

## **Program Kejuruteraan Kimia** *Programme of Chemical Engineering*

### **Pengenalan/ Introduction**

Program Kejuruteraan Kimia menawarkan dua pengkhususan Ijazah Sarjanamuda Kejuruteraan iaitu Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Biokimia sejak Jabatan ini ditubuhkan pada 1984 apabila Fakulti diwujudkan di Universiti Kebangsaan Malaysia.

Kejuruteraan Kimia secara langsung terlibat dalam pemprosesan bahan mentah kepada bahan berguna terutama sekiranya pemprosesan itu melibatkan perubahan keadaan, rencaman dan kandungan tenaga bahan yang diproses. Prinsip kimia, fizik dan matematik yang merupakan asas Kejuruteraan Kimia digunakan untuk memahami proses tindak balas kimia dalam reaktor dan proses pengangkutan dalam pemprosesan dan pemisahan. Prinsip ekonomi dan pengurusan pula melengkapkan lagi program Kejuruteraan Kimia.

Kejuruteraan Biokimia yang berasal daripada industri fermentasi menggunakan prinsip Kejuruteraan Kimia dalam pemprosesan bahan biologi dan biokimia. Bidang ini merangkumi pembiakan baka mikroorganisma, penggunaan enzim sebagai mangkin proses biologi dan biokimia, dan reka bentuk, pengoptimuman dan kawalan proses untuk proses biologi dan biokimia skala besar dan proses penghasilan barangan komersial seperti bahan makanan, bahan farmasi dan bahan biokimia industri umumnya.

Bermula dari sesi akademik 2015-2016, program Kejuruteraan Kimia telah distrukturkan semula di mana semua elemen Kejuruteraan Biokimia digabungkan ke dalam program ini. Hal ini dilaksanakan sejajar dengan keperluan akreditasi serta industri yang menghendaki graduan yang berpengetahuan luas mencakupi kedua-dua bidang. Ia juga sejajar dengan program Kejuruteraan Kimia yang rata-rata dilaksanakan di universiti-universiti terkemuka di dunia.

Selain itu, program pengajian juga telah distrukturkan supaya pelajar diberikan pendedahan luas serta mendalam dalam pengalaman reka bentuk, kerja industri serta penyelidikan. Pada akhir tahun ketiga, pelajar perlu menjalani latihan industri. Projek penyelidikan pula dilakukan pada semester VII dan VIII. Pada tahun akhir pelajar perlu menyempurnakan projek reka bentuk keseluruhan loji. Asas yang kuat serta pendedahan praktikal ini dipercayai akan menghasilkan jurutera yang berwibawa. Struktur kurikulum telah dirancang dengan teliti supaya pelajar memperolehi pengetahuan yang secukupnya untuk melakukan Projek Reka Bentuk Loji Proses pada Semester VIII. Pelajar mengguna perisian computer seperti Aspentech ®, iCON ® dan Superpro ® untuk membantu mereka dalam Projek Reka Bentuk.

## **Objektif Pembelajaran Program (PEO)**

### **PEO1**

Jurutera/Arkitek yang mempunyai sahsiah dan etika, serta profesionalisma yang tinggi dan menyumbang kepada Aspirasi Kebangsaan.

*Engineer / Architect who has character and ethics, as well as high professionalism and contributes to the National Aspirations*

### **PEO2**

Jurutera/Arkitek yang kompeten dalam amalan bidang masing-masing bersesuaian dengan keperluan semasa dan masa depan.

*Engineer / Architect who is competent in respective engineering practices that meets current and future needs.*

### **PEO3**

Jurutera/Arkitek yang mempunyai daya kreatif dan inovatif, ciri keusahawanan dan sifat kepimpinan yang bersifat global.

*Engineer / Architect who has a creative and innovative, entrepreneurial and leadership qualities that are global.*

## **Hasil Pembelajaran Program (HPP) Program Outcome (PO)**

**HPP1 - Ilmu Kejuruteraan** - Aplikasi ilmu dalam matematik, sains, asas kejuruteraan dan pengkhususan kejuruteraan dalam memberi penyelesaian masalah kejuruteraan yang kompleks.

*PO1 - Engineering Knowledge - Apply knowledge of mathematics, science, engineering fundamentals and an engineering specialisation to the solution of complex engineering problems.*

**HPP2 - Analisis Masalah** - Mengenal pasti, merumuskan, mengkaji literatur dan menganalisis masalah kejuruteraan yang kompleks dengan mencapai kesimpulan yang dapat menyokong dengan menggunakan prinsip pertama matematik, sains tabii dan kejuruteraan sains.

**PO2 - Problem Analysis** - *Identify, formulate, research literature and analyse complex engineering problems reaching substantiated conclusions using first principles of mathematics, natural sciences and engineering sciences;*

**HPP3 - Reka bentuk/Pembangunan Penyelesaian** - Rekabentuk penyelesaian untuk masalah kejuruteraan yang kompleks dan sistem reka bentuk, komponen proses yang menepati keperluan spesifik dengan pertimbangan yang bersesuaian bagi kesihatan awam dan keselamatan, budaya, kemasyarakatan dan alam sekitar.

**PO3 - Design/Development of Solutions** - *Design solutions for complex engineering problems and design systems, components or processes that meet specified needs with appropriate consideration for public health and safety, cultural, societal, and environmental considerations;*

**HPP4 - Penyiasatan** - Menjalankan penyiasatan terhadap masalah kejuruteraan yang kompleks menggunakan kaedah ilmu asas penyelidikan termasuk reka bentuk uji kaji, analisis dan tafsiran data, sintesis maklumat untuk memberikan kesimpulan yang sah.

**PO4 - Investigation** - *Conduct investigation into complex problems using research based knowledge and research methods including design of experiments, analysis and interpretation of data, and synthesis of information to provide valid conclusions;*

**HPP5 - Penggunaan Alatan Moden** - Mencipta, memilih dan mengaplikasikan teknik, sumber, dan alatan kejuruteraan dan teknologi maklumat yang moden, termasuk ramalan dan model, kepada masalah kejuruteraan yang kompleks dengan memahami hadnya.

**PO5 - Modern Tool Usage** - *Create, select and apply appropriate techniques, resources, and modern engineering and IT tools, including prediction and modelling, to complex engineering problems with an understanding of the limitations.*

**HPP6 - Jurutera dan Masyarakat** - Mengaplikasikan pemikiran yang dimaklumkan dari konteks ilmu untuk menilai isu-isu kemasyarakatan, kesihatan, keselamatan, perundangan dan budaya serta tanggungjawab berkaitan yang relevan kepada profesional amalan kejuruteraan dan penyelesaian kepada permasalahan yang kompleks.

***PO6 - The Engineer and Society*** - *Apply reasoning informed by contextual knowledge to assess societal, health, safety, legal and cultural issues and the consequent responsibilities relevant to professional engineering practice and solutions to complex engineering problems;*

**HPP7 - Alam Sekitar dan Kelestarian** – Memahami dan menilai kemampuan dan kesan dari kerja profesional kejuruteraan dalam penyelesaian untuk masalah kejuruteraan yang kompleks dalam konteks masyarakat dan persekitaran.

***PO7 - Environment and Sustainability*** - *Understand and evaluate the sustainability and the impact of professional engineering work in the solution of complex engineering problems in societal and environmental contexts.*

**HPP8 - Etika** - Aplikasi prinsip etika dan komitmen terhadap etika professional serta tanggung jawab dan norma amalan kejuruteraan yang menyumbang kepada Aspirasi Kebangsaan.

***PO8 - Ethics*** - *Apply ethical principles and commit to professional ethics & responsibilities and norms of engineering practice and contribute to the National Aspirations*

**HPP9 - Komunikasi** - Berkomunikasi secara efektif berkaitan aktiviti kompleks bersama komuniti kejuruteraan dan keseluruhan masyarakat, seperti berkeupayaan untuk memahami dan menulis laporan yang efektif serta mereka bentuk dokumen, melakukan pembentangan yang efektif, serta memberi dan menerima arahan.

***PO9 - Communication*** - *Communicate effectively on complex engineering activities with the engineering community and with society at large, such as being able to comprehend and write effective reports and design documentation, make effective presentations, and give and receive clear instructions.*

**HPP10 - Individu dan Kerja Berpasukan** - Berfungsi secara efektif sebagai individu, dan sebagai ahli atau ketua dalam pelbagai kumpulan dan pelbagai disiplin.

***PO10 - Individual and Team Work*** - Function effectively as an individual, and as a member or leader in diverse teams and in multi-disciplinary settings.

**HPP11 - Pembelajaran Sepanjang Hayat** - Mengenal pasti keperluan dan persediaan serta keupayaan untuk melibatkan diri secara bebas dalam pembelajaran sepanjang hayat dalam konteks yang luas merangkumi perubahan teknologi.

***PO11 - Life Long Learning*** - Recognise the need for, and have the preparation and ability to engage in independent and life-long learning in the broadest context of technological change.

**HPP12 - Pengurusan Projek dan Kewangan** - Mendemonstrasikan ilmu dan pemahaman prinsip pengurusan kejuruteraan dan membuat keputusan secara berekonomi serta aplikasi terhadap tugas yang diberi, sebagai ahli atau ketua kumpulan, untuk mengurus projek dan dalam persekitaran yang pelbagai disiplin.

***PO12 - Project Management and Finance*** - Demonstrate knowledge and understanding of engineering management principles and economic decision-making and apply these to one's own work, as a member and leader in a team, to manage projects and in multidisciplinary environments.

**Struktur Kursus Kejuruteraan Kimia**  
**Course Structure Chemical Engineering**

Semester	Kod Kursus/ <i>Course Code</i>	Kategori/ <i>Category</i>	Nama Kursus / <i>Course Titles</i>
I	KKKQ1123	WF	Matematik Kejuruteraan I (Kalkulus Vektor) <i>Engineering Mathematics I (Vector Calculus)</i>
	KKKR1113	C5	Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia <i>Elementary Skills of Chemical Engineering</i>
	KKKR1123	WJ	Prinsip Kejuruteraan Kimia <i>Chemical Engineering Principles</i>
	KKKR1133	WJ	Kimia Fizik untuk Jurutera <i>Physical Chemistry for Engineers</i>
	LMCE1042 LMCE1062 LMCE1072 LMCE1082	C2	<i>Breakthrough English (MUET Band 1 &amp; 2)</i> <i>Academic Interactions (MUET Band 3)</i> <i>Academic Literacy (MUET Band 4)</i> <i>Page To Stage (MUET Band 5 &amp; 6)</i>
	LMCK1621	CK	Etika dan Profesional <i>Ethical dan Profesional</i>
	Mana-mana Kursus Citra Luar	C6	Citra Kekeluargaan, Kesihatan dan Gaya Hidup (Kursus Luar Fakulti)
II	KKKQ1223	WF	Matematik Kejuruteraan II (Aljabar Linear) <i>Engineering Mathematics II (Linear Algebra)</i>
	KKKR1213	WJ	Kimia Organik untuk Jurutera <i>Organic Chemistry for Engineers</i>
	KKKR1233	WJ	Sains dan Kejuruteraan Bahan <i>Material Science and Engineering</i>
	KKKR1253	WF	Termodinamik Kejuruteraan Kimia I <i>Chemical Engineering Thermodynamics I</i>
	LMCE1052	C2	<i>Bridging English (MUET Band 1 &amp; 2)</i>
	LMCW1022	CW	Asas Keusahawanan dan Inovasi <i>Entrepreneurship and Innovation Base</i>

III	KKKQ2123	WF	Matematik Kejuruteraan III (Persamaan Kebezaan) <i>Engineering Mathematics III (Differential Equation)</i>
	KKKR2311	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia I <i>Chemical Engineering Laboratory I</i>
	KKKR2323	WJ	Biologi Sel untuk Jurutera <i>Cell Biology for Engineers</i>
	KKKR2363	WJ	Mekanik Bendalir <i>Fluid Mechanics</i>
	KKKR2383	WJ	Termodinamik Kejuruteraan Kimia II <i>Chemical Engineering Thermodynamics II</i>
	LMCW2173/ LMCMXXX3	CW	Hubungan Etnik-Warganegara <i>Ethnic Relation</i> Bahasa Melayu Komunikasi 2 - Bukan Warganegara
IV	KKKQ2023	C3	Statistik Kejuruteraan <i>Engineering Statistics</i>
	KKKR2411	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia II <i>Chemical Engineering Laboratory II</i>
	KKKR2422	WJ	Pengenalan Kepada Pengaturcaraan Komputer <i>Introduction to Computer Programming</i>
	KKKR2463	WJ	Pemindahan Haba dan Jisim <i>Heat and Mass Transfer</i>
	KKKR2473	WJ	Kejuruteraan Tindak balas Kimia I <i>Chemical Reaction Engineering I</i>
	LMCW2022	CW	Pengurusan dan Analitik Data <i>Data Management and Analytic</i>
	LMCW2163/ LMCWXXX3	CW	Tamadun Islam dan Tamadun Asia- Warganegara <i>Islamic and Asian Civilisation</i> Pengajian Malaysia 3-Bukan Warganegara

V	KKKF3283	C1	Etika Kejuruteraan dan Perkembangan Teknologi <i>Engineering Ethics and Technological Advancement.</i>
	KKKR3522	WJ	Pengkomputeran Kejuruteraan Kimia <i>Chemical Engineering Computation</i>
	KKKR3523	WJ	Kejuruteraan Tindak Balas Kimia II <i>Chemical Reaction Engineering II</i>
	KKKR3531	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia III <i>Chemical Engineering Laboratory III</i>
	KKKR3543	WJ	Proses Pemisahan I <i>Separation Processes I</i>
	KKKR3743	WJ	Reka Bentuk Loji Terbantu Komputer <i>Computer Aided Plant Design</i>
	LMCE1072 LMCE2082 LMCE2092	C2	<i>Academic Literacy (MUET Band 1 &amp; 2)</i> <i>Pro Talk English (MUET Band 3)</i> <i>Speak To Persuade (MUET Band 4)</i>
VI	KKKF3103	WF	Pengurusan Projek <i>Project Management</i>
	KKKR3632	WJ	Makmal Bersepadu <i>Integrated Laboratory (iLab©)</i>
	KKKR3713	WJ	Dinamik dan Kawalan Proses <i>Process Dynamics and Control</i>
	KKKR3723	WJ	Reka Bentuk Utiliti dan Bekas Tekanan <i>Utility and Pressure Vessel Design</i>
	KKKR3733	WJ	Proses Pemisahan II <i>Separation Processes II</i>
	KKKR3583	WJ	Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekular <i>Biochemistry And Biomolecular Engineering</i>
Intersesi	KKKF3066	WF	Latihan Industri <i>Industrial Training</i>



