmatan sokongan akademik kepada pelajar agar mereka dapat meningkatkan pengetahuan, kemahiran dan keyakinan dalam kursus-kursus matematik yang diikuti. Perkhidmatan sokongan tersebut adalah seperti tutorial, bahan rujukan tambahan dan kemudahan teknologi komputer dan maklumat. Misalnya, *Mathematics Learning Center* di Australia menyediakan bantuan seperti tutorial secara individu, tutorial secara kumpulan kecil, kuliah khas serta kursus tambahan. Pusat ini turut menyediakan bahan rujukan dalam bentuk kertas edaran, buku, video, CD-ROM dan laman web (Varsavsky dan Norton, 1995).

Begitu juga dengan *Mathematics and Computer Science Learning Center (MLC)* di Universiti North Carolina Central yang turut menyediakan pelbagai keperluan dalam pengajaran dan pembelajaran kepada semua pelajar matematik dan sains komputer seperti melaksanakan program pembaikan sendiri atau *self-paced improvement programs (SIP)*. Pusat ini dilengkapi dengan perpustakaan matematik, makmal tutorial, makmal video dan makmal komputer (Abraham, 1997). Manakala, *Mathematics Tutorial Laboratory* di Universiti Iowa berperanan dalam mempertingkatkan pencapaian pelajar dengan memberi dan menyediakan tempat bagi mereka mendapatkan bantuan secara individu daripada tutor. Di sini juga, pelajar boleh menggunakan pelbagai aplikasi komputer dan kemudahan lain untuk memperkembangkan dan mempertingkatkan pengetahuan matematik.

Berdasarkan maklumat di atas, jelaslah makmal matematik amat besar perannya dalam usaha meningkatkan penguasaan pelajar dalam matematik. Bagaimanapun, peranan ini hanya tertumpu kearah menyediakan khidmat bantuan kepada pelajar matematik. Persoalannya sekarang, adakah peranan ini sudah memadai atau bolehkah ia diperkembangkan lagi agar perannya menjadi lebih besar dan bermakna?

Sepertimana yang diketahui umum, pengajaran dan pembelajaran memerlukan penyelidikan dalam usaha mempertingkatkan kualitinya. Melalui penyelidikan, data-data empirikal dapat

dijana dan maklumat ini dapat dijadikan asas bagi membantu pengajar dan pelajar memperbaiki pengajaran dan pembelajaran mereka. Dengan kata lain, penyelidikan dan proses pengajaran-pembelajaran saling melengkapi antara satu dengan lain dan ia berlaku berterusan bagaikan dalam satu putaran.

Jika konsep ini diambil kira dalam pembangunan makmal matematik, maka makmal matematik berperanan bukan sekadar satu fasiliti untuk memulihkan dan meningkatkan pencapaian pelajar dalam matematik, tetapi merangkumi fasiliti untuk melaksanakan aktiviti penyelidikan. Makmal matematik seperti ini kami gelarkan sebagai "Makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik".

Kini persoalannya, apakah pandangan para akademik dalam bidang matematik dan pendidikan matematik terhadap makmal seumpama ini? Apakah reka bentuk dan fasiliti yang sesuai baginya? Bagaimanakah makmal ini akan beroperasi? Apakah struktur organisasi dan polisinya? Pastinya, bagi menjawab persoalan tersebut, satu kajian terperinci serta komprehensif perlu dilakukan. Dapatan daripada kajian seperti ini akan dapat dijadikan panduan dalam pembinaan makmal matematik yang dicita-citakan.

Kertas kerja ini akan melaporkan sebahagian daripada kajian yang bertujuan menggali persoalan di atas oleh sekumpulan penyelidik dari Universiti Putra Malaysia. Dua objektif utama kajian yang disentuh oleh kertas kerja ini ialah pertama, mengenalpasti tanggapan pensyarah matematik dan pendidikan matematik terhadap konsep makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik dan kedua, menghasilkan reka bentuk makmal berkenaan.

### Metodologi

Kajian ini dijalankan dengan menggunakan kaedah kualitatif dan keseluruhan aktiviti pengumpulan data dilaksanakan melalui temu bual, perbincangan, lawatan dan pemerhatian. Empat belas responden yang terdiri daripada pensyarah matematik dan pendidikan matematik dari 5 institusi pengajian tinggi awam dan 2 institusi pengajian tinggi swasta telah ditemubual. Temu bual ini bertujuan untuk mengenal pasti pandangan pensyarah universiti ini terhadap konsep makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik, peranan, fungsi serta

keperluan fizikalnya. Selain itu, beberapa siri lawatan telah diadakan ke Amerika Syarikat, Jepun dan Singapura. Di Amerika Syarikat, beberapa universiti dan sekolah di Massachusetts telah dilawati. Di Jepun pula, lawatan merangkumi beberapa universiti dan sekolah di Tsukuba, Tokyo, Kobe dan Hiroshima. Manakala di Singapura, lawatan hanya tertumpu di National Institute of Education. Dalam lawatan tersebut, perbincangan berhubung dengan konsep makmal matematik yang baru ini telah diadakan antara penyelidik dengan pakar dalam bidang matematik dan pendidikan matematik. Dokumen yang diperolehi dalam bentuk data temu bual, perbincangan, catatan lapangan, rakaman video dan gambar foto telah dianalisis secara induktif.

