

Received: 18 April 2020, Accepted: 14 October 2020, Published 13 November 2020

PEMBANGUNAN KURSUS ELEKTIF BERMODUL BAGI PELAJAR SARJANA MUDA KEJURUTERAAN KIMIA KOHOT 2015 - 2020: KELEBIHAN DAN CABARAN

DEVELOPMENT OF MODULAR ELECTIVE COURSE FOR BACHELOR OF CHEMICAL
ENGINEERING STUDENTS COHORT 2015 - 2020: ADVANTAGES AND CHALLENGES

Rosiah Rohani¹, Shuhaida Harun¹ & Siti Rozaimah Sheikh Abdullah¹

**¹Jabatan Kejuruteraan Kimia & Proses
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina
Universiti Kebangsaan Malaysia**

Abstrak

Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses (JKKP), Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia telah mengambil inisiatif semasa semakan kurikulum 2016 untuk melaksanakan Kursus Elektif secara bermodul bagi pelajar tahun IV sejak kohot kemasukan 2015/2016 sehingga 2019/2020. Kaedah pembangunan modul yang digunakan adalah melalui penanda-arasan bersama universiti terkemuka di dalam dan luar negara, serta melalui input daripada panel penilai industri yang dilantik dan menjalankan soal selidik bersama industri berkaitan. Pembangunan modul kursus elektif ini merupakan satu langkah untuk memberikan peluang kepada pelajar untuk mengambil kursus pengkhususan kejuruteraan kimia mengikut kombinasi kursus tertentu sahaja secara lebih berfokus. JKKP telah memperkenalkan 3 modul kursus elektif iaitu bioproses, kejuruteraan sistem proses dan proses industri. Pendekatan ini mampu untuk memberi pelajar pilihan yang lebih berstruktur dalam mengikuti kursus elektif yang wajib diambil pada semester akhir pengajian mereka. Amalan ini adalah sangat berbeza dengan amalan sebelumnya yang lebih terhad dan tidak berstruktur. Di dalam kurikulum terkini ini, terdapat lebih banyak pilihan kursus yang dibangunkan mengikut acuan terkini industri di dalam bidang-bidang utama yang dikenalpasti. Kajian ini dilakukan untuk membandingkan tentang penawaran kursus elektif di peringkat jabatan dalam tempoh sebelum dan selepas semakan kurikulum dilakukan. Kemudian, minat pelajar berdasarkan pemilihan modul yang dilakukan telah diselidiki. Didapati bahawa kebanyakan pelajar sangat cenderung untuk memilih modul proses industri, diikuti dengan kejuruteraan sistem proses dan akhir sekali bioproses. Melalui amalan ini, dapat dilihat kecenderungan minat pelajar ke arah bidang pengkhususan tertentu. Maklum balas yang positif juga diperolehi daripada pelajar di mana mereka menyatakan bahawa kursus elektif

bermodul ini perlu diteruskan di masa akan datang kerana pelajar dapat menentukan halatuju kerjaya yang lebih jelas melalui pengkhususan kursus yang dipilih. Namun, terdapat beberapa cabaran yang perlu ditangani oleh jabatan bagi memupuk lebih minat pelajar kepada bidang yang kurang diminati seperti bioproses. Antaranya adalah dengan meningkatkan kualiti pengajaran dan bahan pengajaran yang digunakan serta melibatkan industri di dalam pelbagai cara untuk menerapkan minat bidang-bidang tersebut. Dengan penghasilan graduat jurusan kejuruteraan kimia dari bidang yang pelbagai serta mencukupi dipercayai mampu untuk membekalkan tenaga kerja yang kompeten di dalam era revolusi industri 4.0 (IR 4.0) kini.

Kata kunci: Kursus elektif; Pengajaran reflektif; Modul; Tawaran kursus; Kaedah pemilihan

Abstract

The Department of Chemical and Process Engineering (JKKP), Faculty of Engineering & Built Environment, Universiti Kebangsaan Malaysia has taken an initiative during the curriculum revision in 2016 to conduct their elective course in modular form for the year IV students since cohort intake 2015/2016 until 2019/2020. Module development method was based on benchmarking that was performed between a number of reknown local and international universities, also via direct input from the appointed industrial advisory panels and research surey with relevant industries. It is an effort to allow the students to choose their majoring course in chemical engineering field following the combination of courses offered, in order for them to be more focused with their interest. JKPP has introduced 3 modular elective courses namely bioprocess, process system engineering and industrial process. This approach is believed could benefit the students by giving more options for them in enrolling for these compulsory elective courses in a more structured way during their final semester of study. This practice is far different from the former one, which possessed least number of subject courses and the subject lists were randomly chosen during the enrolment. In the new curriculum, more subjects are offered per module in order to follow the industrial needs especially in the major areas identified. This work was conducted to compare the difference between elective course offered in the department for the period of before and after the curriculum revision. Next, the student preference was investigated upon selecting these modular courses. It was found that most of the students preferred to choose industrial process module followed by process system engineering and lastly the bioprocess module. Through this practice, the student interest towards the given majoring areas as per modules can be identified. Positive feedbacks were also received whereby the students think that the modular elective course should be continued in the future so that they would have a clearer career direction based on the courses

selected. Apart from that, there are also challenges that need to be overcome by the department in a way to nurture more student interest towards the least popular area/field such as bioprocess. For instance by improving the quality of teaching and teaching materials used as well as involving industries in multiple ways to promote interest on the targeted areas. With the production of chemical engineering graduates in various field sufficiently, is believed should be able to supply competent workforces in the recent era of industrial revolution 4.0 (IR 4.0).

Keywords: Elective course; Reflective teaching; Module; Offering course; Selection method