VII	KKKR4742	WJ	Projek Ilmiah I <i>Research Project I</i>
	KKKR4743	WJ	Keselamatan Industri <i>Industrial Safety</i>
	KKKR4752	C4	Analisis Ekonomi Proses <i>Analysis of Process Economic</i>
	KKKR4873	WJ	Kawalan Pencemaran dan Pengeluaran Bersih <i>Pollution Control and Cleaner Production</i>
	KKKR4774	WJ	Projek Reka Bentuk Loji Proses I <i>Process Plant Design Project I</i>
	KKKR4793	WJ	Reka Bentuk Loji Proses <i>Process Plant Design</i>
VIII	KKKR4852	WJ	Projek Reka Bentuk Loji Proses II <i>Process Plant Design Project II</i>
	KKKR4853	WJ	Pemodelan Proses dan Simulasi Berangka <i>Process Modeling and Numerical Simulation</i>
	KKKR4874	WJ	Projek Ilmiah II <i>Research Project II</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif I <i>Elective I</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif II <i>Elective II</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif III <i>Elective III</i>
	LMCE3051 LMCE3061 LMCE3071	C2	<i>Let's Get Talking (MUET Band 1 &amp; 2)</i> <i>Corporate Storytelling (MUET Band 3)</i> <i>Professional Communication (MUET Band 4)</i>
<b>Kod Kursus</b> <b>Course Code</b>			<p><b>Kursus Elektif</b> <i>Elective Course</i></p> <p>(Setiap pelajar perlu memilih tiga kursus elektif di dalam satu modul pilihan kecuali kursus elektif berkenaan topik kursus) <i>(Each student should select three elective courses within a chosen module except the elective) course on special topics)</i></p> <p><b>Modul Elektif Bioproces</b> <b><i>Bioprocess Elective Module</i></b></p>

KKKR5812	Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan <i>Advanced Cell and Microbial Biotechnoogy</i>
KKKR5822	Teknologi Biofarmaseutikal <i>Biopharmaseutical Technology</i>
KKKR5832	Pembuatan Biokimia <i>Biochemical Manufacturing</i>
KKKR5842	Kejuruteraan Bioreaktor <i>Bioreactor Engineering</i>
<b>Modul Elektif Kejuruteraan Proses</b> <b><i>Process Engineering Elective Module</i></b>	
KKKR5852	Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia <i>Artifical Intelligence in Chemical Engineering</i>
KKKR5862	Kejuruteraan Sistem Proses <i>Process System Engineering</i>
KKKR5872	Kawalan Proses Lanjutan <i>Advanced Control Process</i>
KKKR5882	Kelestarian Proses <i>Process Sustainability</i>
<b>Modul Elektif Proses Industri</b> <b><i>Process Industry Elective Module</i></b>	
KKKR5892	Sains dan Kejuruteraan Membran <i>Membrane Science and Engineering</i>
KKKR5912	Proses dan Pengendalian Zarah <i>Particle Handling and Processing</i>
KKKR5922	Proses Petrokimia <i>Petrochemical Processes</i>
KKKR5932	Kejuruteraan Makanan <i>Food Engineering</i>
KKKR5942	Kejuruteraan Plastik <i>Plastic Engineering</i>
KKKR5952	Kaedah Instrumentasi Kimia <i>Chemical Instrumentation Methods</i>
KKKR5962	Toksikologi Industri <i>Toxicological Industry</i>
<b>Elektif Tambahan</b> <b><i>Additional Elective</i></b>	
KKKR5972	Topik Khusus Untuk Kejuruteraan Kimia <i>Special Topics in Chemical Engineering</i>

**Kategori/Category :**

- WU - Kursus Wajib Universiti/ *University Courses*
- WF - Kursus Wajib Fakulti / *Faculty Courses*
- WJ - Kursus Wajib Jabatan / *Department Courses*
- P - Kursus Pilihan / *Elective Courses*
- CK - Kursus CITRA Kompetensi / *CITRA Competency Course*
- CW - Kursus CITRA Wajib / *CITRA Compulsory Course*
- C1-C6 - Kursus CITRA Rentas / *CITRA General Education*

## **Kursus Silibus/ Courses Syllabus**

### **KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia *Elementary Skills of Chemical Engineering***

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar kepada kemahiran-kemahiran asas dalam pembelajaran sebagai pelajar kejuruteraan kimia. Pelajar akan didedahkan dengan elemen-elemen Revolusi Industri 4.0 khususnya dalam sektor kejuruteraan. Pelajar akan mengaplikasi perisian-perisian kejuruteraan yang asas seperti Microsoft EXCEL, Microsoft VISIO dan DraftSight/AutoCAD sebagai bantuan dalam proses reka bentuk kejuruteraan kimia. Perkomputeran dan kaedah analisis masalah kejuruteraan akan ditunjukkan menggunakan Microsoft EXCEL. Teknik melukis lukisan kejuruteraan kimia standard seperti rajah alir proses (PFD), rajah paip dan instrumentasi (PID) dan simbol standard akan ditunjukkan menggunakan Microsoft VISIO. Kaedah lukisan mekanikal lengkap unit proses kejuruteraan kimia akan dijelaskan dan teknik menggunakan perisian DraftSight/AutoCAD akan diperkenalkan kepada pelajar.

*This course aims to introduce students to the basic skills to become a chemical engineering student. Students will be exposed with Industrial Revolution 4.0 especially in engineering sector. Students will apply to software engineering fundamentals such as Microsoft EXCEL, Microsoft VISIO and DraftSight / AutoCAD as design tools in chemical engineering design processes. Computing and engineering problems analytical methods will be demonstrated using Microsoft EXCEL. Drawing techniques such as chemical engineering standard process flow diagram (PFD), pipes and instrumentation diagram (PID) and standard symbols will be exposed using Microsoft VISIO. Detailed mechanical drawings of chemical engineering unit processes and the drawing techniques using DraftSight / AutoCAD will be introduced to students.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
***Pre-Requisite (if any) :*** *None*

**Bacaan Asas:**

***References:***

- Law, V.J. 2013. *Numerical methods for chemical engineers using Excel, VBA, and MATLAB*. Boca Raton: CRC Press.
- Billo E.J. 2008. *EXCEL for Scientists and Engineers: Numerical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Dix, M. and Riley, P. 2008. *Discovering AutoCAD 2008*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jensen C., Hales J. D. and Short D. R. 2008. *Engineering Drawing and Design*. Ed. ke-7. Mc Graw-Hill Boston.
- Giesecke, F. E., Hill, I. L., Spencer, H. C., Mitchell, A., Dygdon, J. T., Novak, J. E. And Goodman, M. 2016. *Technical Drawing with Engineering Graphic*. New Jersey: Prentice Hall. Munson, B.R.
- Graduate Centre Universiti Kebangsaan Malaysia 2015. *The UKM Thesis Style Guide*. Bangi, Pusat Pengurusan Siswazah.

**Hasil Pembelajaran**

***Course Outcomes***

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Menerangkan unit proses asas dan lukisan Kejuruteraan Kimia. <i>Explain the chemical engineering processes units and drawing.</i>
2	Mengaplikasi perisian EXCEL dan WORD bagi menyediakan laporan teknikal. <i>Apply EXCEL and WORD softwares for technical report preparation.</i>
3	Mengaplikasi VISIO bagi melukis PFD dan P&ID. <i>Apply VISIO for drawing PFD and P&amp;ID.</i>
4	Mengaplikasi perisian CAD bagi melukis unit proses Kejuruteraan Kimia. <i>Apply CAD software for drawing chemical engineering process unit.</i>

**KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia**  
***Chemical Engineering Principles***

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan prinsip asas kejuruteraan kimia/biokimia. Kursus ini membincang tentang unit dan matra, unit proses dan pembolehubah proses kimia/biokimia, keabadian bahan dan tenaga, penyelesaian sistem persamaan linear berbilang, imbalan bahan sistem kimia/biokimia tidak

bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit tunggal, imbangan jisim sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit berbilang dengan aliran kitaran semula, pembersihan dan pirau, imbangan tenaga sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit tunggal, imbangan tenaga sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit berbilang dengan aliran kitaran semula, pembersihan dan pirau dan imbangan bahan dan tenaga pada keadaan tidak mantap.

*The aim of the course is to introduce the fundamental principles of chemical/biochemical engineering. The course discusses unit and dimensions, chemical/biochemical process units and process variables, conservation of material and energy, solution of multiple linear equation system, material balance of non-reactive and reactive biochemical/chemical system on single process units, material balance of non-reactive and reactive biochemical/chemical system on multiple process units with recycle, purge and bypass streams, energy balance of non-reactive and reactive biochemical/chemical system on single process units, energy balance of non-reactive and reactive biochemical/chemical system on multiple process units with recycle, purge and bypass streams and material and energy balances at unsteady-state.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any) :** None

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Ghasem, N. & Henda, R. 2014. *Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances*, Ed. ke-2, Boca Raton: CRC Press.
- Felder, R. M. & Rousseau, R. W. Bullard L.G.2015. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Ed. ke 4, New York: John Wiley.
- Himmelblau, D. 2012. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*, Ed. ke 8, Engglewood Cliffs: Prentice-Hall.
- AkramChe Ayub. 1989. *Pengenalan Kepada Kejuruteraan Kimia*. Kuala Lumpur:Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Reklaitis, G. V. 1983. *Introduction to Material and Energy Balances*. New York: John Wiley.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Menjelaskan prinsip asas kejuruteraan kimia: unit dan matra, unit proses dan pembolehubah proses kimia/biokimia, keabadian bahan dan tenaga. <i>Describe the fundamental principles of chemical engineering: units and dimensions, chemical/biochemical process units and process variables, conservations of material and energy.</i>
2	Menyelesaikan imbangan bahan bagi sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau. <i>Solve materials balance of non-reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass.</i>
3	Menyelesaikan imbangan bahan untuk sistem kimia/biokimia dengan tindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau. <i>Solve materials balance of reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass.</i>
4	Menyelesaikan imbangan tenaga untuk sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau. <i>Solve energy balance of non-reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass.</i>
5	Menyelesaikan imbangan tenaga untuk sistem kimia/biokimia bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau. <i>Solve energy balance of reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass.</i>
6	Menjelaskan tentang imbangan bahan serta tenaga pada keadaan tidak mantap. <i>Describe material and energy balance at unsteady-state.</i>

### **KKKR1133 Kimia Fizik untuk Jurutera** ***Physical Chemistry for Engineers***

Kursus ini akan memperkenalkan konsep asas dalam Kimia Fizik dan penggunaannya dalam kejuruteraan kimia. Pelajar akan diterangkan asas utama setiap topik penting diikuti dengan perbincangan dan contoh kegunaannya dalam industri proses kimia. Topik utama yang akan dibincang termasuk termokimia, keseimbangan kimia, gambarajah fasa dan kestabilan realtif pepejal, cecair dan gas, larutan unggul dan nyata, larutan elektrolit, sel elektrokimia, bateri dan sel fuel dan di akhiri dengan kinetik kimia dan kimia permukaan serta koloid.

*The aim of this course is to introduce the basic concepts of involved in Physical Chemistry and the importance plus its applications in chemical engineering. Students will be explained to the basics of each related main topic followed by detailed discussions, examples of the applications in the process industries fol-*

low by the discussions of various selected questions related to the topic being discussed. The main topics discussed include thermodynamics and thermochemistry, relationships of ideal and real gases, chemical equilibria, theory and applications of phases and solutions, phase equilibria, electrolyte solutions, electrochemical cells, fundamental of chemical kinetics plus introduction to surface chemistry and colloids.

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any) :** None

### Bacaan Asas:

#### References:

- Atkins, P and de Paula, J. 2014. *Physical Chemistry, 10th edition*, New York: Oxford University Press.
- Teixeira-Dias, José J. C. 2017. *Molecular Physical Chemistry: A Computer-based Approach using Mathematica® and Gaussian*, Springer International Publishing Switzerland.
- Vipul, M. 2018. *Wileys Physical Chemistry for JEE (Main and Advanced)*, New Jersey: John Wiley.
- Laidler K. J., Meiser J. H. and Sanctuary, B. 2003. *Physical Chemistry, 4th edition*, Boston: Houghton Mifflin Company.
- Silbey, R. J., Alberty, R. A. and Bawendi, M. G. 2005. *Physical Chemistry, 4th edition*, New Jersey: John Wiley.

### Hasil Pembelajaran

#### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan prinsip-prinsip asas kimia fizik dalam proses kimia, seperti Teori Kinetik Gas. <i>Explain the applications of basic principles of physical chemistry in chemical processes, exp: Kinetic Theory of Gases.</i>
2	Mengaitkan tindakbalas yang terlibat dengan data-data termokimia. <i>Relate the reaction involve with the thermochemistry data</i>
3	Membincangkan konsep keseimbangan kimia dalam proses keadaan mantap. <i>Discuss chemical equilibrium concepts in steady state processes.</i>

4	Mengenalpasti konsep keseimbangan fasa kimia, gambarajah fasa, teori larutan dan kestabilan relatif dalam keadaan keseimbangan. <i>Identify the basic chemical phase equilibrium, phase diagrams, solution theories and relative phase stability in the equilibrium state.</i>
5	Mengira ion yang terkandung dalam larutan elektrolit dan sistem sel elektrokimia dalam sistem proses keadaan mantap. <i>Calculate the basic ions present in the electrolyte solutions and electrochemical cell system in the steady state processes.</i>
6	Menerang dan menggunakan pengetahuan asas berkaitan sel elektrokimia, bateri dan sel bahan api dalam proses penjanaan kuasa elektrokimia. <i>Explain and apply the basic knowledge of electrochemical cells, batteries and fuel cell as some of the processes in generating electrochemical power.</i>
7	Memahami konsep kimia permukaan, pemangkinan dan koloid dalam proses kimia. <i>Understanding in basics of surface chemistry, catalysis and colloids in a chemical process.</i>

### **KKKR1213 Kimia Organik untuk Jurutera/ Organic Chemistry for Engineers**

Objektif kursus ini ialah untuk mengajar konsep-konsep kimia organik dan proses industri. Topik penting dalam kursus ini ialah prinsip pembentukan sebatian yang terdiri daripada karbon, hidrogen oksigen dan atom-atom lain. Perwakilan sebatian karbon-hidrogen adalah alkana, alkena, alkuna, dan aromatik sebagai hidrokarbon. Kumpulan berfungsi penting seperti alkil halida, alkohol, eter, aldehida, ketone, amina, dan asid karboksilik berserta sifat fizik dan struktur molekul masing-masing. Asas kepada berlakunya tindak balas dan pembentukan hasil baru, dan proses industri bagi beberapa contoh yang berkaitan.

*This course consolidates the accumulated knowledge of fundamental class and mane of organic chemicals. The chemical reaction and synthesis of organic materials is well discussed though out this course. Student can learn how to conduct chemical reaction involves organic synthesis. Student can understand substitution reaction of alcohols and halides. Chemistry of aromatic and chemicals from benzene is presented. Aromatic substitution reaction, aromatic synthesis and industrial of chemicals is covered in this course.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any) :** None

**Bacaan Asas:**  
**References:**

Bruice, P. Y. 2017. *Organic Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, 8th Ed.  
Brown, W. H. & Iverson, B. L. 2013. *Organic Chemistry, 7th Edition*, Brooks/Cole, Belmont, CA.