### Dapatan

Berdasarkan lawatan ke institusi pengajian tinggi awam dan swasta di Malaysia dan 3 buah negara lain yang disebutkan di atas, didapati tidak ada sebuah pun makmal matematik yang dibina menepati konsep dan peranan makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik. Justeru, dapatan dari sudut konsep makmal yang dipaparkan di sini adalah berdasarkan tanggapan para responden semata-mata. Berdasarkan tanggapan itu dan pemerhatian terhadap makmal yang sedia ada, reka bentuk makmal dihasilkan.

Bagi memulakan paparan dapatan kajian, huraian tanggapan responden terhadap konsep makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik dibentangkan. Berdasarkan analisis data, rata-rata para responden telah memberikan pandangan yang positif terhadap cadangan pembinaan makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik ini. Justeru, adalah wajar dikatakan di sini, bahawa responden bersetuju dengan konsep yang dikemukakan.

Persetujuan ini diperteguhkan lagi dengan dakwaan para responden terhadap peranan dan fungsi yang bakal dimainkan oleh makmal ini. Berikut adalah penjelasan terperinci mengenainya.

#### *Tanggapan Terhadap Peranan dan Fungsi Makmal Pembelajaran dan Penyelidikan Matematik*

Terdapat 3 aspek utama yang ditekankan oleh responden berkaitan dengan peranan dan fungsi makmal ini iaitu pertama, fungsinya terhadap

pembelajaran pelajar, kedua, pengajaran dan ketiga, penyelidikan dalam matematik.

#### Pembelajaran pelajar

Dari sudut fungsinya terhadap pembelajaran pelajar, responden berpandangan makmal ini boleh berfungsi sebagai:

- Pusat membantu pelajar yang lemah dalam asas matematik
- Pusat pembelajaran matematik
- Pusat menganjurkan atau mengadakan pelbagai program pembelajaran matematik
- Tempat untuk menjalankan aktiviti pemulihan.
- Tempat pelajar membentangkan hasil projek penyelidikan.
- Tempat untuk menempatkan sumber-sumber pembelajaran.

Berikut adalah huraian lanjut tentang perkara ini.

Berdasarkan pandangan responden, kebanyakan pelajar yang memasuki universiti mempunyai asas yang terlalu lemah dalam matematik. Oleh yang demikian, makmal ini boleh memainkan peranan sebagai pusat yang dapat membantu golongan pelajar yang lemah ini terutama mereka yang bukan major dalam bidang matematik.

Konsep tu elok. Sebab apa, kalau kita tengok sekarang ni, ... kalau kita tengok yang datang ke universiti, asas matematik terlalu lemah (S01).

Menurut S01 lagi, masalah ini merupakan masalah dihadapi oleh pelajar di mana-mana universiti. Ini kerana kelayakan untuk memasuki universiti adalah berdasarkan kepada keputusan peperiksaan semata-mata. Maka, dengan adanya makmal seperti ini, ia akan dapat membantu pelajar memperbaiki penguasaan dalam matematik.

Selain itu, makmal ini juga dilihat dapat berfungsi sebagai pusat pembelajaran matematik. Di sini pelajar boleh mengadakan perbincangan bagi melaksanakan tugas atau projek secara berkumpulan. Pembelajaran sendiri juga boleh diadakan di sini. Sebahagian daripada sedutan

yang menerangkan perkara ini adalah seperti berikut:

...katalah dia ada assignment nak buat, (dia boleh) datang nak bincang ataupun nak guna komputer ataupun dia datang ada media lain untuk dijadikan sumber perbincangan. *After* dia buat, dia (boleh) tinggalkan kat situ dulu, and then dia datang balik (untuk teruskan kerja) (S07).

Boleh juga kita adakan *discussion between lecturer and student. It can be discussion using materials that provided for all. It can be the place for the student* dapatkan *resource* berkaitan matematik.. (S11)

Makmal ini juga didapati mampu menyediakan satu ruang kepada pelajar untuk mengalami pengalaman pembelajaran yang lebih selesa dan menarik. Misalnya, dengan teknologi komputer terkini, pelajar boleh membuat penyemakan atau mendapatkan maklum balas tentang latihan yang telah dibuat di makmal ini melalui kemudahan komputer yang disediakan.