1.0 PENGENALAN

Kursus elektif yang baik perlu ditawarkan kepada pelajar bagi menjaga kualiti sesuatu program. Sebagai contoh, Ulusoy et al. (2012) telah memperkenalkan 'Proses Bologna' yang melibatkan pembangunan semula pendidikan dan kualiti pendidikan di dalam menentukan minat pelajar berkaitan kursus elektif yang diperkenalkan untuk beberapa bidang tertentu. Ray & Sharma (2011) pula mendapati bahawa penawaran kursus mengikut modul ini mampu memberikan lebih pilihan kepada pelajar, mudah diubahsuai serta membolehkan pelajar untuk menjadikan pengajian mereka lebih bersifat peribadi. Selain itu, Hedges et al. (2014) telah menjalankan kajian bagi mengetahui motivasi pelajar yang dikaji di dalam memilih modul kursus tertentu. Ianya dijalankan kerana terdapat sangat sedikit kajian serupa yang telah dilaporkan di dalam sumber literatur yang ada. Melalui kajian tersebut, mereka percaya bahawa universiti boleh memanfaatkan hasil kajian dengan menambahbaik peruntukan pendidikan sedia-ada supaya ianya sesuai dengan modul kursus serta rekabentuk program mereka secara keseluruhannya. Kesimpulan dari hasil kajian tersebut pula mendapati bahawa pihak universiti seharusnya berusaha untuk menambahbaik faktor ilmu pengetahuan yang ada, supaya ia dapat menyumbang kepada pemilihan modul pelajar yang lebih baik, seterusnya membangunkan strategi untuk meningkatkan hasil pembelajaran bagi setiap pelajar, yang mana pelajar-pelajar ini didapati mempunyai pelbagai motivasi/sebab semasa memilih modul elektif yang ditawarkan (Hedges et al. 2014). Atas motivasi yang sama juga menyebabkan kajian ini perlu untuk dilakukan di dalam program Sarjanamuda Kejuruteraan (SM Kej.) Kimia di Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses (JKKP), UKM iaitu untuk melihat struktur modul elektif yang dibangunkan berbanding struktur sebelumnya. Langkah ini adalah selari dengan pembaharuan yang dibuat di dalam jabatan di mana penawaran kursus-kursus elektif yang ada telah distruktur semula semasa sesi semakan kurikulum yang berlangsung pada tahun 2016. Program kejuruteraan kimia telah diubah secara agak mendadak (dengan perubahan menghampiri 30% dari kurikulum asal) sebelum dan selepas tahun 2016

disebabkan oleh perubahan kurikulum yang dilakukan pada waktu tersebut. Secara amnya, sebelum tahun 2016, terdapat 2 program kejuruteraan ditawarkan oleh JKPP iaitu kimia dan biokimia yang mana kedua-dua program berkongsi sejumlah 11 kursus elektif untuk ditawarkan kepada pelajar. Kursus-kursus elektif ini dipecahkan kepada dua bidang iaitu bidang kimia dan biokimia sahaja, yang mana masing-masing mempunyai 9 dan 2 kursus setiap satunya (Rujuk Jadual 1 dan 2 untuk keterangan lanjut). Tiada sebarang modul tertentu digunakan pada ketika itu kerana jumlah kursus yang ada juga agak terhad. Namun, terdapat beberapa kekangan telah dikenalpasti semasa mengendalikan kursus elektif pada waktu tersebut di mana jumlah pelajar yang mengambil kursus yang tertentu adalah tidak seimbang. Manakala jumlah kursus yang diambil ada agak terhad, iaitu sebanyak dua kursus sahaja bagi setiap program. Keadaan ini dilihat lebih mencengkam bagi pelajar biokimia yang mana mereka hanya boleh memilih 1 daripada 2 kursus elektif dari bidang biokimia sahaja untuk diambil bersama-sama satu lagi kursus elektif dari bidang kimia. Manakala pelajar yang mengikuti program kimia pula tidak boleh sama sekali mengambil kursus elektif di bidang biokimia. Ini menyebabkan ruang dan peluang yang ada untuk pelajar memilih bidang pengkhususan mereka menjadi terhad ataupun hampir tiada.

Berdasarkan kepada semakan yang dibuat di peringkat program untuk melihat semula struktur kurikulum sedia-ada, bertujuan untuk memberikan peluang pembelajaran kepada pelajar mengikut bidang pengkhususan tertentu yang lebih reflektif, satu penstrukturan semula kursus-kursus elektif telah dilakukan pada tahun 2016. Ianya bersempena dengan keperluan semakan kurikulum kursus (Carey, 2011; ABET, 2014) yang dibuat secara besar-besaran pada tahun tersebut. Suatu kajian bersama industri juga telah dijalankan diperingkat program bagi melihat keperluan program sedia ada beserta kursusnya (Rohani et al. 2016). Dapatan dari kajian tersebut mendapati bahawa elemen biokimia/bioproses wajar untuk dimasukkan ke dalam program kimia yang baru memandangkan bidang kejuruteraan kimia mempunyai keperluan yang lebih jelas berbanding biokimia. Selain itu, terdapat juga pelbagai bidang/tugas jurutera kimia di syarikat-syarikat yang telah menyertai soal selidik yang dijalankan dan maklumat ini telah dijadikan garis panduan di dalam penawaran program mahupun kursus supaya ianya bersesuaian dengan keperluan industri (Rohani et al. 2016). Atas sebab tersebut, kajian ini telah dijalankan bagi melihat perbandingan di antara penawaran kursus elektif sebelum dan selepas semakan kurikulum dijalankan pada tahun 2016. Perbandingan ini meliputi jumlah kursus yang ditawarkan, sistem yang digunapakai dalam memilih kursus, jumlah kredit setiap kursus serta kaedah penawaran kursus. Selain itu, penyiasatan terhadap kaedah pelaksanaan penawaran kursus terkini juga dilakukan bagi melihat hasil pemilihan pelajar sama ada menepati minat mereka ataupun tidak, selari dengan

tujuan sistem modul ini diperkenalkan. Pembangunan kurikulum ini telah dibuat dengan menubuhkan jawatankuasa semakan kurikulum di peringkat jabatan. Penglibatan panel penasihat industri (IAP) yang telah dilantik oleh jabatan juga memainkan peranan besar semasa penstrukturan ini. Beberapa siri penanda-arasan bersama universiti luar dan kajian tentang keperluan program di industri juga telah dijalankan. Borang soal selidik telah dibangunkan untuk membuat soal-selidik kepada industri tentang keperluan graduan kejuruteraan kimia di dalam pelbagai industri. Seterusnya pembangunan kursus bermodul serta kaedah pelaksanaannya telah ditetapkan yang menggunakan mekanisma tertentu telah dilaksanakan. Borang pemilihan kursus modul elektif telah dibangunkan menggunakan aplikasi *google forms* untuk memudahkan proses pemilihan dibuat serta susunan dan agihan kursus selepas pemilihan.

2.0 BAHAN DAN KAEDAH

Di dalam memastikan kurikulum yang lebih mantap dapat dibangunkan, satu jawatankuasa semakan kurikulum telah ditubuhkan pada tahun 2015 yang terdiri daripada ahli akademik JKPP. Jawatankuasa ini telah membuat beberapa siri penanda-arasan kurikulum dengan universiti terkemuka di dunia serta tempatan sama ada secara atas talian mahupun secara fizikal. Panel Penasihat Industri (IAP) juga telah dipanggil untuk memberikan input terhadap jenis kurikulum yang terbaik untuk dibangunkan, sesuai dengan keperluan dan kehendak di industri berkaitan kejuruteraan kimia. Soal selidik kepada industri juga dibuat bagi melihat keperluan jurutera kimia dan biokimia sedia-ada serta yang diperlukan di industri masing-masing untuk masa kini dan akan datang. Rajah 1 menunjukkan salinan borang soal selidik yang digunakan bagi tujuan ini (Rohani et al. 2016).