- Haider, S. N. 2014. *Fundamentals of Organic Chemistry, 4th Edition*. S. Chand & Company Ltd.
- John McMurry 2008, *Organic Chemistry, 7th Ed. Thomson, Brooks Cole Publishing Company*, Pacific Grove, CA.
- Wade L.G. JR., 2006, *Organic Chemistry, Upper Saddle River, Prentice Hall*
- Graham Solomons, T. W. & Fryhle, C. B. 2000. *Organic Chemistry*. Ed. ke 7. New York: John Wiley.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course outcomes (CO)
1	Menerangkan kelas-kelas sebatian organik melalui kumpulan berfungsi <i>Explain the classification of organic compound through the functional group and the method of nomenclature.</i>
2	Menjelaskan mekanisma pembentukan sebatian-sebatian organik. <i>Justify the mechanism of organic compound formation.</i>
3	Meneliti kesan parameter-parameter dalam tindakbalas organik. <i>Examine the effect of parameters in the organic reaction.</i>
4	Menganalisis masalah dalam sistem sintesis sebatian organik. <i>Analyse the problems in organic compound synthesis.</i>
5	Mengategorikan proses yang melibatkan tindakbalas organik dalam industri <i>Categorize the process that involves organic reaction in industry</i>

## KKKR1233 Sains dan Kejuruteraan Bahan

### Material Science and Engineering

Kursus ini memperkenalkan pelajar kepada teori asas sains and kejuruteraan bahan yang digunakan secara meluas dalam kejuruteraan. Ianya menekankan pemahaman terhadap struktur atom dan ikatan dalam pepejal, percirian zarah, sifat-sifat mekanik logam seperti ubah bentuk anjal dan ubah bentuk plastik, juga beberapa faktor reka bentuk dan keselamatan untuk memilih bahan yang sesuai, bagi kegunaan di dalam bidang kejuruteraan. Para pelajar juga didedahkan kepada sifat-sifat dan pemprosesan aloi logam, seramik dan polimer. Penggunaan bio-bahan dan bahan termaju yang digunakan dalam teknologi termaju seperti perubatan dan teknologi nano dibincangkan. Pengetahuan berkenaan bahan komposit juga dibincangkan dari segi sifat-sifatnya dan cara pemprosesan. Disamping itu juga, konsep asas pengaratan dan nyah degradasi bahan akan diberi penekanan, dan juga cara-cara melindungi dan mengurangkan proses tersebut dari berlaku.

*This subject introduces students to the theory of material science and engineering. It focuses on understanding the atomic structure and bonding in solid, particle characterization, the mechanical properties of metal such as the elastic and plastic deformation, and also some design and safety factors to select proper material for engineering application. Students also will be exposed to the properties and processing of metal alloys, ceramics and polymers. Applications of biomaterial and advance materials are highlighted, and the materials used in emerging technologies such as biomedic and nanotechnology are discussed. The knowledge on composite materials is also highlighted in terms of its properties and processing. Besides that, students will learn on corrosion and degradation process of materials, and how to prevent and reduce its occurrence.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any):** None

**Bacaan Asas:**  
**References:**

- Askeland, D.R. & Wright, W.J. 2015. *The Science and Engineering of Materials. 6th ed.* Nelson Education.
- Towler G & Sinnott, R. 2013. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, 2nd ed.* Butterworth-Heinemann, USA.
- Callister W.D. & Rethwisch D.G. 2013. *Materials Science and Engineering: An Introduction. 9th ed.* New York: John Wiley.
- Schaffer J.P. et al. 1999. *The Science and Design of Engineering Materials. 2nd ed.* New York: WCB/McGraw Hill.
- Shackelford, J.F. 2015. *Introduction to Materials Science for Engineers. 8h ed.* Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Richard C. Progelhof and James L. Throne, *Polymer Engineering Principles, Hanser Publication, 1993.*

**Hasil Pembelajaran**  
**Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Membandingkan dan menganalisa prinsip asas yang berkaitan dengan kejuruteraan bahan. <i>Compare and analyse basic principles related to material engineering.</i>

2	Menganalisa struktur atom dan ikatan dalam pepejal bagi memahami kejuruteraan bahan. <i>Analyse atomic structure and atomic bonding in solids.</i>
3	Mengklasifikasikan percirikan zarah yang sesuai untuk aplikasi kejuruteraan. <i>Classify suitable particle characterization for engineering application.</i>
4	Membandingkan bahan yang bersesuaian untuk aplikasi kejuruteraan. <i>Compare proper material for engineering application.</i>
5	Menganalisis sifat-sifat bahan untuk aplikasi kejuruteraan. <i>Analyse properties of material in engineering application.</i>
6	Mengesyorkan beberapa cara melindungi sesuatu bahan daripada berkarat dan nyah degradasi dalam kegunaan kejuruteraan. <i>Suggest suitable methods on reducing and preventing corrosion and degradation of material in engineering application.</i>

### **KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I** ***Chemical Engineering Thermodynamics I***

Kursus ini bertujuan membina kefahaman menyeluruh tentang asas dan aplikasi dalam termodinamik klasik. Ia bermula dengan perbincangan terhadap konsep keadaan, sifat zat tulen, proses pertukaran fasa, rajah dan jadual sifat. Konsep haba, kerja dan bentuk tenaga lain, serta prinsip hukum pertama termodinamik untuk sistem tertutup akan diperkenalkan. Prinsip yang sama digunakan untuk analisa sistem terbuka bagi peranti-peranti kejuruteraan seperti turbin, pemampat, pam dan penukar haba. Pengenalan terhadap kitaran Carnot dan konsep ketakbolehbalikan dalam proses turut dibincangkan. Hukum kedua termodinamik dan konsep entropi seterusnya akan digunakan untuk menganalisis kecekapan terma bagi enjin haba dan pekali prestasi bagi pam haba dan refrigerator dalam kitaran Carnot, Rankine dan refrigerasi.

*The aim of this course is to develop the whole understandings on fundamentals and applications of classical thermodynamics. The course begins with the concepts of state, pure properties, phase change and property diagrams and tables. The concepts of heat, work and other forms of energy, and the first law of thermodynamics for closed systems will be introduced. With the same principle, it will be extended to open system devices, such as turbines, compressors, pumps and heat exchangers. Introduction to the Carnot cycle and the concept of irreversibility in processes will also be included. In addition, the second law of thermodynamics and the concept of entropy will be applied to analyse thermal efficiency of heat engines and the coefficient of performance for heat pumps and refrigerators in Carnot, Rankine and refrigeration cycles.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

**Pre-Requisite (if any) :***KKKR1123 Chemical Engineering Principles***Bacaan Asas:****References:**

- Cengel, Y. A. & Boles, M. A. 2018. *Thermodynamics - An Engineering Approach*. Ed. ke-9. New York: McGraw-Hill.
- Cengel, Y. A. & Boles, M. A. 2019. *Property Tables Booklet to accompany 9th ed. Thermodynamics - An Engineering Approach*. New York: McGraw-Hill.
- Moran, M. J. & Shapiro, H. N. 2018. *Fundamentals of engineering thermodynamics*. Ed. ke-9. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Borgnakke, C. & Sonntag, R. E. 2013. *Fundamentals of thermodynamics*. Ed. ke-8. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Cengel, Y. A. 2009. *Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer*. Ed. ke-3. New York: McGraw-Hill.
- Sonntag, R. E. & Borgnakke, C. 2007. *Introduction to Engineering Thermodynamics*. Ed. ke-2. New Jersey: John Wiley & Sons.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Menerangkan konsep asas termodinamik seperti suhu, tekanan, sistem, sifat, keadaan, proses, kitaran dan keseimbangan. <i>Explain the basic concepts of thermodynamics such as temperature, pressure, system, properties, process, state, cycles and equilibrium.</i>
2	Mengenal pasti sifat zat yang diperlukan berdasarkan rajah sifat dan mendapatkan data dari jadual sifat. <i>Identify the properties of substances on property diagrams and obtain the data from property tables.</i>
3	Mengira pemindahan tenaga melalui haba, kerja dan jisim bagi kedua-dua sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Calculate energy transfer through mass, heat and work for closed and control volume systems.</i>
4	Menganalisis Hukum Pertama Termodinamik dan Prinsip Keabadian Jisim kepada sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Analyse the first Law of Thermodynamics on closed and control volume systems.</i>
5	Mengaplikasi Hukum Kedua Termodinamik dan entropi dalam menganalisis kecekapan terma enjin haba dan prestasi pam haba dan refrigerator seperti Carnot, Rankine dan refrigerator melalui kitaran. <i>Apply Second Law of Thermodynamics and entropy concepts in analyzing the thermal efficiencies of heat engines in Carnot and Rankine cycles and the coefficients of performance for refrigerators and heat pumps.</i>

## **KKKR2311 Makmal Kejuruteraan Kimia I**

### ***Chemical Engineering Laboratory I***

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar dalam menjalankan ujikaji-ujikaji asas untuk bidang kejuruteraan kimia. Ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji asas dalam kimia organik dan fisikal,imbangan jisim dan haba, termodinamik, mekanik bendalir, mikrob dan kultur. Pelajar akan diajar cara menganalisa dan menulis laporan makmal.

*The purpose of this course is to train and thus, to expose the second year students on the ability to conduct a set of basic chemical engineering experiments. These experiments essentially involve the applications of physical and organic chemistry, mass and heat balances, chemical thermodynamics, as well as fluid mechanics with additional biochemical elements such as microb observation and cultivation. Students will also learn on how to analyse the experimental results and to present them in a written report.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any):** None

#### **Bahan Asas:**

#### **Reference:**

- Panduan Penulisan Tesis Gaya UKM, 2015. Edisi Semak Kedua, Pusat Siswazah, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ghasem D Najafpour, 2015. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Edisi kedua, Elsevier B. V. Netherlands.
- Geankoplis, C. J. 2014. *Transport processes and separation process principles*. Edisi keempat. Pearson Higher Ed, USA.
- Welty, J. R., Wicks, C. E., Wilso, R. E. & Rorrer, G. 2014. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer*. Edisi keenam. John Wiley, New York.
- Pfeiffer, W.S. 2013. *Technical Writing: A Practical Approach*. Edisi kelapan, New Jersey: Prentice Hall.

#### **Hasil Pembelajaran**

#### **Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Mengamalkan aspek-aspek keselamatan makmal. <i>Practise the lab safety aspects.</i>
2	Mengaitkan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Relate the concept/theory that has been learnt with the conducted experiment</i>

3	Menganalisis prosedur eksperimen dan perolehan data dan membentangkan keputusan yang diperolehi dalam bentuk jadual dan graf. <i>Analyse the experimental procedures and data acquirements, and tabulate and present the data in the form of tables, graphs.</i>
4	Menyatakan perancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan/ kaedah melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>State the plan and management of the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured.</i>
5	Mengaplikasi menggunakan kaedah statistik yang bersesuaian dalam pengumpulan dan analisis. <i>Apply the appropriate statistical method in collecting and analysing data.</i>
6	Menyimpulkan data dan perbincangan dalam laporan makmal, di samping pengurusan masa yang berkesan bagi menghantar laporan mengikut masa. <i>Conclude the data and discussion in a lab report with effective time management to submit the report within dateline.</i>
7	Mengorganisasi dan memupuk sifat kerjasama dalam kumpulan untuk analisis data dan memastikan ujikaji berjaya <i>Organize and promote co-operation in the team to carry out the data analyses while completing the lab task successfully.</i>

### **KKKR2323 Biologi Sel untuk Jurutera** ***Cell Biology for Engineers***

Kursus ini bertujuan untuk memberi pengetahuan dan kefahaman tentang prinsip asas dan aplikasi sel-sel biologi yang diperlukan oleh jurutera proses dalam industri bioteknologi dan bioproses, farmasiutikal, kimia dan persekitaran. Kursus ini menerangkan konsep asas biologi kehidupan yang terdiri daripada sel-sel prokariotik dan eukariotik. Ia meliputi prinsip-prinsip asas makromolekul komponen sel seperti berbagai jenis molekul gula, lipid, protein dan asid amino serta asid nukleik. Kefahaman juga akan diberikan tentang struktur dan fungsi utama komponen sel seperti membran, sistem pengangkutan dan pengisyaratan sel, kitar pembahagian sel, pengkulturan dan pertumbuhannya. Akhirnya, sistem sel dalam komuniti seperti tisu, sel asal dan kanser juga akan dibincangkan. Pelajar akan didedahkan kepada penggunaan kepelbagaian sel biologi tersebut dalam berbagai industri yang berkaitan.

*This course is aimed to provide knowledge and understanding, on basic principles and applications of biological cells for process engineers working in various industries, namely the biotechnology and bioprocess, chemical, pharmaceutical and environmental. The course will highlights concept of living biological cells which comprises of procaryotes and eucaryotes. These will include principles of macromolecule cell components, such as types of sugars, lipids, proteins and nucleik acids molecules. Student will be able to understand the main structure and functions of cell components such as membranes, transport and cell signalling system, cell division cycle, cultivation and growth. Finally cell system in community such as tissue, stem cell and cancer will be discussed. Sudent will be introduced to its various applications in relevant industries.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-requisite (if any):** None

**Bahan Asas:**

**References:**

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2015. *Molecular Biology of the Cell*. Ed ke-6. New York: Garland Science.
- Wilson, J., Hunt, T. 2014. *Molecular Biology of The Cell*. Ed. Ke-6 New York: Garland Science.
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2013. *Essential Cell Biology*. Ed ke-4. New York: Garland Science.
- Lodish, B., Kaiser, K., Bretscher, P., Amon, S.. 2012. *Molecular Cell Biology*. Ed ke-7. W.H. Freeman & Co.
- Shuler, M.L., Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering : Basic Concepts*. Ed ke-2, New Jersey : Prentice Hall.

**Hasil Pembelajaran**

**Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami kepelbagaian sel biologi; prokariot dan eukariot, struktur dan fungsi umum serta sistem pengkelasannya. <i>Understand the diversity of cell biology; procaryote and eucaryote, structure and general function as well as its classification system.</i>
2	Memahami prinsip-prinsip asas makromolekul, ikatan dan kumpulan kimia, komponen sel seperti jenis-jenis molekul gula, asid lemak dan lipid, protein dan asid amino serta nukleotida. <i>Understand basic principles of macromolecules, chemical bonds and groups, cell components such as types of sugars, fatty acids and lipids, protein and amino acids as well as nucleotides.</i>
3	Memahami struktur dan fungsi utama komponen sel seperti struktur membran, sistem pengangkutan dan pengisyaratan sel. <i>Understand structure and function of important cell components such as membrane structure, transport system and cell signaling.</i>
4	Memahami kitar pembahagian sel, pengkulturan dan analisis asas pertumbuhan dan penghasilan sel; termasuk prinsip asas pengendalian sel secara aseptik. <i>Understand cell division cycle, cultivation and cell growth; including concept of aseptic technique for practical cell handling.</i>
5	Menerangkan, memilih, mereka bentuk dan menganalisa keperluan nutrient berbeza-beza untuk jenis sel yang berlainan. <i>Describe, choose, design and analyse different nutrient requirements for different types of biological cells.</i>

6	<p>Menganalisis kepentingan sel biologi dalam proses penghasilan produk biokimia dan bahan biologi dalam industri.</p> <p>Understand the important role of biological cells in the production process valueable biochemical and biological substance in industries.</p>
---	---

### **KKKR2363 Mekanik Bendalir** ***Fluid Mechanics***

Kursus ini akan memberi tumpuan ke atas konsep fenomena pengangkutan khususnya terhadap prinsip asas pemindahan momentum dan imbangan momentum keseluruhan yang terlibat dalam mekanik bendalir. Perbincangan dimulakan dengan bendalir statik dan seterusnya bendalir dinamik yang melibatkan analisis perubahan bendalir kontinum dalam isipadu kawalan dan menggunakan persamaan kebezaan. Kursus juga akan memberi kefahaman dalam pengangkutan momentum samada dalam satu dimensi dan dua dimensi, pengangkutan aliran lamina dan gelora selain daripada pemahaman penggubalan dan penggunaan nombor tidak berdimensi. Aplikasi pengetahuan mekanik bendalir diterapkan melalui kefahaman terhadap prinsip asas pam emparan (alat bantuan pengalir), sistem aliran pam tertutup, pemampat udara, aliran adiabatik, aliran likat dan tak likat, aliran mampat dan tidak mampat. Juga menekankan aplikasi konsep mekanik bendalir di dalam fenomena pengangkutan dan pencampuran bahan pepejal.