*..Instead of* kita gunakan tutorial sebagai contoh, *so student* ada *problem, after they solve you* pergi kat komputer dapatkan *solution* dengan komputer pula..... (S13)

Disamping itu, pelajar boleh melakukan aktiviti yang menggunakan pelbagai perisian seperti MATLAB, MATHEMATICA dan MAPLE. Seterusnya, pelajar boleh menggunakan internet untuk mendalami ilmu matematik. Sumber-sumber pembelajaran seperti buku dan perisian kursus juga boleh diletakkan di makmal ini untuk rujukan pelajar. Bahan-bahan seperti poster dan lain-lain juga boleh dipamerkan di makmal ini ala muzium atau pusat sains. Dengan kata lain, makmal ini merupakan sumber bagi memperkayakan pengetahuan para pelajar.

Pembelajaran matematik berlaku bukan hanya didorong oleh faktor fizikal semata-mata tetapi ia juga psikologi manusia. Maka, makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik ini

didapati boleh berperanan sebagai pusat untuk menganjurkan atau mengadakan pelbagai program pembelajaran matematik seperti program motivasi, seminar teknik menjawab soalan, ceramah kerjaya dan sebagainya.

*Itulah we do the motivation program, seminar. Call the students, this one to build the students' confidence* (S01).

Pelajar juga boleh menggunakan makmal ini sebagai tempat untuk membentangkan hasil projek penyelidikan mereka.

Selanjutnya, responden berpendapat bahawa makmal ini amat sesuai dijadikan tempat untuk menjalankan aktiviti pemulihan bagi pelajar yang bermasalah dalam pembelajaran matematik. Contohnya, dengan mengadakan tutorial satu dengan satu - pensyarah dengan pelajar (*person to person tutoring*) atau projek anak angkat.

## Pengajaran

Aspek kedua yang ditekankan oleh responden dalam menyatakan fungsi dan peranan makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik ialah pengajaran. Terdapat 4 peranan yang diketengahkan oleh mereka iaitu:

- Tempat melakukan eksperimen/ simulasi
- Pusat sumber bahan pengajaran
- Pusat penggunaan komputer dalam pengajaran
- Tempat menjalankan pengajaran

Berikut adalah huraian lanjut tentang perkara ini.

Dari segi pengajaran pula, makmal ini didapati sesuai dijadikan tempat untuk menjalankan eksperimen atau simulasi untuk membantu pelajar memahami konsep matematik dengan lebih baik.

*They can understand it better. Kadang-kadang budak ni belajar dengan lebih senang bila dia tengok ia (eksperimen) berlaku* (S01).

*... maybe ada student dia tak nampak matematik ni apa. Sometimes when you use the software you nampak, dia ada*

graf, ada *profile so* dia boleh nampak. That will enhance their understanding ... I think kalau *you* dengan *computing capability* sekarang ni, dia akan menarik minat dia untuk cuba sendiri (S02)

S01 juga berpendapat bahawa jika di makmal ini ditempatkan bahan-bahan pengajaran dan perisian komputer untuk digunakan dalam pengajaran seperti kalkulator grafik, *geometric sketch pad*, buku dan sebagainya, maka pensyarah boleh mendapatkannya dengan lebih mudah dan sekali gus akan melancarkan lagi proses pengajaran. Mereka tidak payah lagi berfikir di mana kelas hendak diadakan kerana di makmal segala kelengkapan yang diperlukan untuk pengajaran telah disediakan.

Ya, macam *I* mengajar, student tanya nak buat kat mana. Nak buat kat lab sebab ada fasiliti kat situ. So tak payah nak bawa LCD dan lain-lain (S08).

*In that way I think I teach mathematic I use here... we have a video tape, LCD projector and we have a white board. And that way we have more time to explain.* (S04)

### Penyelidikan

Berdasarkan analisis data, kebanyakan responden tidak banyak memberikan pendapat tentang peranan makmal matematik sebagai tempat untuk melaksanakan penyelidikan. Ini mungkin disebabkan mereka lebih mementingkan soal pembelajaran pelajar. Bagaimanapun, rata-rata responden bersetuju jika makmal matematik ini juga berfungsi sebagai tempat untuk melaksanakan penyelidikan. Dalam konteks ini, mereka berpandangan, terdapat beberapa peranan penting yang dapat dimainkan oleh makmal ini seandainya ia berfungsi sebagai tempat menjalankan penyelidikan. Peranan tersebut adalah sebagai pusat pelajar dan pengajar menjalankan penyelidikan dan tempat untuk pembangunan perisian matematik.

Berikut adalah penjelasan lanjut tentang perkara ini.

Andainya makmal ini dijadikan tempat untuk menjalankan penyelidikan, para responden berpendapat penyelidikan yang sesuai dijalankan di makmal ini oleh pelajar dan pensyarah ialah bagaimana cara untuk mengajar dan belajar matematik dengan lebih berkesan.