Daripada soal selidik yang dijalankan, terdapat sekitar 30 buah syarikat telah mengambil bahagian di dalam kajian ini. Kesemua syarikat ini terlibat dalam industri di bidang-bidang kerja seperti berikut: i) farmaseutikal, ii) minyak dan gas, iii) proses kimia, iv) perundingan minyak dan gas, v) perundingan kesihatan, keselamatan dan persekitaran (HSE), vi) pembuatan, vii) industri air, viii) penyelidikan dan pembangunan (R&D) perladangan kelapa sawit, ix) penyelidikan dan pembangunan (R&D) perladangan getah, xi) eksplorasi minyak, xii) perdagangan dan baikpulih kerja mekanikal. Hasil daripada kerja-kerja semakan serta kajian-kajian yang dijalankan ini telah membentuk satu struktur kurikulum yang dipercayai lebih padu untuk ditawarkan kepada pelajar. Hasil kajian ini juga telah digunakan sebagai asas kepada perubahan program dan kurikulum yang dilakukan, di mana maklumat mengenai hasil soal selidik ini telah diterbitkan oleh [(Rohani et al. 2016)].

Selain itu, kaedah pelaksanaan kursus elektif daripada penawaran secara rawak juga telah ditukar kepada sistem bermodul. Borang pemilihan modul secara atas talian menggunakan borang *google* telah dibangunkan bagi tujuan ini. Rajah 2 menunjukkan kesemua 5 seksyen yang ada di dalam borang yang digunakan bagi memilih kursus elektif yang ditawarkan mengikut modul. Pelajar diwajibkan untuk mengisi hanya 3 daripada 5 seksyen yang ada, termasuklah maklumat peribadi pelajar serta Purata Nilai Gred Kumulatif (PNGK) terkini. Hanya 1 modul sahaja dibenarkan untuk dipilih daripada 3 modul yang ada. Pelajar WAJIB memilih kombinasi TIGA (3) kursus elektif di dalam setiap modul elektif yang diberikan. Pelajar hanya boleh mengisi sekali sahaja borang ini, jadi pelajar perlulah memastikan setiap maklumat yang diberikan adalah betul. Rajah 3 pula menunjukkan proses pemilihan modul elektif yang perlu dilalui oleh pelajar sehinggalah kursus-kursus elektif yang dipilih telah didaftarkan di dalam sistem pendaftaran kursus pelajar. Di dalam kajian ini, seramai 86 orang pelajar telah terlibat di dalam pemilihan modul ini, iaitu bagi pelajar tahun 4 sesi 2019/2020.



Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

Industrial Survey for the Requirement of Chemical and Biochemical engineers

Introduction:

Department of Chemical & Process Engineering is one of the five departments in the Faculty of Engineering and Built Environment. It was initially established in 1984 as an Industrial Chemistry Unit under the Faculty of Science. Currently, the Department offers 2 courses at undergraduate namely Chemical Engineering and Biochemical Engineering.

Chemical Engineering: Chemical engineering is a branch of engineering that mainly deals with the design and construction of unit processes that involve chemicals or molecules, such as reactors, separators etc.

Biochemical Engineering: Biochemical engineering is a branch of biotechnology Engineering, chemical engineering, Biomedical engineering and Pharmaceutical Engineering that mainly deals with the design and construction of unit processes that involve biological organisms or molecules, such as bioreactors, bioseparators etc.

Objectives:

To get feedback from industries on the requirement of chemical and biochemical engineers in the respective company in the process of curriculum review for the two programs.

Part 1 – General Questions of the Respondent (please tick and/or fill in the blank)

- Position in the company: Managerial level ; Engineer ;
Executive ; Others (Please specify)
- Name of company:.....
- Nature of industry: chemical ; pharmaceutical ; manufacturing ; process ;
R&D ; consulting ; others (Please specify)
- Number of employees: 0-50 ; 50-100 ; 100-300 ; 301 > above

Part 2: Chemical/Biochemical Engineers requirements in the company

- Chemical/Biochemical engineers involvement in the company:
 - Chemical Engineer: Yes ; No ; Not sure
 - Biochemical Engineer: Yes ; No ; Not sure
- Does your company requires:
 - Chemical Engineer: Yes ; No ; Not sure
 - Biochemical Engineer: Yes ; No ; Not sure

Rajah 1: Sebahagian borang soal selidik yang digunakan kepada industri

Seksyen 1 daripada 5:

Pemilihan Modul Elektif Tahun 4 Program Kejuruteraan Kimia (Semester II Sesi 2019/2020)

MAKLUMAN & ARAHAN:

- 1) Sebanyak TIGA (3) modul elektif ditawarkan pada semester ini iaitu:
 - (i) Elektif Bioproses
 - (ii) Elektif Kejuruteraan Sistem Proses
 - (iii) Elektif Proses Industri
- 2) Pelajar WAJIB mengisi skala minat masing-masing terhadap modul elektif yang ada.
- 3) Setiap SATU (1) modul mempunyai EMPAT (4) kursus elektif yang ditawarkan.
- 4) Pelajar WAJIB memilih kombinasi TIGA (3) kursus elektif di dalam setiap modul elektif yang diberikan.
- 5) Pelajar hanya boleh mengisi SEKALI sahaja borang ini.
- 6) Sila pastikan anda mengisi setiap maklumat dengan betul.

PERINGATAN: Pelajar TIDAK boleh "EDIT" borang setelah menekan butang "SUBMIT".

* Required

Email address *

.....

Cannot pre-fill email address.

Nama Penuh Pelajar *

Your answer

No Matriks *

Your answer

Jantina *

Lelaki

Perempuan

PNGK Terkini (Sem. II Sesi 2018/2019) *

Your answer

Seksyen 2 daripada 5

Pilihan Modul Elektif

- Modul elektif tahun 4 terdiri daripada:
 - Elektif Bioproses
 - Elektif Kejuruteraan Sistem Proses
 - Elektif Proses Industri
- Pilih skala bagi setiap modul berikut mengikut turutan minat masing-masing.
 - Skala 1 - Kurang Minat
 - Skala 2 - Minat
 - Skala 3 - sangat Minat

Elektif Bioproses *

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Elektif Kejuruteraan Sistem Proses *

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Elektif Proses Industri *

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seksyen 3 daripada 5

(i) Elektif Bioproses: Pilihan Kombinasi Kursus

Pelajar perlu pilih SATU kombinasi kursus sahaja dalam senarai berikut:

- A : KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan
 KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal
 KKKR5832 Pembuatan Biokimia
- B : KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan
 KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal
 KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor
- C : KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan
 KKKR5832 Pembuatan Biokimia
 KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor
- D : KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal
 KKKR5832 Pembuatan Biokimia
 KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor

Pilih Kombinasi Kursus Elektif Bioproses *

- A
- B
- C
- D

(ii) Elektif Kejuruteraan Sistem: Pilihan Kombinasi Kursus

Pelajar perlu pilih SATU kombinasi kursus sahaja dalam senarai berikut:

- A : KKKR5852 Kepintaran Buatan dalam Kejuruteraan Kimia
KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses
KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan
- B : KKKR5852 Kepintaran Buatan dalam Kejuruteraan Kimia
KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses
KKKR5882 Kelestarian Proses
- C : KKKR5852 Kepintaran Buatan dalam Kejuruteraan Kimia
KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan
KKKR5882 Kelestarian Proses
- D : KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses
KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan
KKKR5882 Kelestarian Proses

Pilih Kombinasi Kursus Elektif Kejuruteraan Sistem *

- A
- B
- C
- D

Seksyen 5 daripada 5**(iii) Elektif Proses Industri: Pilihan Kombinasi Kursus**

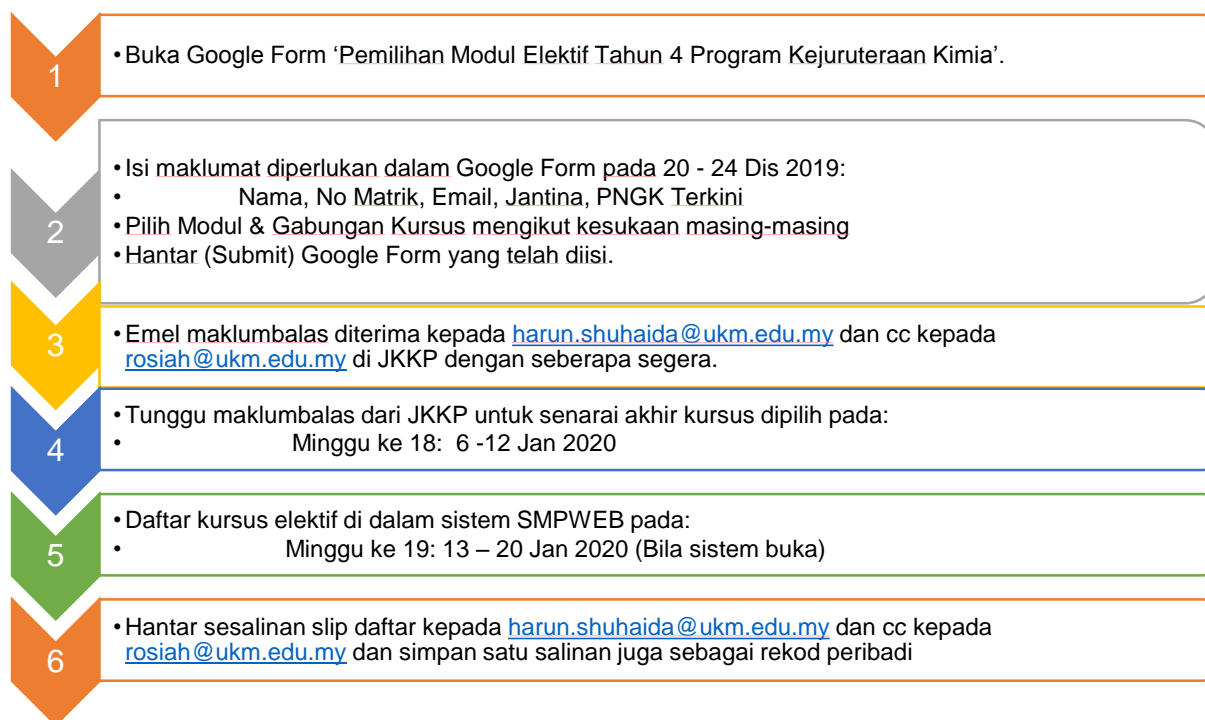
Pelajar perlu pilih SATU kombinasi kursus sahaja dalam senarai berikut:

- A : KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran
KKKR5932 Kejuruteraan Makanan
KKKR5942 Kejuruteraan Plastik
- B : KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran
KKKR5932 Kejuruteraan Makanan
KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia
- C : KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran
KKKR5942 Kejuruteraan Plastik
KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia
- D : KKKR5932 Kejuruteraan Makanan
KKKR5942 Kejuruteraan Plastik
KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia

Pilih Kombinasi Kursus Elektif Proses Industri *

- A
- B
- C
- D

Rajah 2: Borang google dibangunkan menggunakan aplikasi google forms untuk pelajar memilih kursus elektif bermodul



Rajah 3: Carta alir bagi proses pemilihan modul elektif yang telah dilaksanakan bagi sesi 2019/2020

3.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Terdapat dua program pengajian di JKPP iaitu program kimia dan juga biokimia ditawarkan sebelum tahun 2016. Namun, melalui semakan kurikulum yang telah dibuat secara terperinci dan menyeluruh pada tahun 2016, kedua-dua program ini telah digabungkan menjadi satu program sahaja dan dinamakan sebagai program kejuruteraan kimia. Walaupun hanya terdapat satu program sahaja yang ditawarkan, ianya telah ditambahbaik dengan memasukkan elemen program biokimia ke dalamnya. Ini bertujuan supaya program baru ini dapat memberi lebih ruang kepada pelajar untuk memasuki kedua-dua bidang kimia dan biokimia ini tanpa ada batasan yang hakiki. Struktur baru kurikulum ini juga telah diperbaiki dengan memperkenalkan satu kaedah penawaran kursus elektif yang baharu, iaitu secara bermodul atau berkelompok. Kursus ini dibuka kepada pelajar tahun akhir sahaja, sebelum mereka menamatkan pengajian mereka di UKM. Perubahan kursus-kursus elektif ini dibuat setelah mengambil kira kursus-kursus terkini yang boleh ditawarkan kepada pelajar, mengikut minat tertentu pelajar di dalam bidang kejuruteraan kimia. Kursus elektif yang dibuat secara bermodul ini dipercayai dapat lebih mendedahkan pelajar kepada bidang industri yang pelbagai, tanpa mengenenpikan keperluan pemegang taruh yang terlibat mahupun keperluan masyarakat (Thonglek, 2015; Rohani et al. 2016).