*This course will focus on transport phenomena concept particularly on the principle of momentum transfer and overall momentum balance in fluid mechanics. It will begin with the discussions on fluid static and then followed by the dynamics of the fluid that involves the analysis of the differential continuity equation of fluid by control-volume approach and by using differential equations. The course will also emphasize on the one-dimensional and two-dimensional momentum transfer and the analysis of fluid element is carried out either in laminar or turbulent flow apart from instilling the understanding of the constitution and the usage of the dimensionless numbers. Also emphasizes the application concepts of the fluid mechanics and transport phenomena in solids mixing and conveying.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

#### ***Pre-Requisite (if any) :***

*KKKR1123 Chemical Engineering Principles*



**Bahan Asas:****References:**

- Bird, R.B., Stewart, W.E. and Lightfoot, E.N. 2007. *Transport Phenomena. 2nd Edition*. John Wiley, New York.
- Coulson J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., and Harker, J.H. 2007. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering vol.1*, 6th edition, Elsevier.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principles. 4th Edition*, Pearson Education International.
- Joel, L.P. 2014. *Transport Phenomena Fundamentals, 3rd Edition*. CRC Press.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. and Harriott, P. 2005. *Unit Operations of Chemical Engineering. 7th Edition*, McGraw-Hill International Edition.
- Ron D. and Raj P.C. 2016. *Chemical Engineering Fluid Mechanics. 3rd Edition*, CRC Press.
- Siti Masrinda T. and Siti Kartom K. 2008. *Teknologi Zarah*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Welty, J.R., Wicks, C.E., Wilson, R.E. and Rorrer, G. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer. 5th Edition*, John Wiley, New York.
- William, M.D. 2016. *Introduction to Chemical Engineering Fluid Mechanics*. Cambridge University Press.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan konsep pemindahan bendalir, bendalir statik dan asas bendalir dinamik. <i>Explain the concept on fluid transport properties, fluid statics and fundamentals of fluid dynamics.</i>
2	Menjelaskan Teorem Pemindahan Reynolds dan aplikasi dalam pengkamiran dan perbezaan imbangan momentum. <i>Clarify Reynolds transport theorem and its application to the integral and differential momentum balances.</i>
3	Menyelesaikan dan menerbitkan persamaan pengkamiran pengabadian jisim (persamaan kontinuiti), momentum (persamaan momentum dan imbangan momentum) dan tenaga (persamaan Bernoulli, imbangan mekanik tenaga dan kehilangan melalui geseran di dalam paip) daripada pengkamiran imbangan jisim dan momentum hasil perbezaan kelompong serta aplikasi sistem am dan khusus. <i>Solve and derive the integral conservation of mass (continuity equation), momentum (momentum equation and moment of momentum balances) and energy (Bernoulli equation, mechanical energy balance and friction loss in pipes) from the integral mass and momentum balance of differential shells, general and specific systems.</i>

4	<p>Menjelaskan mengenai pemindahan aliran tidak mampat (aliran adiabatik, isoterma dan isentropik) dan aliran mampat dan kebolehan untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan kedua-dua jenis aliran (kipas, peniup, pemampat, pengaduk pam, kuasa pam, prestasi pam, NPSH, kuasa pemampat, keperluan penyejukan untuk pemampat isoterma).</p> <p><i>Explain transport of compressible (adiabatic flow, isothermal, isentropic) and incompressible fluid and ability to solve problems associated with both fluids (fan, blower, compressor, pump impeller, pumping power, pump performance, NPSH, compressor power, cooling requirements for isothermal compressor).</i></p>
5	<p>Menganalisis dan menerbitkan perbezaan pengabadian jisim (persamaan kontinuiti) dan momentum (persamaan momentum, persamaan Navier-Stokes, aliran tidak likat) daripada perbezaan jisim dan momentum sistem am dan khusus</p> <p><i>Analyse and derive the differential conservation of mass (continuity equation) and momentum (equation of motion, Navier-Stokes equations, inviscid flow) from the differential mass and momentum balance of general and specific systems.</i></p>
6	<p>Menganalisis dan menerbitkan persamaan lapisan sempadan untuk aliran laminar dan gelora (Blasius, von-Karman) serta kefahaman aliran gelora melalui teori purata Reynolds, tegangan Reynolds, kelikatan eddy, Boussineq dan Prandtl.</p> <p><i>Analyse and derive boundary layer equations for laminar and turbulent flow (Blasius, von-Karman) also understanding of turbulent flow, Reynolds averaging, Reynold stresses, eddy viscosity, Boussineq's and Prandtl's theories of turbulence.</i></p>
7	<p>Mengenalpasti nombor tidak berdimensi, pembolehubah nombor tidak berdimensi dan aplikasi penggunaan Kaedah Rayleigh dan Kaedah Buckingham <math>\pi</math>.</p> <p><i>Identify the dimensional analysis, variables of dimensionless number, applications using Rayleigh Method and Buckingham <math>\pi</math> Method.</i></p>
8	<p>Menyiasat dan mengaplikasi fenomena pengangkutan yang berkaitan dengan permukaan zarah tertentu dan memahami sistem percampuran dan pengangkutan bahan pepejal.</p> <p><i>Investigate and apply the transport phenomena related to specific surface of particle and ability to understand solid mixing system and solid conveying.</i></p>

### **KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II** ***Chemical Engineering Thermodynamics II***

Kursus ini adalah lanjutan daripada pengenalan termodinamik dengan penekanan terhadap keseimbangan fasa dan termodinamik larutan. Topik membincangkan sifat-sifat termodinamik komponen tulen dan campuran dari model persamaan keadaan dan pekali aktiviti, gambarajah fasa komponen tulen dan berbilang, pengiraan takat gelembung dan embun, kilat isoterma, dan keseimbangan tindak balas. Aplikasi keseimbangan tindakbalas ke atas sistem biologi juga diterangkan. Kaedah pendek, grafik dan hampir juga diperkenalkan. Penentuan sifat-sifat termodinamik melalui perisian HYSYS®/SuperPro®/iCON® akan turut diperkenalkan.

*This course is the continuation of basic thermodynamics taught in the first year with the emphasis on phase equilibrium and solution thermodynamics for pure and multicomponent mixtures. Thermodynamic properties of ideal and real solution from equations of state and activity coefficients models, phase diagrams/ equilibrium of vapor-liquid, liquid-liquid, vapour-liquid-liquid, solid-liquid and solid-vapour, calculations of dew, bubble and flash points, and chemical reaction equilibria, are discussed. Applications of chemical reaction equilibria in biological systems are also discussed. Shortcut, graphical and estimation methods are also introduced. The students are also exposed to HYSYS®/SuperPro®/iCON® softwares to determine thermodynamic properties and solve equilibrium problems.*

**Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

**Pre-Requisite (if any) :**

KKKR1243 Chemical Engineering Thermodynamics I

KKKR1123 Chemical Engineering Principles

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Smith, J.M., Van Ness, H.C. & Abbott, M.M. 2018. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 8. New York: McGraw Hill.
- Sandler, S. I. 2017. *Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 5. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Smith, E. B. 2014. *Basic Chemical Thermodynamics*. Ed. ke 6. Singapore: Imperial College Press.
- von Stocker, U. 2013. *Biothermodynamics: The Role of Thermodynamics in Chemical Engineering*. Edisi Pertama. Lausanne: EPFL Press.
- Koretsky, M. D. 2013. *Engineering and Chemical Thermodynamics*. Ed. ke 2. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Elliott, J. R. & Lira, C. T. 2012. *Introductory Chemical Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 2. Ann Arbor: Pearson Education, Inc.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Menerbitkan persamaan Maxwell berdasarkan definisi tenaga Gibbs, tenaga Helmholtz dan entalpi, dan menentukan sifat baki bagi gas nyata. <i>Derive Maxwell equations based on the definitions of Gibbs and Helmholtz energies and enthalpy, and also determine residual properties of real gases.</i>
2	Menyelesaikan permasalahan keseimbangan wap-cecair (titik gelembung, titik embun dan titik kilat) melalui model mudah seperti Hukum Raoult dan Hukum Henry. <i>Solve vapour-liquid equilibrium problems (dew, bubble and flash points) using Raoult's law and Henry's law.</i>
3	Membezakan antara sifat tulen, sifat larutan dan sifat separa, dan menentukan sifat separa dari sifat larutan dan di sebaliknya, serta menghubungkaitkan larutan unggul dengan sifat lebihan. <i>Differentiate between pure, solution and partial properties of species and determine the partial properties from solution properties and vice-versa, and also relate the ideal solutions with the excess property.</i>
4	Menentukan sifat fasa cecair seperti pekali aktiviti berdasarkan data keseimbangan wap-cecair dan menghubungkaitkannya dengan model Gibbs lebihan seperti persamaan van Laar dan Margules. <i>Determine the liquid properties of activity coefficients from vapour-liquid equilibrium data and relate them with excess Gibbs energy models such as van Laar and Margules.</i>
5	Mengaplikasikan rumus gamma/phi bagi menyelesaikan masalah keseimbangan wap-cecair melalui perisian yang piawai. <i>Apply the gamma/phi formulation and use it to solve vapour-liquid equilibrium problems using established computer software.</i>
6	Menyelesaikan permasalahan keseimbangan dalam sistem kimia dan biologi. <i>Solve the chemical equilibria problems in chemical and biological systems.</i>

## **KKKR2411 Makmal Kejuruteraan Kimia II**

### ***Chemical Engineering Laboratory II***

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar dalam menjalankan ujikaji-ujikaji asas untuk bidang kejuruteraan kimia. Ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji asas dalam kimia organik dan fizikal, reaktor kimia, mekanik bendalir dan pemindahan jisim dan haba, prestasi pam, penyediaan aspirin dan resin. Pelajar dikehendaki menyediakan laporan pendek dan panjang, menganalisa data dalam bentuk graf, carta dan sebagainya. Pelajar juga diperlukan melakukan pembentangan diujung semester menggunakan salah satu ujikaji yang dijalankan.

*The course is aimed to train the students in conducting experiments related to chemical engineering field. The experiments include physical and organic chem-*

*istry, chemical reactor, fluid mechanic, mass and heat transfer, pump performance, preparation of aspirin and resin. The students are required to write short and long reports, analysing data, presenting data in graphs, charts etc. The students are also required to do presentation of one of the experiments. The students are also required to do presentation at the end of the semester for one of the experiments conducted.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** KKKR2311 Makmal Kejuruteraan Kimia I

**Pre-Requisite (if any) :** KKKR2311 Chemical Engineering Laboratory I

### **Bacaan Asas:**

#### **References:**

Panduan Penulisan Tesis Gaya UKM, 2015. Edisi Semak Kedua, Pusat Siswazah, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Ghasem D Najafpour, 2015. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Edisi kedua, Elsevier B. V. Netherlands.

Geankoplis, C. J. 2014. *Transport processes and separation process principles*. Edisi keempat. Pearson Higher Ed, USA.

Welty, J. R., Wicks, C. E., Wilso, R. E. & Rorrer, G. 2014. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer*. Edisi keenam. John Wiley, New York.

Pfeiffer, W.S. 2013. *Technical Writing: A Practical Approach*. Edisi kelapan, New Jersey: Prentice Hall.

### **Hasil Pembelajaran**

#### **Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Mengamalkan aspek-aspek keselamatan makmal. <i>Practise the lab safety aspects.</i>
2	Mengaitkan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Relate the concept/theory that has been learnt with the conducted experiment.</i>
3	Menganalisis data dan berkebolehan untuk membentangkan keputusan yang diperolehi dalam bentuk jadual dan graf. <i>Understand the experimental procedures, data acquirements, data analyses, the ability to tabulate and present the data in the form of tables, graphs.</i>
4	Menyatakan perancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan/ kaedah melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>State the plan and management of the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured.</i>

5	Mengaplikasi menggunakan kaedah statistik yang bersesuaian dalam pengumpulan dan analisis. <i>Apply the appropriate statistical method in collecting and analysing data.</i>
6	Menyimpulkan data dan perbincangan dalam laporan makmal, di samping pengurusan masa yang berkesan bagi menghantar laporan mengikut masa. <i>Conclude the data and discussion in a lab report with effective time management to submit the report within dateline.</i>
7	Mengorganisasi dan memupuk sifat kerjasama dalam kumpulan untuk analisis data dan memastikan ujikaji berjaya <i>Organize and promote co-operation in the team to carry out the data analyses while completing the lab task successfully.</i>

### **KKKR2422 Pengenalan kepada Pengaturcaraan Komputer** ***Introduction to Computer Programming***

Kursus ini memberikan pendedahan konsep asas pengaturcaraan dan penyelesaian masalah menggunakan komputer. Penyelesaian masalah dengan langkah algoritma, pembinaan carta alir dan penulisan kod-kod komputer menggunakan fungsi-fungsi yang terdapat dalam perisian pengaturcaraan adalah sebahagian daripada topik pengajaran. Perisian seperti MATLAB atau Scilab digunakan sebagai bahasa pengajaran dalam penyelesaian masalah kejuruteraan kimia dengan mempraktikkan proses-proses pengaturcaraan. Keperluan antara muka pengguna grafik (GUI) diperkenalkan dalam kursus ini. Kursus ini disepadukan dalam Projek Bersepadu bagi mendedahkan pelajar dalam proses menukar masalah Kejuruteraan Kimia kepada kod komputer sebagai langkah penyelesaian.

*This course provides exposure to the basic concepts of programming and problem solving using computers. The problem solving by using algorithms techniques, flow charts and writing computer codes using the functions contained in the programming software are part of the lesson topics. Software such as MATLAB or Scilab are used as the language of instructions in the chemical engineering problem solving by practising programming processes. The introduction to graphical user interface (GUI) is offered in this course. This course is coordinated in the Integrated Project in order to expose students in the process of converting chemical engineering problems to computer codes for finding the solution steps.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia

#### ***Pre-Requisite (if any) :***

*KKKR1113 Elementary Skills of Chemical Engineering*

**Bacaan Asas:****References:**

- Chapra S.C. 2018. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. 4th Edition. McGraw-Hill, New York. (Buku teks asas Main text book).
- Yeo, Y.K. 2018. *Chemical Engineering Computation with Matlab*. Taylor & Francis Group, USA.
- Palm, W.J. 2018. *MATLAB for Engineering Application*. 4th Edition. McGraw-Hill, New York.
- Nagar S. 2017. *Introduction to MATLAB for Engineers and Scientist: 1st Edition*. Apress, Springer Nature International Publishing.
- More H. 2017. *MATLAB for Engineers, 5th Edition*. Pearson Higher Education.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menyatakan langkah pengaturcaraan dengan mengenal pasti dan memilih algoritma dan carta alir. <i>State programming steps by identifying and choosing the algorithm and flow chart.</i>
2	Menjelaskan kod komputer menggunakan MATLAB. <i>Explain computer codes using MATLAB.</i>
3	Mengaplikasikan skrip dan fungsi menggunakan MATLAB. <i>Apply script and function using MATLAB.</i>
4	Mengaplikasikan antaramuka dalam MATLAB. <i>Apply an interface in MATLAB.</i>

**KKKR2463 Pemandahan Haba dan Jisim**  
**Heat and Mass Transfer**

Kursus ini akan memberi tumpuan terhadap pemindahan jisim dan haba dalam aliran laminar dan gelora. Topik yang akan disentuh dengan lebih mendalam merangkumi pemindahan molekul, pengangkutan dalam aliran laminar dan gelora, dan pemindahan haba dan jisim dalam pepejal, pengangkutan satu dimensi, pengangkutan antara fasa, pengangkutan tak mantap, persamaan perbezaan untuk pemindahan haba dan jisim pengangkutan aliran gelora, pemindahan haba melalui proses pendidihan dan kondensasi serta pengangkutan tenaga oleh sinaran. Aplikasi pemindahan jisim dan haba melalui pekali tidak berdimensi turut diberi penekanan termasuk unit proses kimia dan biologi.