*Research lebih kepada teaching and learning mathematics. How to teach mathematics, how to...* (S11)

Makmal ini juga dilihat mempunyai peranan yang penting dalam penyelidikan pembangunan perisian matematik. Perisian yang dibina boleh membantu para pelajar dalam pembelajaran matematik.

Demikianlah konsep makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik yang yang tergambar di fikiran responden kajian ini. Ia ditunjukkan melalui peranan dan fungsinya. Jelas sekali makmal ini mempunyai pelbagai peranan yang merangkumi aspek pembelajaran, pengajaran dan penyelidikan. Maka tidak menghairankan jika sokongan terhadap penubuhannya diberikan oleh hampir kesemua responden kajian ini. Soalnya sekarang, apakah reka bentuk makmal ini memandangkan tidak ada makmal sedemikian telah ditubuhkan. Bagi mencari jawapannya, persoalan ini telah dibawa dalam dalam lawatan dan perbincangan dengan ahli matematik dan pendidikan matematik dari luar negara.

Berdasarkan perbincangan tersebut, beberapa saranan telah diberikan dan ia dirumuskan sebagai berikut:

- Makmal perlu fleksibel bagi memenuhi keperluan pelbagai jenis pembelajaran dan pengajaran serta penyelidikan matematik.
- Reka bentuk makmal perlu memastikan aspek mempermudah dan meningkatkan kecekapan dan keberkesanan pembelajaran, pengajaran serta penyelidikan matematik. Ini bermakna, ruang yang disediakan haruslah kondusif untuk pembelajaran serta penyelidikan dijalankan.

- Ciri-ciri keselamatan perlu dititikberatkan memandangkan makmal seperti ini mempunyai peralatan yang banyak dan mahal.

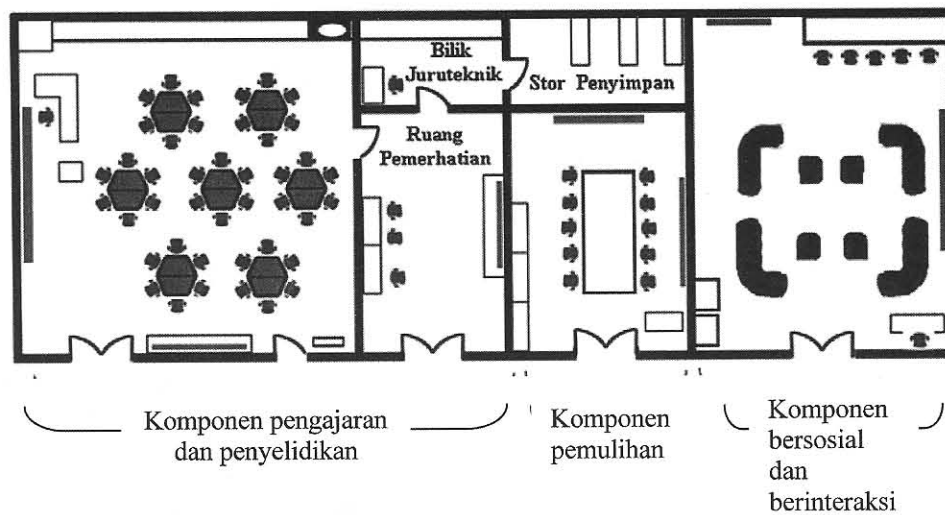
Berdasarkan pandangan tersebut serta disokong dengan dokumen yang berupa rakaman video dan gambar, maka satu reka bentuk makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik telah dihasilkan, lengkap dengan kelengkapan perabot dan peralatan. Reka bentuk ini khusus ditujukan kepada memenuhi keperluan pembelajaran-pengajaran serta penyelidikan dalam bidang pendidikan matematik di peringkat universiti.

*Reka bentuk makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik*

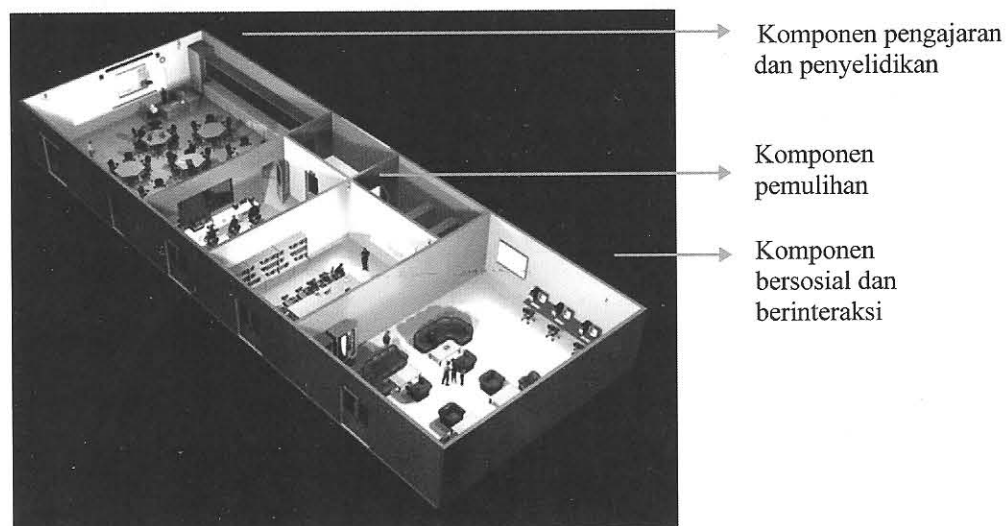
Secara umum makmal matematik ini mempunyai 3 komponen utama iaitu:

1. Komponen pengajaran dan penyelidikan
2. Komponen pemulihan, dan
3. Komponen bersosial dan berinteraksi

Rajah 1 dan 2 menunjukkan pelan lantai makmal ini dalam 2 dimensi dan 3 dimensi.



**Rajah 1:** Pelan lantai 2 dimensi makmal pembelajaran dan pengajaran matematik



**Rajah 2:** Pelan lantai 3 dimensi makmal pembelajaran dan pengajaran matematik

Berikut adalah perbincangan bagi setiap komponen.

### Komponen pengajaran dan penyelidikan

Tujuan komponen ini adalah untuk membolehkan pensyarah dan pelajar melaksanakan pengajaran-pembelajaran, khususnya aktiviti amali seperti pengajaran mikro dan penyelidikan matematik. Bagi mencapai tujuan ini, disarankan agar komponen ini mempunyai kemudahan dari segi ruang, peralatan dan perabot yang berikut.

Bagi komponen pengajaran dan penyelidikan ini, ruang yang diperlukan terdiri daripada:

- Ruang pengajaran dan penyelidikan
- Ruang pemerhatian
- Ruang bekerja bagi pembantu makmal dan juruteknik
- Ruang untuk stor penyimpanan

Ruang pengajaran dan penyelidikan ialah ruang di mana aktiviti pengajaran-pembelajaran dan penyelidikan dilaksanakan. Justeru ruang ini adalah ruang yang paling penting dan bersaiz besar berbanding dengan ruang-ruang yang lain dalam komponen ini. Ia dijangka boleh memuatkan sekurang-kurangnya 30 orang pelajar dalam satu-satu masa.

Perabot dan peralatan yang akan digunakan dalam makmal ini berkonsepkan mudahalihan dan mudah dipelbagaikan susunannya supaya dapat disesuaikan dengan keperluan pengajaran dan pembelajaran serta penyelidikan. Misalnya

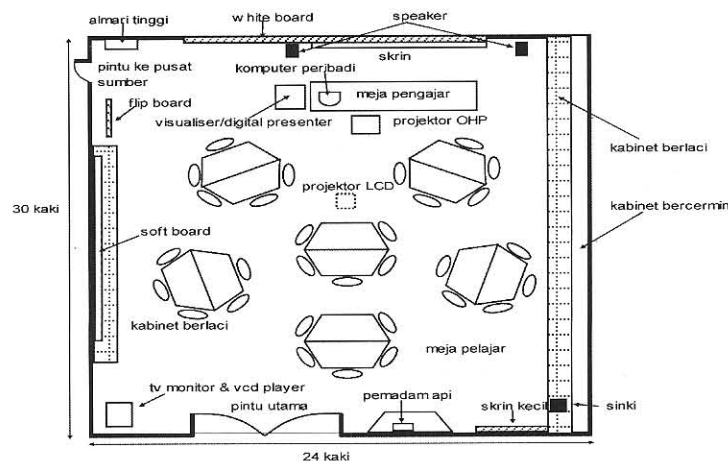
susunan meja pelajar boleh ditukar susunannya daripada susunan berkelompok bagi kegunaan dalam kumpulan kepada susunan bentuk U, lurus dan sebagainya. Begitu juga dengan komputer, di sini komputer riba digunakan dan bukan PC yang biasanya terdapat dalam makmal-makmal pada masa kini. Ini dilakukan supaya pergerakan dalam makmal tidak terhad dan lebih selesa.

Perabot lain yang didapati perlu dilengkapkan dalam ruang ini ialah kabinet penyimpanan bahan-bahan pengajaran-pembelajaran, troli OHP, troli *visual presenter*, troli TV monitor dan pemain VCD, almari tinggi, *white board*, *flip board*, *soft board*, skrin tayangan, dan sinki.

Peralatan elektronik dan pandang dengar yang didapati penting disediakan dalam makmal ini ialah komputer riba dengan keupayaan tanpa wayar, pencetak, pengimbas, projektor OHP, *digital presenter*, projektor LCD dengan keupayaan tanpa wayar, pembesar suara (*speaker*), *wireless server*, kamera video digital (*CCTV system*), dan sistem PA.