Di dalam struktur kurikulum terkini ini, terdapat 16 kursus yang ditawarkan berbanding hanya 11 kursus sahaja sebelum semakan dilakukan. Terdapat 3 modul utama dengan gabungan padanan kursus tertentu diberikan kepada pelajar, untuk dipilih. Modul-modul tersebut adalah: i) Bioproses, ii) Kejuruteraan sistem proses, dan iii) Proses industri (Buku Panduan Prasiswazah FKAB 2016). Modul-modul pengajaran di dalam kursus elektif ini juga telah dibangunkan sendiri oleh para pensyarah yang terdiri dari pelbagai bidang kepakaran khusus, sesuai dengan kursus yang mereka tawarkan. Kursus-kursus ini antaranya merupakan kursus terkini dan wajar didedahkan kepada pelajar di dalam menyediakan mereka ke alam pekerjaan yang sebenar nanti. Pelajar perlu memilih tiga kursus di dalam modul yang mereka minati. Maklumat lanjut berkenaan kursus-kursus ini dibentangkan di dalam Jadual 1. Manakala Jadual 2 menunjukkan kursus-kursus elektif yang ditawarkan bagi pelajar kohot sebelum tahun 2016 sebagai perbandingan. Pelajar hanya perlu mengambil dua kursus sahaja untuk bergraduasi sebelum struktur baru ini dibentuk (rujuk Buku Panduan Prasiswazah FKAB 2013).

Jika dilihat pula kepada bilangan pelajar bagi setiap ambil per sesi dari tahun 2012 sehingga kini (rujuk Jadual 3), terdapat perbezaan jumlah pelajar yang mendaftar setiap tahun. Namun, purata pelajar per ambilan bagi kohot sebelum tahun 2016 adalah seramai 70 orang. Manakala purata jumlah pelajar meningkat kepada 85 orang selepas tahun 2016. Kursus elektif bermodul telah diperkenalkan selepas 2016 manakala kursus elektif umum digunapakai pada tahun-tahun sebelumnya. Atas sebab ini, penawaran secara bermodul wajar dijalankan bagi menangani jumlah pelajar yang lebih ramai. Ianya dapat memastikan pelajar dapat memilih kursus dengan bidang yang mereka minati dengan adanya penawaran kursus secara bermodul ini.

Selain itu, pendekatan pelaksanaan sistem elektif bermodul bagi pemilihan kursus elektif ini amat berbeza dengan amalan sebelumnya di mana pelajar telah diminta untuk mendaftar kursus yang dipilih secara individu di atas talian. Adakalanya berlaku situasi di mana untuk kursus tertentu yang ditawarkan didapati tiada seorang pun pelajar yang mendaftar masuk, akan tetapi terdapat juga situasi di mana terdapat terlalu ramai pelajar yang mendaftar di dalam kursus tertentu pula disebabkan hampir tiada kawalan yang dibuat semasa penawaran dan pendaftaran dilakukan.

Apabila sistem pemilihan ini dibuat menggunakan borang *google* (lihat Rajah 2) secara atas talian bagi tawaran kursus elektif secara bermodul yang dibangunkan, didapati bahawa pelajar dapat menyuarakan minat mereka terhadap kursus-kursus dalam bidang tertentu yang

ditawarkan dengan lebih baik. Pemilihan kursus juga dapat dijalankan dengan lebih berstruktur. Nisbah agihan pelajar per pensyarah kursus elektif juga dapat dikawal dengan baik. Ini dapat dibuktikan dengan melihat jumlah bilangan pelajar per kursus yang lebih seimbang per kursus/ modul ditawarkan (keputusan akan dibentangkan di dalam Jadual 5). Hal ini disokong oleh Good et al. (2009) yang telah mencadangkan bahawa pengajaran efektif perlu memenuhi beberapa kriteria penting untuk dicapai. Antaranya adalah kualiti pengajar, pengurusan bilik kuliah yang baik, pencapaian pelajar dan sebagainya. Ini dilihat selari dengan perancangan yang dibuat di peringkat jabatan di dalam meningkatkan pencapaian pelajar ke tahap semaksima mungkin melalui amalan pengendalian kursus elektif yang terbaik oleh tenaga pengajar berkepakaran tinggi di dalam bidang masing-masing, serta dijalankan di dalam persekitaran yang kondusif.

Jadual 1: Senarai kursus elektif ditawarkan kepada pelajar selepas kohot 2016/2017

BIL	KOD KURSUS	NAMA KURSUS	MODUL
1.	KKKR5812	Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan	
2.	KKKR5822	Teknologi Biofarmaseutikal	Bioproses
3.	KKKR5832	Pembuatan Biokimia	
4.	KKKR5842	Kejuruteraan Bioreaktor Lanjutan	
5.	KKKR5852	Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia	
6.	KKKR5862	Kejuruteraan Sistem Proses	Kejuruteraan Sistem Proses
7.	KKKR5872	Kawalan Proses Lanjutan	
8.	KKKR5882	Kelestarian Proses	
9.	KKKR5892	Sains dan Kejuruteraan Membran	
10.	KKKR5912	Proses dan Pengendalian Zarah	
11.	KKKR5922	Proses Petrokimia	
12.	KKKR5932	Kejuruteraan Makanan	
13.	KKKR5942	Kejuruteraan Plastik	Proses Industri
14.	KKKR5952	Kaedah Instrumentasi Kimia	
15.	KKKR5962	Toksikologi Industri	
16.	KKKR5972	Topik Khusus Untuk Kej. Kimia	

Jadual 2: Senarai kursus elektif ditawarkan kepada pelajar sebelum kohot 2016/2017

BIL	KOD KURSUS	NAMA KURSUS	PROGRAM
1.	KKKR5813	Pengoptimuman Sistem	Kejuruteraan Kimia
2.	KKKR5833	Kaedah Instrumentasi Kimia	
3.	KKKR5843	Toksikologi Industri	
4.	KKKR5853	Kejuruteraan Makanan	
5.	KKKR5863	Teknologi Pencampuran	
6.	KKKR5873	Proses Petrokimia	
7.	KKKR5933	Kepintaran Buatan dalam Kejuruteraan Kimia	
8.	KKKR5893	Teknologi Zarah Lanjutan	
9.	KKKR5923	Kawalan Proses Lanjutan	
10.	KKKB5883	Industri Bioproses	Kejuruteraan Biokimia
11.	KKKB5933	Kejuruteraan Bioreaktor Lanjutan	

Jadual 3: Senarai pelajar per tahun akademik mengikut program di JKPP serta jenis penawaran kursus elektif masing-masing

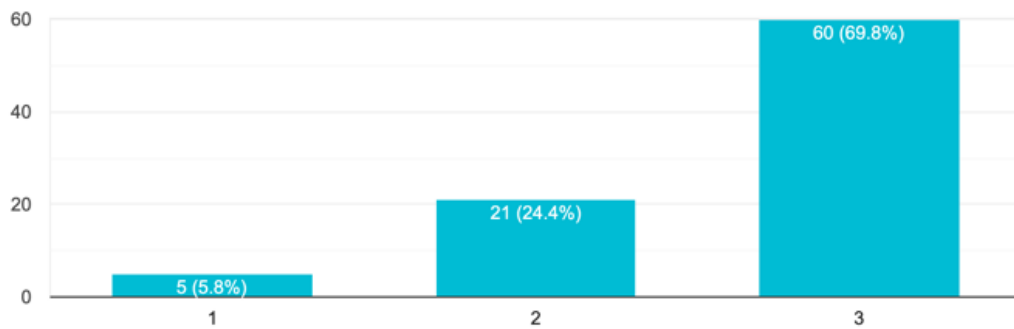
TAHUN AKADEMIK	KIMIA	BIOKIMIA	JUMLAH PELAJAR	KURSUS ELEKTIF
2012/2013	24	35	59	Umum
2013/2014	41	34	75	
2014/2015	40	35	75	
2015/2016	80	-	80	Modul
2016/2017	95	-	95	
2017/2018	81	-	81	
2018/2019	90	-	90	
2019/2020	79	-	79	