*This course will focus on the mass and heat transfer phenomena in laminar and turbulent flows. The topics that will be covered in depth include molecular transfer, mass and heat transfers in laminar flow and in solid, one-dimensional and between phase transfers, unsteady state transfer, differential equations for turbulent heat and mass transfers, heat transfer in the boiling and condensation process as well as radiation heat transfer. The heat and mass transport applications will also be emphasized through the use of dimensionless numbers and correlations including chemical and biological process unit.*

**Pra-Keperluan (jika ada) :**

KKKR2363 Mekanik Bendalir

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

***Pre-Requisite (if any) :***

*KKKR2363 Fluid Mechanics*

*KKKR1123 Chemical Engineering Principles*

**Bahan Asas:**

***Reference:***

- WWelty, J. R., Wicks, C. E., Wilso, R. E. & Rorrer, G. 2014. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer*. Edisi ke-6. John Wiley, New York.
- Bird, R. B., Stewart, W. E. & Lightfoot, E. N. 2007. *Transport Phenomena*. Edisi ke-2. John Wiley, New York.
- Coulson J. M., Richardson, J. F., Backhurst, J. R. & Harker, J. H. 2007. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Vol. 1*. Edisi ke-6. Elsevier.
- McCabe, W. L., Smith, J. C. & Harriott, P. 2005. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Edisi ke-7. McGraw-Hill International Edition.
- Geankoplis, C. J. 2014. *Transport processes and separation process principles*. Edisi ke-4. Pearson Education International

**Hasil Pembelajaran**

***Course Outcomes***

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Menganalisis dan mengaplikasi konsep pemindahan haba dan jisim, imbalan umum dan definisi fluks serta aplikasi penentuan kadar pengangkutan haba dan jisim dari pergerakan molekul. <i>Analyse and apply the concept ofn heat and mass transport properties, general mass and heat balances and the definition of flux and the application of the heat and mass transfer rates from the molecular transport aspect.</i>



2	Menganalisis pengangkutan haba dan jisim dalam pepejal dan aliran lamina <i>Analyze the heat and mass transport in solid and in the laminar flow.</i>
3	Menganalisis dan aplikasi dalam penggunaan persamaan perbezaan dan menentukan pekali pengangkutan haba dan jisim antara fasa , menentukan kadar pengangkutan haba dan jisim antara fasa dan aplikasi dalam unit operasi, pendidihan serta kondensasi <i>Analyse and apply the differential equations and the ability to utilise them in the mass and heat transfer analysis, and to determine the heat and mass transfer coefficients between phases, and its applications in the unit operation, boiling and condensation</i>
4	Menganalisis pengangkutan haba dan jisim dalam dua dimensi , dan analisis pengangkutan jisim dan haba dalam keadaan tidak mantap. <i>Analyse the 2-dimensional heat and mass transport as well as at the unsteady state mass and heat transfer</i>
5	Menganalisis dan memahami tentang pengangkutan haba melalui sinaran dan aplikasi penentuan kadar pemindahan haba melalui sinaran. <i>Analyse and understand on heat transfer by radiation and applying it to determine the rate of heat transfer by radiation</i>

### **KKKR2473 Kejuruteraan Tindak Balas Kimia I** ***Chemical Reaction Engineering I***

Kursus ini merangkumi pengenalan kepada tindakbalas kimia, tertib tindakbalas, mencari kinetik tindakbalas dan kaedah menentukan pemalar kinetik dari data reaktor sesekumpul, reaktor alir omboh dan reaktor tangki teraduk selanjara. Ia juga mengupas penggunaan reaktor berbilang secara bersiri atau selari, reaktor auto mangkin, dan rekabentuk reaktor dengan tindakbalas berbilang. Tindakbalas sistem biokimia juga diberikan penekanan dalam kursus ini terhadap kinetik tindakbalas enzyme menggunakan persamaan Michaelis-Menten. Faktor kesan pH dan suhu tindakbalas disamping perencatan reactan substrate dan produk diambilkira ke atas dalam enzim tunggal dan berbilang.

*This course consists of introduction to reaction engineering, reaction order, determination of reaction kinetics, and method to determine order and constant from kinetics data from batch reactor. The course also discuss on continuous plug flow and continuous stirred tank reactor. It also explores multiple reactors connected in parallel and series, and design of reactor with multiple reactions. Reaction in biochemical system is emphasized on kinetic of enzymatic reactions using Michealis-Menten Equation. The effects on factors such as pH and temperature besides its inhibitions of substrate reactant and products are taken into account for single and multiple enzymes system.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada) :**

KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I

**Pre-Requisite (if any):***KKKR1243 Chemical Engineering Thermodynamic I***Bacaan Asas:****References:**

- M Fogler, H.S. 2015. *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-5, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, Lisa G. Bullard. 2015. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Edisi ke-4, John Wiley New York.
- Matthew DeLisa, Fikret Kargi, Michael L. Shuler, F. 2017. *Bioprocess Engineering : Basic Concept. 3rd Edition, Prentice Hall*
- Lee, J.M. 2007. *Biochemical Engineering, Digitalised Edition. Prentice-Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences, Ellis Horwood Series in Interactive Information Systems.*
- Missen, W.R. 1999. *Chemical Reaction Engineering and Kinetics*, John Wiley, New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-3, John Wiley, New York.
- Schmidt, L.D. 1998. *The Engineering of Chemical Reactions*, Oxford University Press.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Menganalisis tindakbalas berbilang dalam reaktor CSTR, PFR dan PBR yang tidak sesuhu dan menentukan kepekatan sebagai fungsi kedudukan dan parameter operasi. <i>Analyse multiple reactions carried out in CSTRs, PFRs, and PBRs which are not operated isothermally in order to determine the concentrations as a function of position (PFR/PBR) and operating variables.</i>
2	Menganalisis mangkin, mekanisma pemangkinan dan kadar pembatas. <i>Analyse a catalyst, a catalytic mechanism and a rate limiting step..</i>
3	Menganalisis reaktor tidak unggul dan kaitannya dengan agihan masa mastautin. <i>Analyse non ideal reactor and its relation with residence time distribution</i>
4	Menganalisis dan menyelesaikan tindakbalas berenzim termasuklah mekanisma tindakbalas enzim-substrat dan produk-enzim kompleks menggunakan Michealis Menten dan Persamaan Monod. <i>Analyse and solve enzymatic reaction involves reaction mechanism of enzyme-substrate complex and product-enzyme complex using Michaelis Menten and Monod equations,</i>

5	Menyelesaikan pengiraan reaktor sesekumpul; kesan pH and suhu melalui kinetik perencatan bersaing, tak bersaing dan tanpa bersaing, perencatan substrate, enzim tunggal dan berbilang <i>Solve batch reactor calculation; the effects of pH and temperature and inhibition of enzyme reaction via kinetic of competitive, uncompetitive and noncompetitive inhibition, substrate inhibition and; single and multiple enzyme.</i>
---	---

### **KKKR3522 Perkomputeran Kejuruteraan Kimia Chemical Engineering Computation**

Kursus ini memperkenalkan prinsip asas kaedah berangka dalam menyelesaikan masalah kejuruteraan. Objektif kursus adalah untuk memperkenalkan teknik pengkomputeran untuk menyelesaikan masalah berangka dalam bidang kejuruteraan kimia dengan menggunakan komputer. Pengetahuan asas bahasa komputer seperti MATLAB, Scilab atau Python serta penggunaan perisian pengkomputeran berangka yang tersedia bersama bahasa-bahasa tersebut diperlukan untuk kursus ini. Topik-topik di dalam kursus ini terdiri daripada persamaan linear, masalah punca persamaan, penentu-dalaman dan penyesuaian lengkung, pengoptimuman, pengamiran dan pembezaan berangka serta persamaan pembezaan biasa dan separa. Kursus ini menggabungkan kedua-dua aspek teori dan praktik kaedah berangka dalam menyelesaikan masalah kejuruteraan. Di akhir kursus, satu projek kejuruteraan kimia yang mudah akan diberikan untuk diselesaikan oleh pelajar.

*This course introduces the basic principal of numerical methods used in solving engineering problems. The objective is to introduce the computational techniques to solve numerical problems in chemical engineering field using computers. A prerequisite knowledge of computer scripting languages such as MATLAB or Scilab or Python is required and the use of computational software libraries is expected. The course includes topics such as linear equations, finding root of equations, interpolation and curve fittings, optimization, numerical integration and differentiation, ordinary differential equations and partial differential equations. This course integrates both the theoretical and practical aspect of numerical methods to solve engineering problems. Chemical engineering problem will be given to the student as a project to be solved by numerical methods towards the end of the course*

#### **Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia

KKKR2422 Pengenalan Kepada Pengaturcaraan Komputer

**Pre-Requisite (if any):***KKKR1113 Elementary Skills of Chemical Engineering**KKKR2422 Intorduction to Computer Programming***Bacaan Asas:****References:**

Chapra S.C. 2018. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists. 4th Edition*. McGraw-Hill, New York. (Buku teks asas Main text book).

Yeo, Y.K. 2018. *Chemical Engineering Computation with Matlab*. Taylor & Francis Group, USA.

Palm, W.J. 2018. *MATLAB for Engineering Application. 4th Edition*. McGraw-Hill, New York.

Nagar S. 2017. *Introduction to MATLAB for Engineers and Scientist: 1st Edition*. Apress, Springer Nature International Publishing.

More H. 2017. *MATLAB for Engineers*, 5th Edition. Pearson Higher Education.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Mengaitkan sumber ralat dalam kaedah berangka. <i>Relate the major sources of errors involved in numerical methods</i>
2	Menyelesaikan kaedah pencarian punca dan proses pengoptimuman. <i>Solve root finding methods and optimization method.</i>
3	Mengaplikasikan kaedah penyelesaian anu bagi sistem linear. <i>Apply the methods for solving unknown of linear systems</i>
4	Memahami teknik penyuaian lengkung bagi menerbit fungsi mudah. <i>Understand curve-fitting techniques for deriving simple functions.</i>
5	Menganalisis kaedah penyelesaian bagi persamaan bezaan biasa (ODE). <i>Analyse the methods for solving ordinary differential equation (ODE).</i>

### **KKKR3523 Kejuruteraan Tindakbalas Kimia II** ***Chemical Reaction Engineering II***

Kursus ini merangkumi kesan suhu dan tekanan kepada rekabentuk, operasi adiabatik dan tidak adiabatik, kesan aliran tak unggul, agihan masa mastatutin, model-model reaktor tidak unggul, reaktor berbilang fasa, tindakbalas gas ber-

mungkin pepejal, reaktor lapisan terpadat. Model Monod dalam pertumbuhan mikrob digunakan untuk pengukuran pertumbuhan sel, penggunaan substrate dan penghasilan produk. Persamaan rekabentuk operasi bioreaktor merangkumi reaktor teraduk selanjut, kitar semula dan sistem fermentasi terimobil.

*The course will cover the effect of temperature and pressure on reactor design, adiabatic and non-adiabatic processes, non-ideal reactor, residence time distribution, model for non-ideal reactor, multiple phase reactors, solid catalysed gas phase reaction, packed bed reactor. Monod Model in microbial cultivation will be applied to quantified cell growth, substrate uptake and product formation during fermentation process. Design equations of various bioreactor operations will be emphasized such as continuous stirred tank reactor, recycled system and immobilised system fermentation*

**Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR2473 Chemical Reaction Engineering I

**Pre-Requisite (if any) :**

KKKR2473 Chemical Reaction Engineering I

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Fogler, H.S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-5, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Felder, R.M., Rousseau R.W & Bullard L.G. 2015. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Edisi ke-4, John Wiley New York.
- Shuler, M.L. & Kargi, F. 2017. *Bioprocess Engineering: Basic Concept*. 3rd Edition, Prentice Hall
- Missen, W.R. 1999. *Chemical Reaction Engineering and Kinetics*, John Wiley, New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-3, John Wiley, New York.
- Schmidt, L.D. 1998. *The Engineering of Chemical Reactions*, Oxford University Press. Lee, J.M. (1992) *Biochemical Engineering*, Englewood Cliff, New Jersey; Prentice Hall

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Menganalisis tindakbalas berbilang dalam reaktor CSTR, PFR dan PBR yang tidak sesuhu dan menentukan kepekatan sebagai fungsi kedudukan dan parameter operasi. <i>Analyse multiple reactions carried out in CSTRs, PFRs, and PBRs which are not operated isothermally in order to determine the concentrations and temperature as a function of position (PFR/PBR) and operating variables.</i>
2	Menganalisis mangkin, mekanisma pemangkinan dan kadar pembatas dan menentukan saiz reaktor untuk tindakbalas bermangkin <i>Analyse a catalyst, a catalytic mechanism and a rate limiting step and determine size of catalytic reactor.</i>
3	Menganalisis reaktor tidak unggul dan kaitannya dengan agihan masa mastautin dan menentukan saiz reaktor untuk tindakbalas tidak unggul menggunakan model-model <i>Analyse non ideal reactor and its relation with residence time distribution and determine size of non-ideal reactor using models.</i>
4	Menganalisis dan menyelesaikan kinetik pertumbuhan sel, penggunaan substrate dan oksigen dan penghasilan produk berasaskan stoikiometri dan model Monod <i>Analyse and solve kinetic of cells growth, substrate utilization, oxygen uptake and product formation based on stoichiometry and Monod model.</i>
5	Mengira imbangan bahan, menerbitkan persamaan rekabentuk untuk mode operasi bioreactor yang berbeza. <i>Calculate mass balance, derive design equations for different mode of bioreactor operation.</i>

### **KKKR3531 Makmal Kejuruteraan Kimia III**

#### ***Chemical Engineering Laboratory III***

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar kemahiran menyelesaikan masalah dengan menjalankan ujikaji-ujikaji lanjutan untuk bidang kejuruteraan kimia dan biokimia. Ia juga akan menguatkan lagi para pelajar dalam kemahiran komunikasi dan semangat kerja berkumpulan. Pelajar akan bekerja dalam kumpulan untuk menyediakan laporan makmal dan setiap kumpulan perlu membuatkan projek pembentangan makmal berkenaan salah satu hasil ujikaji makmal yang dipilih. Antara ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji lanjutan untuk tindakbalas kimia dalam reaktor, mekanik bendalir, proses penukaran haba, proses pengangkutan jisim dan haba, proses pemisahan dan pertumbuhan kulat.