Bagi memastikan keadaan makmal berada dalam keadaan terurus, adalah penting notis peringatan tentang peraturan makmal ditampal di tempat-tempat berkenaan. Alat keselamatan juga perlu diletakkan di tempat-tempat yang strategik. Bagi memberi keselesaan kepada pengajar dan pelajar, tempat penyimpan air panas juga didapati penting disediakan.

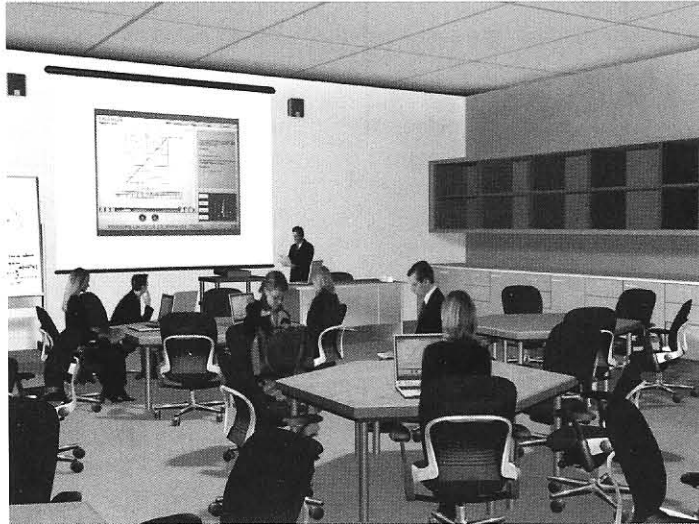
Gambaran tentang ruang ini dapat dilihat daripada Rajah 3 berikut.



Rajah 3: Pelan lantai ruang pengajaran dan penyelidikan



Gambaran suasana pengajaran dalam ruang ini dalam 3D dapat dilihat daripada Rajah 4 di bawah.



**Rajah 4:** Gambaran suasana pengajaran dalam ruang pengajaran dan penyelidikan



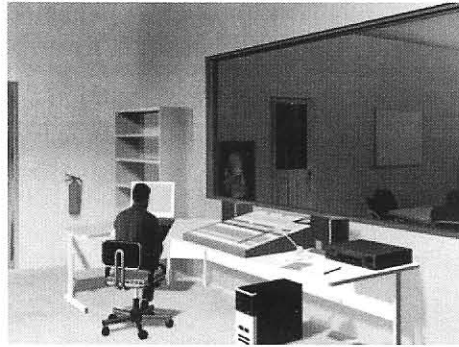
**Rajah 5:** Gambaran suasana dalam ruang pemerhatian

Ruang pemerhatian pula ialah ruang yang bersebelahan ruang pengajaran dan penyelidikan. Ia hanya dipisahkan dengan cermin satu arah (Sila lihat Rajah 1) dan kalis bunyi. Fungsi ruang ini ialah untuk memerhati aktiviti yang berlaku dalam ruang pengajaran dan penyelidikan dan merakamkan pemerhatian tersebut. Pemerhatian seperti ini amat penting dalam melaksanakan penyelidikan eksperimental dan pengajaran mikro. Justeru, peralatan melakukan rakaman video digital adalah peralatan amat penting disediakan dalam ruang ini. Ruang ini dijangka dapat menampung 1 – 5 orang pemerhati, seorang juru teknik dan satu panel peralatan rakaman. Rajah 5 menunjukkan gambaran ruang pemerhatian ini.

Ruang bekerja bagi pembantu makmal dan juruteknik diperlukan supaya pemantauan terhadap perjalanan aktiviti makmal dapat dibuat secara berterusan oleh juru teknik dan pembantu makmal. Andainya berlaku sebarang masalah teknikal, ia dapat diatasi dengan segera.

Bagi memastikan tugas ini dapat dilaksanakan dengan lancar, maka dicadangkan agar cermin satu hala juga disediakan di antara ruang ini dengan ruang pengajaran dan penyelidikan. Selain itu, perabot yang bersesuaian bagi kegunaan di pejabat dan peralatan komputer, mencetak dan menyalin perlu disediakan. Gambaran reka bentuk ruang ini ditunjukkan dalam Rajah 6 berikut.





**Rajah 6:** Gambaran suasana bekerja dalam ruang pembantu makmal dan juruteknik

Ruang untuk stor penyimpanan diperlukan bagi menyimpan bahan-bahan rakaman seperti CD dan DVD yang dihasilkan daripada pengajaran mikro serta perlatan seperti kamera, kamera video digital (dengan kelengkapan *memory sticks*, *headphone*, mikrofon, *VR Spectacles* dan komputer riba). Oleh yang demikian, kabinet khusus bagi menyimpan komputer riba, bahan-bahan seperti CD dan VCD, dan alatan pembelajaran matematik seperti kalkulator grafik sangatlah penting disediakan.