Namun begitu, terdapat juga parameter yang sukar dikawal di peringkat jabatan untuk memastikan jabatan dapat menyumbang kepada industri yang pelbagai dalam skala yang dikehendaki. Ini berdasarkan kepada keputusan hasil maklumat soal selidik yang diperolehi daripada para pelajar semasa pemilihan kursus mengikut modul dijalankan. Memandangkan pemilihan adalah berasaskan kepada minat pelajar semata-mata, dapat dilihat dengan jelas

bahawa terdapat beberapa beberapa bidang yang amat diminati oleh pelajar, manakala ada juga yang kurang diminati. Sebagai contoh, modul Bioproses mempunyai jumlah peratusan pelajar dengan kadar minat yang paling rendah berbanding modul lain, yang menunjukkan bahawa minat ke arah industri bioproses di kalangan pelajar kejuruteraan kimia masih agak jauh. Ini kerana peratus pelajar yang meminati bidang ini didapati sangatlah sedikit berbanding dua lagi bidang lagi yang ditawarkan, masing-masing sekitar 10% dan 50% ke atas (Rujuk Rajah 4). Lebih ramai pelajar dilihat lebih cenderung untuk memilih modul selain bioproses berkemungkinan kerana mereka masih terpengaruh dengan lorong kerjaya tradisional sebagai jurutera kimia yang lebih dilihat meluas kepada industri minyak dan gas serta petrokimia. Kedua-dua modul kejuruteraan sistem proses dan proses industri pula kebanyakannya merupakan penyokong kuat kepada industri jenis ini (AIChE 2015). Akan tetapi, realitinya, telah banyak berlaku perubahan kerjaya dalam bidang-bidang lain kejuruteraan kimia, antaranya seperti bioteknologi, yang disebabkan oleh permintaan bidang ini yang semakin meningkat naik. Perubahan peluang kerjaya di bidang bioteknologi ini sebenarnya selari dengan dasar dan keperluan negara yang menginginkan bidang bioteknologi ditingkatkan sebagai sumber pertumbuhan ekonomi baharu negara melalui Polisi Bioteknologi Nasional (NBP 2005 – 2020). Kekurangan minat graduat di dalam bidang bioproses/bioteknologi ini dipercayai boleh memberi kesan kepada jumlah keluaran pekerja berkemahiran di dalam bidang ini, seperti yang telah dinyatakan di dalam polisi ini di bawah antaranya di bawah Bidang Tujahan 5 iaitu Pembangunan Modal Insan (MOSTI 2005).

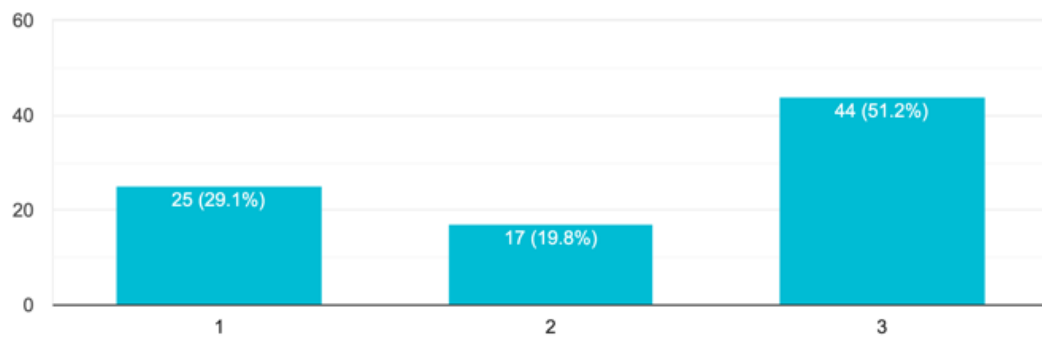
Elektif Proses Industri

86 responses



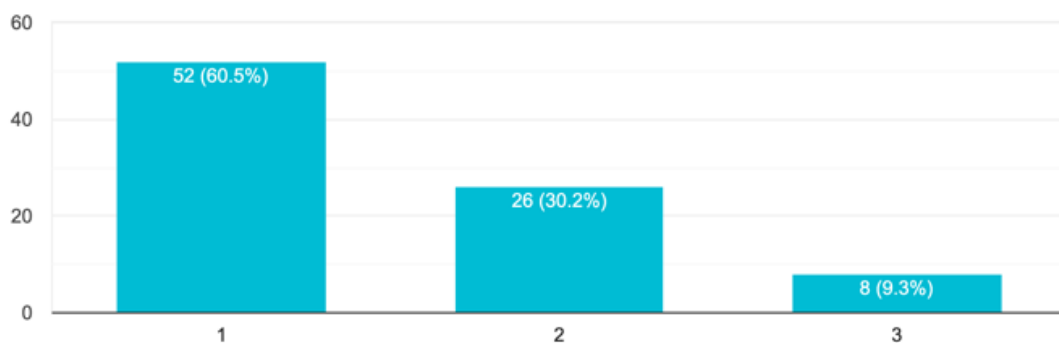
Elektif Kejuruteraan Sistem Proses

86 responses



Elektif Bioproses

86 responses



Rajah 4: Keputusan pemilihan pelajar berdasarkan 3 modul yang ditawarkan (Skala: 3 – Sangat Minat, 2 – Minat, 1 – Tidak Minat)