*The course is aimed to develop the student skill in problem solving by experimentation in the advanced area of chemical and biochemical engineering. It also will strengthen the communication skill and teamwork spirit of student. Each student will work in a team to prepare the laboratory report and each team is required to make a laboratory presentation project on one of the chosen topics. Among the advanced topics of experiments covered are chemical reaction in reactor, fluid mechanics, heat exchange process, mass and heat transfer, separation process and fungus growth.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite (if any) :** None

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Nota Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia. 2017. Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Izutani, C., Fukagawa, D., Miyasita, M., Ito, M., Sugimura, N., Aoyama, R., Gotoh, T., Shibue\*, T., Igarashi, Y. & Oshio, H. 2016. *The Materials Characterization Central Laboratory: An Open-Ended Laboratory Program for Fourth-Year Undergraduate and Graduate Students. Journal of Chemical Education* 93 (9):1667–1670.
- Bolong, N., Makinda, J. & Saad, I. 2014. *Effect of Open-Ended Laboratory toward Learners Performance in Environmental Engineering Course: Case Study of Civil Engineering at Universiti Malaysia Sabah. International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering* 8 (8): 2554-2558.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. & Harriot P. 2007. *Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw International Edition New York.*
- Pfeiffer, W. S. & Adkins, K. A. 2012. *Technical Communication: A Practical Approach (8th Edition), Pearson, USA.*
- Pfeiffer, W.S. 2003. *Technical Writing: A Practical Approach, Prentice Hall (New Jersey).*
- American Institute of Chemical Engineers. 2011. *Guidelines for process safety in bioprocess manufacturing facilities. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers Hoboken. Wiley-AIChE. New Jersey.*
- Abulencia, J. Patrick. *Open-ended problems : a Future Chemical Engineering Education Approach. (online resource).*
- Taylor, S. 2002. *Essential Communication Skills*, New York: Longman.
- Shuler, M.L. dan Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concept*, Edisi ke-2, Prentice Hall.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Menjelaskan aspek-aspek keselamatan makmal ketika merancang kerja-kerja amali. <i>Explain the safety aspect when planning and working in the laboratory.</i>
2	Menjelaskan kaitan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Explain on the concept/theory that has been learnt with the experiment performed.</i>
3	Mengenal pasti dan membincangkan rancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan, kaedah/prosedur melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>Identify and discuss on the planning and managing the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured</i>
4	Melakukan ujikaji dengan betul, menganalisa data mentah menggunakan kaedah yang bersesuaian dan menyampaikan maklumat yang telah dianalisa dalam format yang bersesuaian seperti graf, jadual dan lain-lain. <i>Conduct the experiment according to the correct method/procedure, to analyze the measured raw data using appropriate method and presented this analyzed information in the appropriate format such graphs, tables and others.</i>
5	Menganalisis data mentah menggunakan kaedah yang bersesuaian, menyampaikan maklumat yang telah dianalisa dalam format yang bersesuaian seperti graf, jadual dan lain-lain, dan menyimpulkan dapatan ujikaji dalam laporan yang baik menggunakan Bahasa yang bersesuaian. <i>Analyze the measured raw data using appropriate method and presented this analyzed information in the appropriate format such graphs, tables and others, and to conclude the findings from the experiment into a good report using an appropriate Bahasa Melayu language.</i>
6	Memupuk sifat kerjasama dan toleransi dalam kumpulan semasa merancang dan melakukan ujikaji makmal serta menganalisa data dan keputusan ujikaji makmal. <i>Inculcate cooperation and tolerance among the group member to plan and run the experiment, and to analyze the experimental data and result.</i>
7	Membahas berkenaan pengetahuan dan hasil kerja ujikaji secara berkumpulan semasa pembentangan lisan secara efektif. <i>Defend the experimental knowledge and results diligently and effectively during oral presentation.</i>

### **KKKR3543 Proses Pemisahan I**

#### ***Separation Processes I***

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan rekabentuk proses dan mekanisma bagi pemisahan yang biasa digunakan di industri kimia, petroleum dan petrokimia. Pelajar akan diperkenalkan kepada reka bentuk proses pemisahan berdasarkan konsep peringkat keseimbangan dan konsep kadar pemindahan jisim. Antara proses yang ditekankan termasuklah penyulingan, penyerapan, dan ekstraksi cecair-cecair. Kaedah pendek untuk sistem multikomponen juga akan diterangkan. Rekabentuk dalaman bagi turus berperingkat dan turus terpadat akan dihuraikan.



*This course is intended to introduce process design and mechanism for separation processes that are commonly used in chemical, petroleum and petrochemical industry. Students will be introduced to the design of separations based on equilibrium stages and rate-based mass transfer. Among the processes that will be emphasized are distillation, absorption and liquid-liquid extraction. Shortcut method for multicomponent system will also be explained. Finally, internal designs for staged and packed column will be described.*

**Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia  
KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II

**Pre-Requisite (if any) :**

KKKR1123 Chemical ENgineering Principle  
KKKR2383 Chemical Engineering Thermodynamic II

**Bacaan Asas:**

**References:**

WGeankoplis, C. J. 2014. *Transport processes and separation process principles*. Edisi ke-4, Harlow: Prentice Hall.  
Seader J. D., Henley E.J., dan Roper D. K. 2016. *Separation Process Principles with Applications Using Process Simulators*. Edisi ke-4, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.  
Wankat, P. C. 2016. *Separation Process Engineering*, Edisi ke-4, New York: Prentice Hall.  
Couper, J.R., Penney, W.R. Fair J.R. dan Walas, S. 2012. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*, Edisi ke-3, Oxford: Elsevier Inc.  
Perry, R. H. dan Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*, Edisi ke-7, New York: McGraw Hill.

**Hasil Pembelajaran/**

**Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan mekanisme pemisahan dalam turus berperingkat dan turus terpadat bagi proses-proses penyulingan, penyerapan dan ekstraksi cecair-cecair. <i>Describe separation mechanism in staged column and packed column for distillation, absorption and liquid-liquid extraction processes</i>

2	Melakukan reka bentuk proses bagi turus berperingkat dan turus terpadat bagi proses-proses penyulingan, penyerapan dan ekstraksi cecair-cecair. <i>Carry out process design for plate and packed column for distillation, absorption and liquid-liquid extraction processes.</i>
3	Mengira saiz bahagian dalaman dan kecekapan turus berperingkat dan turus terpadat. <i>Calculate column internals size and efficiency for both stage and packed columns.</i>
4	Menilai proses-proses pemisahan yang sesuai bagi aplikasi tertentu di industri. <i>Evaluate suitability of separation processes for specific application in the industry.</i>

### **KKKR3583 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolecular *Biochemistry and Biomolecular Engineering***

Kursus ini memberi pengetahuan dan kefahaman tentang asas dan konsep biokimia serta metabolisme sel-sel biologi yang perlu diketahui oleh jurutera yang terlibat dalam amalan berkaitan industri bioteknologi dan biokimia disamping industri kimia, persekitaran, farmaseutikal dan kejuruteraan. Kursus ini memberikan pengukuhan kefahaman tentang prinsip-prinsip biokimia di tahap sel dan molekul termasuklah proses penghasilan protein, sifat-sifat enzim dan tindakbalasnya. Tumpuan diberikan kepada aspek-aspek yang berkaitan sifat-sifat kimia hayat, konsep dan kepentingan pH serta penimbal dalam penyenggaraan sistem biologi, struktur dan sifat-sifat biomolekul, metabolisme sel dan bioteknologi, biosintesis molekul serta pengawalan dan pengaturan genetik terhadap sistem sel dan biomolekul berkaitan. Beberapa aplikasi dalam penghasilan produk biologi, kejuruteraan biokimia dan farmaseutikal turut dibincangkan.

*The course will provide knowledge and understanding on fundamental concept of biochemistry and metabolism in biological cells, which are needed for engineers involved in biotechnology and biochemical industries, as well as environmental, pharmaceutical, and chemical engineering. This course is aimed to strengthen the understanding on biochemical principles at cellular and molecular levels including production of protein, enzyme characteristic and its reactions. The course will emphasize relevant aspects of chemicals of life, concept and importance of pH and buffers in maintenance of biological systems, structure and properties of biological molecules, cellular metabolism and bioenergetics, biosynthesis of molecules, as well as genetic control and regulations on the cellular and biomolecular systems. Application on production of bioproducts, biochemical engineering and pharmaceuticals will also be covered.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR2323 Biologi Sel untuk Jurutera

**Pre-Requisite (if any):**KKKR2323 *Cell Biology for Engineers***Bacaan Asas:****References:**

- Ninfa, A.J., Ballou, D. P., Benore, M. 2009. *Fundamental Laboratory Approaches for Biochemistry and Biotechnology*
- Voet, D., Voet., J.G. dan Pratt, C.W. 2016. *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level*, Edisi ke-5, Wiley.
- Ghasem D Najafpour, 2015. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Edisi ke-2, Elsevier B. V. Netherlands.
- Nelson, D.L. dan Cox. M. M. 2004. *Lehninger Principles of Biochemistry*, Edisi ke-4, USA: W. H. Freeman.
- Shuler, M.L., Kargi, F., dan DeLisa M. 2017. *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*, Edisi ke-3, Prentice Hall.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Menerangkan kepentingan komponen kimia dalam sistem biologi. <i>Describe the important chemical components in the biological system.</i>
2	Menerangkan proses penghasilan enzim, persamaan tindakbalas dan kinetiknya. <i>Describe the production of enzymes, it's reaction and kinetics.</i>
3	Memahami perencatan enzim, jenis-jenis perencat dan kesannya ke atas pemalar kinetic enzim. <i>Understand enzyme inhibition, types of inhibitors and their effect on kinetic parameters.</i>
4	Menerangkan dan membezakan proses penjanaan tenaga yang melibatkan glikolisis, kitar Kreb's, rantai respirasi, dan fermentasi. <i>Describe and distinguish the energy generation processes which involve the glycolysis, Kreb's cycle, respiration chain, and fermentation.</i>
5	Menerangkan proses biosintesis mikro dan makro molekul. Teknologi DNA, teknik rekombinan dan kaedah terkini bioteknologi <i>Describe the biosynthesis process of micro and macromolecules. DNA technology, recombinant DNA and latest technique in biotechnology.</i>
6	Mengaplikasi dalam penghasilan produk biologi, Kejuruteraan Biokimia dan farmaseutikal <i>Apply in production of biological products, biochemical engineering and pharmaceutical-products.</i>

### **KKKR3632 Makmal Bersepadu** ***Integrated Laboratory (iLab©)***

Matlamat kursus bertujuan memperkenalkan pelajar konsep asas makmal melalui pendekatan yang lebih mencabar, berbeza daripada pengajaran makmal konvensional. Makmal asas bersepadu ialah gabungan diantara teori dan aplikasi daripada kursus wajib yang telah dipelajari seperti reka bentuk utiliti dan bekas tekanan, pemisahan, dinamik dan kawalan proses yang memberi kefahaman makmal yang lebih jelas. Ia juga akan menguatkan lagi para pelajar dalam kemahiran komunikasi dan semangat kerja berkumpulan. Pelajar akan bekerja dalam kumpulan untuk menyediakan laporan makmal dan setiap kumpulan perlu membuat projek pembentangan makmal berkenaan salah satu hasil ujikaji makmal yang dipilih.

*The aim of the course is designed to introduce students to the basic concepts of laboratory through a more challenging approach, different from conventional laboratory teaching. Integrated basic laboratory is a combination between theory and application of compulsory courses that has been studied such as utility and pressure vessel design, separation, control and dynamic in order to provide a clearer understanding of related courses. It also will strengthen the communication skill and teamwork spirit of student. Each student will work in a team to prepare the laboratory report and each team is required to make a laboratory presentation project on one of the chosen topics.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requirement (if any) :** None

#### **Bacaan Asas:** **References:**

- Nota Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia. 2017. Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Izutani, C., Fukagawa, D., Miyasita, M., Ito, M., Sugimura, N., Aoyama, R., Gotoh, T., Shibue\*, T., Igarashi, Y. & Oshio, H. 2016. *The Materials Characterization Central Laboratory: An Open-Ended Laboratory Program for Fourth-Year Undergraduate and Graduate Students. Journal of Chemical Education* 93 (9):1667–1670.
- Bolong, N., Makinda, J. & Saad, I. 2014. *Effect of Open-Ended Laboratory toward Learners Performance in Environmental Engineering Course: Case Study of Civil Engineering at Universiti Malaysia Sabah. International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering* 8 (8): 2554-2558.

- McCabe, W.L., Smith, J.C. & Harriot P. 2007. *Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw International Edition New York.*
- Pfeiffer, W. S. & Adkins, K. A. 2012. *Technical Communication: A Practical Approach (8th Edition), Pearson, USA.*
- Pfeiffer, W.S. 2003. *Technical Writing: A Practical Approach, Prentice Hall (New Jersey).*
- American Institute of Chemical Engineers. 2011. *Guidelines for process safety in bioprocess manufacturing facilities. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers Hoboken. Wiley-AIChE. New Jersey.*
- Abulencia, J. Patrick. Open-ended problems : *a Future Chemical Engineering Education Approach. (online resource).*
- Taylor, S. 2002. *Essential Communication Skills. New York: Longman.*
- Shuler, M.L. dan Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concept, Edisi ke-2, Prentice Hall.*
- Welty, J. R., Wicks, C. E. dan Wilson, R. E. 2001. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer, Edisi ke-4, New York: New York*

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menjelaskan aspek-aspek keselamatan makmal ketika merancang kerja-kerja amali. <i>Explain the safety aspect when planning and working in the laboratory.</i>
2	Menjelaskan kaitan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Explain on the concept/theory that has been learnt with the experiment performed.</i>
3	Mengenal pasti dan membincangkan rancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan, kaedah/prosedur melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>Identify and discuss on the planning and managing the experiment in terms of apparatus/ material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured.</i>
4	Melakukan ujikaji dengan betul, menganalisis data mentah menggunakan kaedah yang bersesuaian dan menyampaikan maklumat yang telah dianalisa dalam format yang bersesuaian seperti graf, jadual dan lain-lain. <i>Conduct the experiment according to the correct method/ procedure, to analyze the measured raw data using appropriate method and presented this analyzed information in the appropriate format such graphs, tables and others.</i>
5	Menganalisis data mentah menggunakan kaedah yang bersesuaian, menyampaikan maklumat yang telah dianalisis dalam format yang bersesuaian seperti graf, jadual dan lain-lain, dan menyimpulkan dapatan ujikaji dalam laporan yang baik menggunakan Bahasa yang bersesuaian. <i>Analyze the measured raw data using appropriate method and presented this analyzed information in the appropriate format such graphs, tables and others, and to conclude the findings from the experiment into a good report using an appropriate Bahasa Melayu language.</i>

6	Memupuk sifat kerjasama dan toleransi dalam kumpulan semasa merancang dan melakukan ujikaji makmal serta menganalisis data dan keputusan ujikaji makmal. <i>Inculcate cooperation and tolerance among the group member to plan and run the experiment, and to analyze the experimental data and result.</i>
7	Membahas berkenaan pengetahuan dan hasil kerja ujikaji secara berkumpulan semasa pembentangan lisan secara efektif. <i>Defend the experimental knowledge and results diligently and effectively during oral presentation.</i>

### **KKKR3713 Dinamik dan Kawalan Proses** ***Process Dynamic and Control***

Matlamat kursus bertujuan memperkenalkan pelajar konsep asas kawalan proses melalui pendekatan yang lebih mencabar, berbeza daripada pengajaran tradisional kawalan proses, dinamik dan kawalan proses disepadukan sebagai satu subjek yang terbukti beberapa tahun kebelakangan ini merupakan satu kaedah yang berkesan dalam membangun dan merekabentuk sistem kawalan proses yang memberi pengendalian loji yang lebih senang, cekap dan selamat. Kursus ini juga akan menyediakan pengetahuan latarbelakang yang kukuh bagi pembangunan proses model dinamik dan kawalan proses dinamik untuk proses kimia dan biokimia. Kursus ini juga memperkenalkan konsep kawalan termaju berdasarkan kepintaran buatan.