Selain itu, adalah juga penting disediakan alat penyelenggaraan peralatan dalam ruang ini supaya sebarang masalah teknikal (yang kecil) dapat diatasi segera. Seterusnya, bagi memastikan peraturan keselamatan makmal diikuti dan diingati, notis peringatan tentang peraturan keselamatan dan penyimpanan ditampal di tempat-tempat berkenaan. Satu lagi perkara yang mustahak dititikberatkan di sini ialah sistem pengudaraan yang baik supaya peralatan dan bahan-bahan yang berada dalam simpanannya sentiasa dalam keadaan yang sempurna.

#### **Komponen pemulihan**

Tujuan komponen ini adalah untuk membolehkan pelajar yang lemah dalam matematik mendapat bimbingan tambahan daripada pengajar mereka atau pegawai yang dilantik khusus bagi tugas ini. Bagi mencapai tujuan ini disarankan agar komponen ini mempunyai ruang yang mencukupi bagi memuatkan kira-kira 10 orang pelajar pada satu-satu masa. Disamping itu, ruang untuk menyimpan bahan-bahan rujukan seperti nota-nota kuliah, kertas latihan, buku rujukan utama

(buku teks) dan contoh-contoh hasil kerja pelajar seperti cara penyelesaian masalah, kertas projek dan sebagainya juga perlu disediakan.

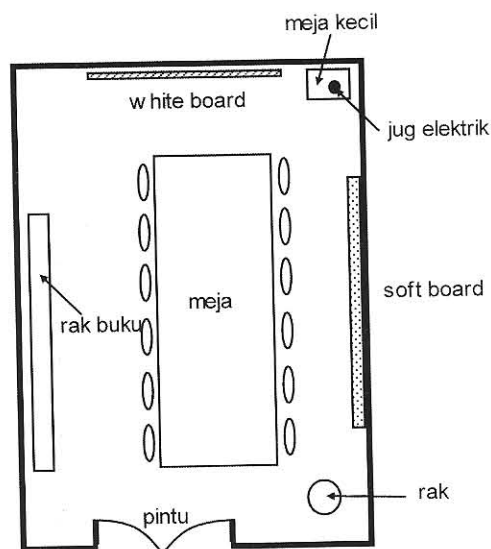
Peralatan yang sesuai bagi ruang pemulihan adalah seperti meja oval besar dan kerusi untuk 12 orang, rak buku, rak meletakkan brosur tentang perkhidmatan yang ditawarkan oleh komponen pemulihan ini, *soft board* dan papan putih.

Peralatan elektronik yang didapati sesuai bagi komponen pemulihan ini ialah sistem komputer yang dilengkapi dengan kamera web. Dengan menghubungkan sistem komunikasi ini ke bilik pensyarah, pelajar dapat menghubungi mereka dengan mudah. Perhubungan yang pantas ini penting untuk memastikan motivasi pelajar sentiasa berada di tahap yang tinggi.

Keperluan-keperluan lain yang tidak kurang pentingnya disediakan dalam komponen ini ialah:

- Notis peringatan tentang peraturan penggunaan ruang untuk komponen pemulihan makmal ditampal di tempat-tempat berkenaan.
- Jadual waktu penggunaan komponen ini juga ditampal di bahagian luar pintu masuk ke ruang ini.
- Tempat simpanan air panas untuk memudahkan pelajar dan pengajar menyediakan minuman
- Alat keselamatan

Secara kasar, pelan lantai komponen ini adalah seperti yang ditunjukkan oleh Rajah 7 berikut.



**Rajah 7:** Pelan Lantai 2D Komponen Pemulihan

Rajah 8 pula menunjukkan gambaran suasana dalam komponen pemulihan ini.

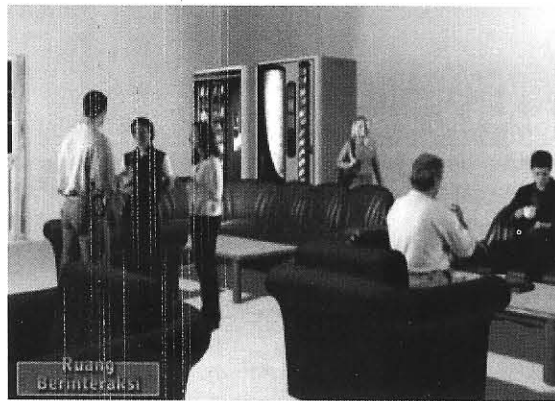


**Rajah 8:** Gambaran suasana dalam komponen pemulihan

### Komponen bersosial dan berinteraksi

Tujuan komponen ini adalah untuk membolehkan pelajar berbincang dan bertukar-tukar fikiran sesama mereka disamping merehatkan fikiran dan berkenalan dengan rakan pelajar lain. Bagi mencapai tujuan ini disarankan agar komponen ini mempunyai ruang cukup selesa untuk memuatkan kira-kira 30 orang pelajar dalam satu-satu masa. Ruang ini juga perlu direka bentuk khas agar dapat menimbulkan suasana tenang bagi berehat dan melapangkan fikiran.