Berdasarkan Jadual 4 dan Rajah 5 pula, dapat dilihat bahawa terdapat kursus-kursus tertentu yang lebih disukai oleh pelajar berbanding kursus-kursus yang yang lain. Antaranya adalah kursus Teknologi Biofarmaseutikal dan Pembuatan Biokimia di dalam Modul Bioproses di mana lebih 90% pelajar memilih untuk mengambil kursus ini, berbanding kursus Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan serta kursus Kejuruteraan Bioreaktor. Manakala bagi modul proses industri, sebanyak 48% pelajar lebih menyukai kursus Kejuruteraan Makanan, Kejuruteraan Plastik dan Kaedah Instrumentasi Kimia berbanding kursus Sains dan Kejuruteraan Membran. Bagi Modul Kejuruteraan Sistem Proses pula, walaupun terdapat jurang berbezaan minat pelajar terhadap kursus-kursus yang ditawarkan, namun ianya tidak begitu ketara. Ini menunjukkan bahawa pelajar sedar tentang minat masing-masing melalui kursus yang dipilih dan berusaha untuk mendapatkan lebih informasi tentang bidang tersebut ketika kursus berlangsung. Namun begitu, adalah menjadi tanggungjawab jabatan di dalam membantu meningkatkan minat pelajar terutamanya di dalam bidang kejuruteraan kimia yang lebih terkini seperti bioproses ini. Antaranya adalah dengan mengemaskini bahan pengajaran yang lebih baik serta kaedah pengajaran yang lebih berkesan bagi bidang-bidang kejuruteraan kimia yang terkini seperti bioteknologi/bioproses (IChE 2015). Bidang ini perlu diberikan lebih tumpuan kerana bidang minyak dan gas serta petrokimia dilihat telah tepu dan sedang mengalami kepupusan disebabkan sumbernya yang kian meruncing serta industri tersebut sendiri didapati tidak lestari. Selain itu, kerjasama jabatan bersama industri juga dilihat mampu untuk membuka ruang kepada industri dalam memainkan peranan bagi menyediakan para pelajar ke arah menjadi pekerja industri yang efektif. Ini boleh dilaksanakan antaranya melalui program kerja semasa cuti jangka pendek (*summer program*), kerjasama penyelidikan, serta industri menjadi perumah kepada pelajar bagi menjalankan sangkutan industri dengan lebih giat lagi (IChE 2015).

Akhir sekali, Jadual 5 menunjukkan bilangan pelajar yang mengikuti setiap kursus elektif bagi setiap modul yang dibangunkan. Dapat dilihat bahawa modul bioproses mempunyai bilangan pelajar yang lebih kecil berbanding modul kejuruteraan sistem proses dan modul proses industri. Maklumat ini adalah selari dengan kehendak pelajar yang didapati kurang meminati modul ini berbanding modul lain (rujuk Rajah 4 dan 5 untuk maklumat yang lebih lengkap). Bilangan pelajar per kursus secara umumnya adalah agak normal bagi kursus elektif, yang biasanya mempunyai jumlah pelajar yang lebih sedikit berbanding kursus-kursus teras. Secara purata 17 orang pelajar mengambil kursus-kursus di dalam modul elektif bioproses manakala 24 pelajar mengambil kursus-kursus di dalam modul elektif yang lain. Dengan adanya kumpulan pelajar yang lebih sedikit, perancangan pengajaran dapat dibuat dengan lebih mudah terutamanya jika memerlukan komitmen untuk melawat kilang/ loji

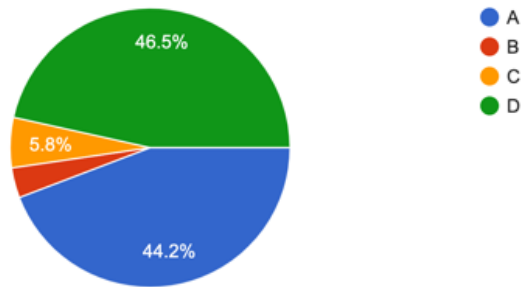
industri/ institusi yang sesuai dengan kursus yang diambil nanti. Selain itu, sekiranya terdapat latihan praktikal yang dijalankan di makmal-makmal, pelajar dalam kumpulan yang lebih kecil adalah lebih mudah untuk ditangani. Ini terutamanya di dalam memastikan pembelajaran dapat dilaksanakan dengan lebih efektif melalui kawalan keupayaan yang lebih baik.

Jadual 4: Kombinasi kursus mengikut modul ditawarkan

MODUL: (1)BIOPROSES		(2) KEJ. SISTEM	(3) PROSES
		INDUSTRI	INDUSTRI
KURSUS MENGIKUT MODUL	(1) KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan	(1) KKKR5852 Kepintaran Buatan dalam Kejuruteraan Kimia	(1) KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran
	(2) KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal	(2) KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses	(2) KKKR5932 Kejuruteraan Makanan
	(3) KKKR5832 Pembuatan Biokimia	(3) KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan	(3) KKKR5942 Kejuruteraan Plastik
	(4) KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor	(4) KKKR5882 Kelestarian Proses	(4) KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia
MODUL	Bioproses	Kejuruteraan Sistem Industri	Proses Industri
KOMBINASI KURSUS	A - 1, 2, 3	A - 1, 2, 3	A - 1, 2, 3
	B - 1, 2, 4	B - 1, 2, 4	B - 1, 2, 4
	C - 1, 3, 4	C - 1, 3, 4	C - 1, 3, 4
	D - 2, 3, 4	D - 2, 3, 4	D - 2, 3, 4

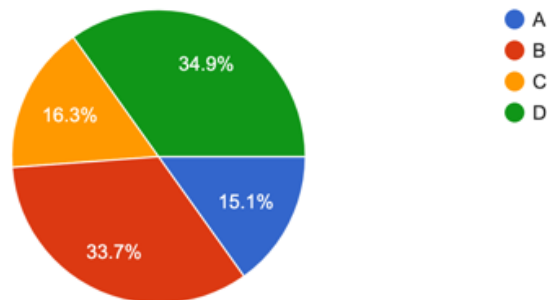
Pilih Kombinasi Kursus Elektif Bioproses

86 responses



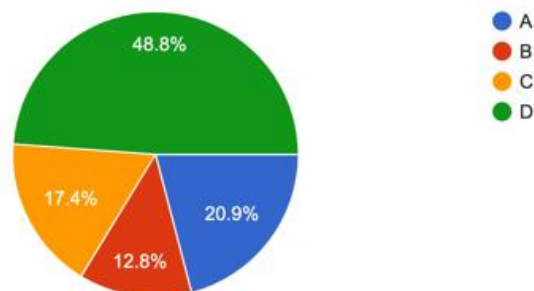
Pilih Kombinasi Kursus Elektif Kejuruteraan Sistem

86 responses



Pilih Kombinasi Kursus Elektif Proses Industri

86 responses



Rajah 5: Keputusan pemilihan pelajar mengikut kombinasi kursus di dalam setiap modul

Jadual 5: Bilangan pelajar per kursus bagi setiap modul elektif modul elektif

MODUL	KOD KURSUS	NAMA KURSUS	BILANGAN PELAJAR (KOHOT SESI 2016/2017)	PURATA PELAJAR PER MODUL
Bioproses	KKKR5812	Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan	14	17
	KKKR5822	Teknologi Biofarmaseutikal	19	
	KKKR5832	Pembuatan Biokimia	19	
	KKKR5842	Kejuruteraan Bioreaktor Lanjutan	14	
Kejuruteraan Sistem Proses	KKKR5852	Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia	23	24
	KKKR5862	Kejuruteraan Sistem Proses	27	
	KKKR5872	Kawalan Proses Lanjutan	23	
	KKKR5882	Kelestarian Proses	23	
Proses Industri	KKKR5892	Sains dan Kejuruteraan Membran	22	24
	KKKR5932	Kejuruteraan Makanan	24	
	KKKR5942	Kejuruteraan Plastik	25	
	KKKR5952	Kaedah Instrumentasi Kimia	25	