*The aim of this course is to introduce the basic concept of process control through a more challenging approach, different from traditional teaching of process control, where dynamics and process control is integrated as a subject which has proven for many years as an effective technique for developing and designing control system which is easy, efficient and safe to operate chemical plants. The course will also provide solid background knowledge for development of dynamic process model and control of dynamic process for chemical and biochemical processes. This course will introduce basic concept of advanced process control based on artificial intelligence.*

**Pra-Keperluan (jika ada) :** Tiada  
***Pre-Requisite (if any) :*** None

**Bacaan Asas :**  
***References:***

Lawrence Daley. 218. *Handbook of Process Control and Instrumentation (Chemical Engineering)*. Clanrye International.

- Richard C Dorf. 2017. *Modern Control Systems*. Ed. Ke-13, Pearson.
- Seborg, D. E., Edgar T. F., Mellichamp D. A., 2013. *Process Dynamics and Control*, Ed. ke 3, USA, John Wiley & Sons Inc.
- Perry, R.H. dan Green, D.W. 2007. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*. Ed. ke 8. New York: McGraw Hill.
- Stepanoupoulos, G. 1984. *Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*. Englewood Cliff: Prentice Hall.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerbit perihalan matematik bagi sesuatu proses kimia dan biokimia yang diperlukan dalam rekabentuk sistem kawalan. <i>Develop a chemical and biochemical processes model as per requirement to control system design.</i>
2	Merekabentuk kawalan suap balik bagi sesuatu proses kimia dan biokimia. <i>Ability to design feedback controller for chemical and biochemical processes.</i>
3	Menggunakan perisian Matlab menyelesaikan masalah rekabentuk kawalan. <i>Use Matlab software to solve design of feedback control.</i>
4	Menganalisis ciri kestabilan sistem suapbalik menggunakan analisis rangsangan frekuensi dan berkebolehan melakukan talaan pengawal suap balik dan mensaiz injap kawalan. <i>Analyse the characteristic stability of feedback control system. using frequency response technique and ability to tune feedback controller and size control valve</i>
5	Mengetahui rekabentuk sistem kawalan untuk proses kompleks bersepadu. <i>Know the design of controllers for integrated complex chemical processes</i>

## KKKR3723 Reka Bentuk Utiliti dan Bekas Tekanan

### Utility and Pressure Vessel Design

Kursus ini mempunyai dua bahagian penting iaitu (1) reka bentuk sistem utiliti dan (2) reka bentuk mekanik bekas tahanan. Bahagian pertama bertujuan untuk mendedahkan para pelajar kepada mekanisma pemindahan haba, sistem penukar haba yang berkaitan dan aspek-aspek reka bentuk sistem utiliti yang digunakan di dalam industri kimia dan biokimia seperti penukar haba kelompong dan tiub, pengeluwap, pengulang didih, pengewap, menara pendingin dan relau. Bahagian kedua kursus ini pula memberi penekanan kepada asas rekabentuk mekanik bekas tekanan bagi unit operasi dan utiliti yang terdapat di industri. Seterusnya, pelajar akan diperkenalkan kepada faktor-faktor reka bentuk bekas tekanan seperti tekanan dan suhu reka bentuk, pemilihan bahan binaan, beban reka bentuk dan peruntukan kakisan. Bahagian ini melatih pelajar tentang aspek reka bentuk mekanikal dan pembinaan bekas tekanan dan penutup mengikut kod ASME

(American Society of Mechanical Engineers) di bawah tekanan dalam dan luar, kaedah penyeragam ketebalan, reka bentuk gelang pengukuh di bawah tekanan luar, analisa bekas tekanan di bawah beban majmuk, reka bentuk bebibir dan penyokong bekas, dan penyediaan lukisan kejuruteraan untuk bekas tekanan. Di akhir kursus ini, pelajar dapat mereka bentuk sistem utiliti, dan seterusnya melakukan reka bentuk mekanik bekas tekanan bagi unit operasi mahupun unit utiliti mengikut prosedur kod ASME dengan betul.

*This course has two important parts which are (1) the utility system design, and (2) the mechanical design of pressure vessel. The first part aims to expose the students to mechanism of heat transfer, the related heat exchanger system and the design aspects of the utility system used in the chemical and biochemical industry such as shell and tube heat exchanger, condenser, reboiler, evaporator, cooling tower and furnace. The second part of this course focuses on the basic mechanical design of the pressure vessel for the operation and utility units used in the industries. Hence, the students are introduced to design factors of pressure vessel such as design pressure and temperature, materials selections, design loads, and corrosion allowance. This part trains students on the aspects of mechanical design and construction of pressure vessels and head/cover according to the ASME (American Society of Mechanical Engineers) Code under internal and external pressure, the thickness uniformity method, the stiffening ring design, the combined loading analysis on the pressure vessel, the design of flanges and vessel supports, and engineering drawing on pressure vessels. At the end of this course, the student should be able to design the utility system, and continue to perform the correct mechanical design of pressure vessel for the operation and utility unit according to ASME code.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-Requisite (if any)* :**

- KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia/  
*Essential Skills of Chemical Engineering*
- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/  
*Chemical Engineering Principle*
- KKKR1233 Sains dan Kejuruteraan Bahan/  
*Material Science and Engineering*



**Bacaan Asas:****References:**

- Ian, S. 2017. *Plant Design and Operations. 2nd Ed: Gulf Professional Publishing.*
- Rao, K. R.. 2016. *Global Applications of the ASME Boiler & Pressure Vessel Code. ASME Press.*
- Spence, J. And Tooth, A.S.. 2014. *Pressure Vessel Design: Concepts and Principles. CRC Press.*
- American Society of Mechanical Engineers. 2010. *Boiler and Pressure Vessel Code. Section VIII, Div. I.* New York: ASME.
- Annaratone, D. 2007. *Pressure Vessel Design.* New York: Springer.
- Christie J. Geankoplis. 1993. *Transport Process and Unit Operations.* 3rd Ed. Upper Saddle River. Prentice-Hall
- Coulson, J. M. & Richardson. J.F. 2009. *Chemical Engineering Design. 5th Ed. Oxford: Pergamon Press.*
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Sinnott, R.K. 2005. *Chemical Engineering Vol. 6: An Introduction to Chemical Engineering Design.* Oxford: Elsevier Butterworth Heineman.
- Moss, D. R. 2004. *Pressure Vessel Design Manual. Ed. ke 3. Oxford: Gulf Professional Publishing.*
- Sinnott, R.K. 1994. *Kejuruteraan Jilid 6.* Wan Ramli Wan Daud (Penterjemah). Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Towler, G. & Sinnott R.K. 2012. *Chemical Engineering Design Principle, Practice and Economic of Plant and Process Design.* 2nd Ed. New York: Elsevier Sc. And Tech.
- Wan Ramli Wan Daud. 2002. *Prinsip Rekabentuk Proses Kimia.* Institusi Jurutera Kimia Malaysia.
- Zeman, J. F. 2006. *Pressure Vessel Design: The Direct Route.* Oxford: Elsevier.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Menjelaskan mekanisme pemindahan haba dan hubungannya dengan jenis-jenis sistem utiliti. <i>Ability to explain the mechanism of heat transfer and relates to type of utility systems.</i>

2	Membina reka bentuk pelbagai jenis penukar haba: penukar haba kelompong dan tiub. <i>Ability to built a design of different type of heat exchangers: shell and tube heat exchanger.</i>
3	Membezakan dan membina reka bentuk pemeluwap, pengulang didih, pengewap pelbagai peringkat dan menara pendinginan. <i>Differentiate and built a design of condenser, re-boiler, multistage evaporator, and cooling tower.</i>
4	Menjelaskan faktor-faktor reka bentuk dalam mereka bentuk sesuatu bekas tekanan: tekanan dan suhu reka bentuk, pemilihan bahan binaan, beban reka bentuk, peruntukan kakisan. <i>Explain design factors of process equipment construction: design pressure and temperature, materials selections, design loads, corrosion allowance. Pengetahuan mengenai faktor-faktor reka bentuk dalam mereka bentuk sesuatu bekas tekanan: tekanan dan suhu reka bentuk, pemilihan bahan binaan, beban reka bentuk, peruntukan kakisan.</i>
5	Mengira dan menentukan ketebalan minimum dan tekanan kerja maksimum yang dibenarkan (MAWP) bagi bekas tekanan (selinder atau sfera) dan penutup bekas (hemisfera, torisfera, elipsoid dan kon) samada yang dikenakan tekanan dalaman atau luaran mengikut kod ASME, penyeragaman ketebalan dan reka bentuk gelang penguat di bawah tekanan luaran. <i>Calculate and determine the minimum practical wall thickness and maximum allowable working pressure (MAWP) of pressure vessels for shells (cylindrical or spherical) and heads (hemispherical, torispherical, ellipsoidal, and conical) under internal and external pressure according to ASME code, thickness uniformity and design of stiffening ring under external pressure.</i>
6	Menganalisis reka bentuk bekas tekanan yang dikenakan beban bergabung seperti beban berat mati, beban angin, beban seismik dan beban sipi. <i>Analyze design pressure vessels under combined loadings of dead weight, winds, earthquake and torque.</i>
7	Mereka bentuk sistem penyokong bekas tekanan yang dikenakan beban majmuk dan bibir bekas. <i>Design vessel supports and flange under multiple loadings.</i>
8	Melakarkan lukisan kejuruteraan yang lengkap bagi bekas tekanan. <i>Draw mechanical engineering drawing for pressure vessels.</i>

### **KKKR3733 Proses Pemisahan II** ***Separation Process II***

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan rekabentuk proses bagi pemisahan komponen yang terdapat dalam industri makanan, farmaseutikal, bioteknologi dan industri kimia. Sebagai pendahuluan, ringkasan pengenalan kepada komposisi dan ciri fizikal bahan yang dituliskan terhadap kesesuaian operasi tertentu yang harus dipakai. Tahap biasa dalam biopemisahan merangkumi pemisahan bahan tidak larut, pengasingan produk, proses penulenan dan pemurnian, Penekanan terhadap mekanisma dan rekabentuk proses unit biasa dalam pemisahan pepejal-cecair seperti pemendakan, pengemparan dan penurasan kan dibuat. Untuk koloid, sel dan macromolekul, pemisahan bahan terlarut menggunakan membran oleh micropenurasan, ultrapenurasan and osmosis terbalik; kromatografi cecair dan penjerapan akan diberi penekanan. Proses lain-lain termasuklah pemendakan, penghabluran dan pengeringan akan juga dibincangkan.

*This course is intended to introduce process design for separation of components that are commonly found in food, pharmaceutical, biotechnology and chemical industry. In the introduction, a brief overview is given on composition and physical properties of the materials to be purified for most likely operation should be used. Typical stages in bioseparation will include separation of insoluble, isolation of product, purification and polishing. The emphasis on the mechanism and the process design of conventional unit in solid-liquid separation such as sedimentation, centrifugation and filtration will be covered. For colloids, cells and macromolecule, solute-solute separations using membrane by microfiltration, ultrafiltration and reverse osmosis; liquid chromatography and adsorption will be emphasized. Other processes include precipitation, crystallisation and drying will be also discussed.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :**

- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan kimia/  
*Chemical Engineering Principle*
- KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II/  
*Chemical Engineering Thermodynamics II*

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Harrison, R.G, Todd, P, Rudge S.R, dan Petrides, D. P. 2015. *Bioseparations Science and Engineering*. Edisi ke-2, New York: Oxford University Press
- Seader J. D. dan E. J. Henley. 2011. *Separation Process Principles*. Edisi ke-3, New York: John Wiley.
- Geankoplis, C. J. dan Hersel, A. A. 2018. *Transport Processes and Separation Process Principles*, Edisi ke-5, Prentice Hall.
- Wankat, P. C. 2016. *Separation Process Engineering*, Edisi ke-4, New York: Prentice Hall.
- Ladisch, M. R. 2014. *Bioseparations Engineering: Principles, Practice, and Economics*. New York: John Wiley and Sons.
- Couper, J.R., Penney, W.R., Fair, J.R. dan Walas, S.M. 2012. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*, Edisi ke-3, Oxford: Elsevier.
- Perry, R. H. dan Green, D.W. 2019. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*, Edisi ke 9, New York: McGraw Hill.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Mengaitkan ciri fizikal dan mekanisma pemisahan dan dengan jenis proses. <i>Relate physical properties of solutes component and separation mechanism to type of process.</i>
2	Menjelaskan proses pemisahan fizikal, membran, penjerapan, kromatografi, penukaran ion, pengeringan, penghabluran dan pemendakan dan penggunaannya di industri. <i>Explain separation processes such as physical separations, membranes, adsorption, ion exchange, chromatography, drying and crystallization and their applications in industry.</i>
3	Membina rekabentuk proses-proses pemisahan yang disebutkan di HPK2. <i>Develop design for the separation processes as mentioned in CO2.</i>
4	Memilih proses-proses pemisahan yang sesuai bagi aplikasi tertentu di industri <i>Decide on the selection of separation processes that are suitable for specific application in the industry</i>

### **KKKR3743 Reka Bentuk Loji Terbantu Komputer** ***Computer Aided Plant Design***

Kursus ini memperkenalkan kaedah komputeran lanjutan dan aplikasinya bagi penyelesaian kejuruteraan kimia dan biokimia. Ia memberikan pendedahan secara praktikal kepada konsep asas dan teknik penyelesaian penyelaku proses dalam bidang kejuruteraan biokimia dan kimia menggunakan HYSYS® iCON® dan SuperPro® untuk tujuan rekabentuk proses, perancangan dan penjadualan. Topik-topik yang dibincangkan dalam kursus ini merangkumi penyelakuan mantap dan dinamik proses kejuruteraan kimia dan biokimia. Di samping itu, penyelakuan yang lebih kompleks and termaju dengan menggunakan kemampuan pengembangan perisian penyelakuan turut dibincangkan.