Komponen ini juga sesuai digunakan bagi mencungkil bakat semula jadi pelajar dan melegakan stress. Justeru, satu "sudut kreatif" disediakan dalam ruang ini untuk pelajar menyanyi, membaca sajak, bermain musik, berteka-teki, berlawak jenaka yang bertemakan matematik. Kemungkinan, dengan adanya peluang untuk menyuarakan rasa hati dengan cara yang kreatif, tanggapan pelajar terhadap matematik sebagai satu mata pelajaran yang kering emosi akan berubah.



Rajah 9: Gambaran suasana dalam ruang bersosial dan berinteraksi

Memandangkan fungsinya yang sedemikian, maka jenis dan susun atur perabot, alat-alat pandang dengar dan elektronik, dan mesin makanan (*food vending machine*) haruslah mesra pelajar dan menarik untuk disinggahi oleh mereka. Peralatan bagi komponen pelajar berinteraksi dan bersosial haruslah juga cukup santai dan selesa. Maka, adalah dicadangkan supaya sofa dan meja kopi (*coffee table*), rak majalah dan surat khabar serta meja dan kerusi bagi menggunakan komputer disediakan. Selain itu, monitor TV berskrin luas (*wide screen*), sistem audio untuk muzik dan persekitaran komputer tanpa wayar akan menjadikan ruang ini benar-benar menarik dan merehatkan.

Suasana ini akan menjadi lebih selesa apabila lampu, pokok dan gambar hiasan menghiasi ruang dalam komponen ini.

Bagi memastikan penggunaan komponen berjalan rapi, adalah penting notis peringatan tentang peraturan penggunaan ruang ini ditampal di tempat-tempat berkenaan. Jadual waktu penggunaan komponen ini juga ditampal di bahagian luar pintu masuk ke ruang ini. Rajah 9 berikut menunjukkan gambaran suasana dalam ruang bersosial dan berinteraksi ini.

### Kesimpulan

Walaupun makmal pembelajaran dan penyelidikan matematik belum terbina, namun kepercayaan responden kajian terhadap kepentingan makmal ini tidak dapat dinafikan. Kepercayaan ini amat jelas kelihatan melalui gambaran peranan dan fungsi yang bakal dimainkan oleh makmal ini hinggakan apabila

maklumat ini digabungkan dengan maklumat yang diperoleh daripada lawatan dan pemerhatian telah membuahkan satu reka bentuk konsep makmal yang unik. Konsep yang digariskan ialah sebuah makmal yang boleh berfungsi sebagai tempat melaksanakan pengajaran, pembelajaran, penyelidikan, pemulihan, pemupukan silaturahim dan daya kreativiti.

Rekaan yang mengambil kira aspek akademik, psikologi dan sosiologi manusia ini dilihat berupaya menyediakan satu persekitaran yang amat kondusif bagi pembangunan dan perkembangan ilmu matematik dan pendidikan matematik. Walaupun dakwaan ini belum dibuktikan, namun tidak merugikan jika pembinaannya dalam kampus universiti dan institusi pengajian tinggi yang lain dipertimbangkan agar pembelajaran dan penyelidikan matematik dapat diangkat setahap lagi seiring dengan wawasan negara menjadi sebuah negara industri ternama di dunia. Pasti dalam proses itu, maklumat baru terus dicari bagi menambahbaik reka bentuk sedia ada.

### Rujukan

- [1] Abraham, S. T. 1997. The Mathematics and Computer Science Learning Center. *In Summer Conference Proceedings of Association of Small Computer Users in Education (ASCUE)*, North Myrtle Beach: 7-12.
- [2] Allchin, D. 1999. Values in science: An educational perspective. *Science and Education* 8: 1-12.

- [3] Aplin, N. and Saunders, J. 1996. *Values and value priorities of Singaporean and Australian swimmers.*, [Online]. Australian Association for Research in Education. Available: <http://www.swin.edu.au/aare/canf96/APLI N96.422> [1999, May 20]
- [4] Lee, M.J. and Cockman, M. 1995. Values in children's sport: Spontaneously expressed values among young athletes. *International Review for the Sociology of Sport* **30**: 337-349.
- [5] Proctor, R. 1991. *Value-free science: Purity and power in modern knowledge* Cambridge, MA: Harvard University Press
- [6] Smaldino, S.E., Russell, J.D., Heinich, R. and Molenda, M. 2007. *Instructional Technology and Media for Learning* (9<sup>th</sup> Edition), Englewood Cliffs, New Jersey: Merrill Prentice-Hall
- [7] Tan, S.K. 1997. Moral values and science teaching: A Malaysian school curriculum initiative. *Science and Education*, **6**: 555-572.
- [8] Varsavsky, C. and Norton, P. 1995. Building up the self-confidence of mathematics students in non-science courses. *International Journal Mathematics Education Science Technology* **26**(4): 517-521.