4.0 KESIMPULAN

Kesimpulannya, kursus elektif bermodul yang digunakan pada masa kini (bagi kohot pelajar sesi 2016 hingga 2020) didapati boleh menentukan minat mereka yang sebenar terhadap bidang-bidang industri kejuruteraan kimia sedia ada. Memandangkan banyak pilihan kursus yang ditawarkan, pelajar dapat menentukan arah tuju minat mereka apabila memasuki alam pekerjaan di industri nanti, seawal di universiti lagi. Ini amat berbeza dengan penawaran

kursus elektif bagi kohot pelajar sebelum 2016 yang mempunyai kursus yang lebih sedikit serta tidak begitu berstruktur. Jabatan telah memperbaiki beberapa kekurangan di dalam sistem lama melalui sistem modul yang dibangunkan ini. Minat pelajar kepada bidang kejuruteraan kimia tertentu dapat dilihat berdasarkan kepada kecenderungan pemilihan modul kursus elektif yang dilakukan oleh pelajar ini. Pendedahan yang lebih meluas tentang bidang yang dipilih dapat memberi manfaat kepada pelajar untuk mengukuhkan pengetahuan dan pengalaman yang ada di dalam bidang pengkhususan yang dipilih. Minat pelajar terhadap kerjaya tradisional jurutera kimia di dalam bidang minyak dan gas serta petrokimia mungkin menyebabkan kurangnya minat pelajar di dalam bidang bioproses, yang sepatutnya telah lebih terbuka luas disebabkan oleh permintaan bidang ini yang kian meningkat naik. Perkara ini dilihat boleh menjadi asas di peringkat jabatan untuk mempromosi dan menerapkan lagi kefahaman tentang bidang bioproses berbanding dua lagi bidang iaitu kejuruteraan sistem proses dan proses industri, yang telah dikenali dengan meluas sejak sekian lama. Ini ditambahkan lagi dengan kehendak industri dan polisi kerajaan yang juga terarah kepada bidang bioproses selain IR 4.0 yang memerlukan bidang bioproses ini dilengkapi dengan tenaga mahir yang mencukupi. Peningkatan keberkesanan pengajaran dan bahan mengajar ke arah yang lebih baik bagi bidang-bidang kejuruteraan kimia yang terkini seperti bioproses/bioteknologi boleh membantu di dalam memupuk minat terhadap bidang ini. Selain itu, peranan industri di dalam menyediakan platform kepada pelajar bagi menjalani latihan praktikal yang bersesuaian dan kerjasama penyelidikan di dalam bidang-bidang ini diyakini akan menambahkan lagi minat pelajar di dalam bidang bioproses ini.

5.0 PENGHARGAAN

Setinggi penghargaan ditujukan kepada projek penyelidikan di bawah geran Dana FRGS/1/2018/TK02/UKM/02/2 tajaan MOSTI. Begitu juga dengan Dana Impak Perdana, DIP/2019/012 yang telah dianugerahkan oleh UKM bagi menaja kerja penyelidikan ini. Penulis juga ingin merakamkan penghargaan kepada ahli Jabatan Kejuruteraan Kimia & Proses di atas kerja-kerja membangunkan struktur program kejuruteraan kimia yang terbaik kepada pelajar.

6.0 RUJUKAN

ABET (2014) *Criteria For Accrediting Engineering Programs*. E. A. Commission. United States of America.

American Institute of Chemical Engineers (AIChE) (2015) *Chemical Engineering Academia-*

Industry Alignment: Expectations about New Graduates, Research Report Funded by National Science Foundation (NSF).

Buku Panduan Prasiswazah Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina Sesi Akademik 2012-2013, (2012), Hakcipta Universiti Kebangsaan Malaysia, PENERBIT UKM.

Buku Panduan Prasiswazah Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina Sesi Akademik 2016-2017, (2016), Hakcipta Universiti Kebangsaan Malaysia, PENERBIT UKM.

Carew, A. L. & P. Cooper (2011) *Engineering curriculum review: processes, frameworks and tools*. European Society of Engineering Education: 1007.

Dasar Bioteknologi Negara (NBP) 2005 – 2020, Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change (MESTECC), Malaysia.

Hedges, M.R., Pacheco, G.A., & Webber, D.J., (2014) *What determines students' choices of elective modules?*, International Review of Economics Education, 1-21.

Good T.L., Wiley C.R.H., & Florez I.R. (2009) *Effective Teaching: an Emerging Synthesis*. In: Saha L.J., Dworkin A.G. (eds) International Handbook of Research on Teachers and Teaching. Springer International Handbooks of Education, Springer, Boston, MA.

Ministry of Science Technology & Innovation, 28 April 2005, *Biotechnology for Wealth Creation and Social Well Being – The Way Forward*. National Biotechnology Policy.

Ray, S., & Sharma, A. (2011). A collaborative filtering based approach for recommending elective courses. In *International Conference on Information Intelligence, Systems, Technology and Management*, Springer, Berlin, Heidelberg.

Rohani, R., Rosli, M.I., Othman, N.A., Takriff, M.S. & Abdullah, S.R.S. (2016) *Market Survey For The Requirement Of The Chemical & Biochemical Engineers In Industries: Way To Strengthen The Chemical & Biochemical Engineering Undergraduates Curriculum*, K-NOVASI P&P UKM 2016, DECTAR, UKM Bangi, Selangor, Malaysia.

Thonglek, S. (2015) *Maximising stakeholders' benefits of work integrated learning programs: schools of chemical engineering*. PhD Thesis, The University of Queensland.

Ulusoy, Y. Ö., Dağ, F., Fidan, D., Sahranç, Ü., İnan, B. & Güllü, D. (2012) Student Opinions About Elective Courses in Changing Education: The Example Of Kocaeli University Faculty Of Education, *Journal Of Educational And Instructional Studies In The World* 2(4), 135-142.

Callister, J.W.D. (2000). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.

Khataee, E. & Davoudi M. (2018). The role of cultural schemata in inferential reading comprehension: An investigation in the Iranian EFL context. *Asean Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 10(2), 11 – 27.

Zainol, M.M., Amin, N.A.S. & Asmadi, M. (2017). Preparation and characterization of impregnated magnetic particles on oil palm frond activated carbon for metal ions removal. *Sains Malaysiana*, 46(5), 773-782.