*The course introduces students to advanced computational methods and their application to common chemical and biochemical engineering problems. It provides a practical introduction to basic concepts, tools and techniques of common process simulator in chemical and biochemical engineering using HYSYS® iCON® and SuperPro® for process design, planning and scheduling. The course also cover steady state and dynamic simulation of chemical and biochemical processes as well as utilization of extensibility features of process simulator for a more advance simulation.*

**Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II

**Pre-Requisite (if any):**KKKR2383 *Chemical Engineering Thermodynamic II***Bacaan Asas:****References:**

- Haydary, J. 2018. *Chemical Process Design and Simulation: Aspen Plus and Aspen Hysys Applications*, Wiley-AIChE.
- Green, D.W. & Southard, M.Z. 2018. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 9th Edition*, McGraw-Hill Education.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering, International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences, 5 Edition*. Prentice Hall.
- Seider, W., Seader, J. D., Lewin, D. R. dan Widagdo, S. 2008. *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design*, Edisi ke-3, New York: John Wiley.
- Dimian, A.C. & Bildea, C.S. 2008. *Chemical Process Design: Computer-Aided Case Studies*, Wiley-VCH.
- Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B. dan Shaeiwitz, J. A. 1998. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
- iCON® User Manual, 2017
- Superpro® User Manual, 2008

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Faham tanggungjawab jurutera biokimia dan kimia dalam mereka bentuk loji kejuruteraan biokimia dan kimia. <i>Understand the role and responsibility of biochemical and chemical engineers in the design of biochemical and chemical engineering plants</i>
2	Mereka bentuk loji kejuruteraan kimia menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti HYSYS® and iCON®. <i>Design chemical engineering plants using standard process simulator such as HYSYS® and iCON®.</i>

3	Mereka bentuk loji kejuruteraan biokimia menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti SuperPro®. <i>Design biochemical engineering plants using standard process simulator such as SuperPro®.</i>
4	Menyelaku loji kejuruteraan kimia dan biokimia dalam keadaan mantap dan dinamik. <i>Simulate engineering plants in steady state and dynamic mode.</i>
5	Menjadualkan proses sesekumpul. <i>Perform scheduling sequence for batch processes.</i>
6	Menggunakan kemampuan pengembangan perisian penyelaku proses. <i>Utilize process simulator extensibility features of process simulator for advance simulations.</i>

### **KKKR4742 Projek Ilmiah I** ***Research Project I***

Projek Ilmiah I merangkumi kajian kepustakaan, persediaan dan kajian awal serta penulisan laporan tentang tajuk penyelidikan yang dipilih; yang berkaitan dengan bidang kejuruteraan biokimia dan proses. Projek penyelidikan yang dijalankan akan diteruskan dalam KKKR4874 (Projek Ilmiah II). Setiap pelajar akan dibimbing oleh sekurang-kurangnya seorang penyelia.

*Research Project I covers literature review, preparation and initial research as well as report writing of chosen research topic; related to chemical and biochemical process engineering. Research project will be continued in KKKR4874 (Research Project II). Every student will be supervised by at least one supervisor.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-Requisite (if any)* :**

- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/  
*Chemical Engineering Principles,*
- KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I/  
*Chemical Engineering Thermodynamics I,*
- KKKR2363 Mekanik Bendalir/ *Fluid Mechanics,*
- KKKR2473 Kejuruteraan Tindak Balas Kimia I/  
*Chemical Reaction Engineering I,*
- KKKR2463 Pemindahan Haba dan Jisim/ *Mass and Heat Transport,*
- KKKR3543 Proses Pemisahan I/ *Separation Processes*

#### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Panduan penulisan tesis: Gaya UKM (2015). Pusat Pengurusan Siswazah UKM.
- Bell, J. and Waters, S. (2014). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers, Berkshire*: Open University Press.
- Eco U. (2015). *How to Write a Thesis, Massachusetts Institute of Technology*: MIT Press.

Sulaiman Masri (2005). Kaedah penyelidikan dan panduan penulisan: esei, proposal, tesis, Kuala Lumpur :Utusan Publication & Distributor.  
Taylor, S. (2002). *Essential Communication Skills*, New York: Longman.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Mengamalkan proses penyelidikan dalam kejuruteraan kimia. <i>Practise chemical engineering research process.</i>
2	Menganalisis isu dan masalah dalam bidang penyelidikan. <i>Analyse issues and problems in research area.</i>
3	Menyusun kaedah uji kaji bagi menyelesaikan masalah penyelidikan. <i>Compile experimental methodology for solving research problem.</i>
4	Mengarang laporan teknikal berpandukan format dan tanpa unsur plagiat. <i>Ability to write technical report based on format and without plagiarism.</i>
5	Mempamerkan hasil penyelidikan dalam bentuk pembentangan lisan. <i>Exhibit research outcomes in the form of oral presentation.</i>
6	Menganalisis maklumat penyelidikan dan rujukan bermutu. <i>Ability to analyse research information and quality references.</i>
7	Mengadaptasi pengurusan projek penyelidikan. <i>Ability to adapt research project management.</i>

## **KKKR4743 Keselamatan Industri**

### ***Industrial Safety***

Kursus ini memberikan tumpuan terhadap kaedah mengenalpasti bahaya dan menganalisis serta menganalisis risiko yang timbul dari bahaya. Pelbagai kaedah pencegahan dan kawalan juga turut di perkenalkan. Selain itu, peruntukan perundangan berkaitan keselamatan industri serta agensi-agensi kerajaan akan dikenalpasti bagi menjelaskan tanggungjawab majikan dan pekerja terhadap keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

*This course focuses on methods to identify hazards and analyze and evaluate the adverse effects. Students will also be introduced to various methods of preventive and control against hazards. The national legislations on occupational safety and health and the regulations will be introduced to students to explain the responsibilities of the employer and employees in maintaining the safety and health of workers.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
**Pre-Requisite:** None

### **Bacaan Asas:**

#### **References:**

- Brauer, R.L. 2016. *Safety and Health for Engineers*, 3rd Ed., New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Flemmeing, D.O., Hunt, D.L 2014. *Biological Safety: Principles and Practices*. Washington: American Society for Microbiology.
- Goetsch, D.L. 2018. *Occupational Safety and Health for Technologist, Engineers and Managers*, 9th Ed. New Jersey: New Jersey: Pearson Education Inc.
- Asfahl, C.R. 2018. *Industrial Safety and Health Management*, 7th Ed. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Crowl, D.A. & Louvar, J.F. 2001. *Chemical Process Safety – Fundamentals with Applications*, 2nd Ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Marshall, V. & Ruheman, S. 2001, *Fundamentals of Process Safety*. Rugby: IChemE, UK.

### **Hasil Pembelajaran**

#### **Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Memahami asas dalam pengurusan keselamatan dalam industri proses. <i>Understand the fundamentals of safety management in process industry</i>
2	Memahami konsep sistem berisiko dan keselamatan inheren. <i>Understand the concept hazard system and inherent safety.</i>
3	Mengenal pasti risiko industri menggunakan pelbagai kaedah pengcaman risiko pada pelbagai peringkat pembangunan loji proses. <i>Identify industrial hazards using various hazard identification methods at various stages of a process plants development.</i>
4	Menilai risiko di tempat kerja dan menghindarkan atau mengurangkan kesan buruk hazard secara efektif. <i>Assess risk at the work place and to eliminate or reduce the adverse effects of the hazards effectively.</i>
5	Menganalisis pelbagai kaedah pengawalan risiko (system kawalan kejuruteraan dan kawalan pentadbiran) dan perundangan keselamatan di tempat kerja. <i>Analyse various methods of hazard control (engineering control and administrative control) and safety legislation at work place.</i>



## **KKKR4752 Analisis Ekonomi Proses**

### ***Analysis of Process Economics***

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan analisis secara sistematik ke atas kos dan keuntungan berkaitan dengan projek-projek teknikal dalam kejuruteraan kimia. Pelajar akan didedahkan dengan konsep nilai masa untuk wang, kaedah aliran tunai terdiskaun, susut nilai, inflasi dan percukaian. Ini akan membolehkan pelajar mampu membuat keputusan mengenai penggunaan wang sebagai kapital dalam projek-projek berkaitan teknologi dan kejuruteraan. Pelajar akan menyelesaikan masalah-masalah ekonomi yang melibatkan perbandingan dan pemilihan alternatif dengan menggunakan pelbagai kaedah seperti analisis nilai kini, analisis nilai tahunan, analisis nilai hadapan, analisis kadar keuntungan, nisbah kos-keuntungan, analisis sensitiviti dan pulung modal, dan analisis tempoh bayar balik.

*This course is meant to introduce systematic analysis of the costs and benefits associated with technical projects in chemical engineering. The student will be exposed to the concepts of the “time value of money”, the methods of discounted cash flow, depreciation, inflation and tax. Students are prepared to make decisions regarding money as capital within a technological or engineering environment. Student will solve economic problems involving comparison and selection of alternatives by using variety of analytical techniques including present worth analysis, annual worth analysis, future worth analysis, rate of return analysis, benefit-cost ratio, sensitivity and breakeven analyses, and payback period analysis.*

**Pra-Keperluan (jika ada)**   Tiada/  
***Pre-Requisite (if any) :***       None

#### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Chan S. Park. 2015, *Contemporary Engineering Economics*, 6th Edition, Pearson.
- Newman, Donald G., Eschenbach, Ted G., and Lavelle, Jerome P. 2017. *Engineering Economic Analysis*. 13th Edition, New York: Oxford University Press.
- John A. White, Kellie S. Grasman , Kenneth E. Case, Kim LaScola Needy, David B. Pratt, 2013. *Fundamentals of Engineering Economic Analysis 1st Edition*, Wiley.
- Peter, M.S., Timmerhaus, K.D, & West, R., 2013, *Plant Design & Economics for Chemical Engineers (International Edition)*, 5thEd, TMH.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Menerangkan konsep-konsep asas berkaitan pengurusan wang dalam projek-projek teknikal. <i>Explain basic concepts related to management of money on technical projects.</i>
2	Melakukan analisis nilai ekonomi sesebuah projek teknikal berkaitan Kejuruteraan kimia. <i>Analyse the economic value of technical project related to chemical engineering.</i>
3	Melakukan perbandingan dan kesetaraan ekonomi projek-projek alternatif. <i>Ability to compare and determine the economic equivalence of alternative projects.</i>
4	Memahami faktor-faktor ekonomi dalam analisis projek dan mampu membuat keputusan. <i>Demonstrate understanding on the economic factors in technical project and to make economic decisions.</i>

### **KKKR4774 Projek Reka Bentuk Loji Proses I**

#### ***Process Plant Design Project I***

Kursus ini merupakan bahagian pertama daripada dua bahagian kursus rekabentuk loji. Objektif kursus ini adalah menyediakan arena untuk pelajar menggunakan ilmu yang telah diperolehi untuk menghasilkan reka bentuk secara keseluruhan sebuah loji proses. Untuk bahagian permulaan ini, pelajar dikehendaki melakukan kajian ketersauran bagi projek yang ditentukan. Pelajar akan dibahagikan kepada beberapa kumpulan yang setiap satu akan diselia oleh seorang atau lebih pensyarah atau penyelia. Tiap-tiap kumpulan dikehendaki seolah-olah bekerja sebagai jurutera-jurutera projek. Reka bentuk yang dihasilkan hendaklah merangkumi aspek-aspek reka bentuk kejuruteraan kimia, reka bentuk mekanik alat-alat pemprosesan, kawalan proses, keselamatan proses, kesedaran berkenaan Amalan Pengilangan Yang Baik, kawalan pencemaran dan rawatan bahan buangan dan ekonomi proses.

*This is the first part of a two part Process Plant Design Courses. The objective of the course is to provide a platform for the students to apply their acquired knowledge in chemical engineering field to design a complete chemical plant. In this initial stage the students are required to perform a conceptual design of a chemical plant according to the given project. The students will be divided into several groups and each group will be guided by one or more appointed lecturers or supervisors. The students are expected to work as if they were already a project engineer in a real company. The final design should include all aspects of chemical engineering plant designs such as process design, process safety, process control, and awareness on Good Manufacturing Practices (GMPs), contamination control, waste treatment and process economic.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :**

- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/  
*Chemical Engineering Principles,*
- KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I/  
*Chemical Engineering Thermodynamics I,*
- KKKR2363 Mekanik Bendalir/ *Fluid Mechanics,*
- KKKR2473 Kejuruteraan TindakBalas Kimia I/  
*Chemical Reaction Engineering I,*
- KKKR2463 Pemindahan Haba dan Jisim/  
*Mass and Heat Transport,*
- KKKR3543 Proses Pemisahan I/ *Separation Processes I*

**Bacaan Asas:****References:**

- Ruiz-Mercado, G. & Cabezas, H. 2016. *Sustainability in the Design, Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes.* Oxford: Elsevier Inc.
- Dimian, A. C., Bildea C. S. & Kiss, A. A. 2014. *Integrated Design and Simulation of Chemical Processes, 2nd Ed.* Oxford: Elsevier Inc.
- Towler, G, dan Sinnott, R. 2013. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, 2nd Ed.* Oxford: Elsevier Ltd.
- Turton, R., Bhattacharyya, D., Whiting, W.B. dan Shaeiwitz, J.A. 2018. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 5th Ed.* New York: Prentice Hall Inc.
- Crowl, D.A. dan Louvar, J.F. 2011. *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, 3rd Ed.* New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Peters, M., Timmerhaus, K. dan West, R. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th Ed.* New York: McGraw-Hill.
- Daud, W.R.W., Salihon, J., Bulat, K.H.K., Abdullah, N. dan Rahman, R.A. (pnyt.) 1993. *Kejuruteraan Kimia: Reka Bentuk.* Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Douglas, J.M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Process.* New York: McGraw-Hill.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Mengaplikasi teori kejuruteraan kimia/biokimia dan pengiraan matematik untuk melakukan rekabentuk loji dan alat unit operasi. <i>Use chemical/biochemical and mathematical calculation to perform plant and unit operation design.</i>
2	Menyelidik literatur dan menganalisa masalah berkaitan rekabentuk loji. <i>Research literature and analyse problems related to plant design.</i>
3	Menghasilkan rekabentuk unit alat operasi yang mematuhi aspek keselamatan dan kesihatan, dan persekitaran. <i>Develop the design of unit operation that meet specified needs for public health and safety and environmental considerations.</i>
4	Menilai data dan maklumat dari teknologi sedia ada dan kajian literatur, dan membuat rumusan. <i>Evaluate information and data from existing technology and literature review and provide conclusions.</i>
5	Mengaplikasi perisian kejuruteraan untuk lukisan dan kerja simulasi untuk melaksanakan kerja rekabentuk dan analisa aspek keselamatan. <i>Apply engineering softwares to perform drawing and process simulation work to execute design work and safety aspect.</i>
6	Menilai dan mencadangkan kawalan proses loji yang selamat dan mematuhi undang-undang sedia ada. <i>Evaluate and propose the suitable plant process control which meet safety and legal requirement.</i>
7	Menilai kesan rekabentuk loji ke atas persekitaran dan pembangunan lestari, dan mencadangkan rawatan sisa yang sesuai. <i>Evaluate the effect of plant design on environment and sustainable development, and propose a suitable waste treatment method.</i>
8	Memupuk etika dan bertanggungjawab terhadap penyelia dan ahli kumpulan. <i>Nurture ethics and responsibilities towards team members and supervisors.</i>
9	Menerangkan secara lisan dan bertulis secara berkesan untuk penyampaian dan pelaksanaan rekabentuk loji. <i>Explain verbally and writing effectively on delivering and executing the plant design work.</i>
10	Mengorganisasi kerja secara berkesan sebagai individu, ahli atau ketua dalam kumpulan. <i>Organize work effectively as an individual, and as a member or leader in teams.</i>
11	Mengenalpasti keperluan pelbagai bahan dan sumber rujukan rujukan yang sesuai untuk melaksanakan projek reka bentuk. <i>Recognise the suitable sources and references to execute plant design project work.</i>
12	Menganalisis ekonomi loji untuk pengurusan dan keberuntungan rekabentuk loji. <i>Analyse plant economic for good profitability and plant management.</i>

## **KKKR4793 Reka Bentuk Loji Proses** **Process Plant Design**

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan prinsip reka bentuk proses kimia yang membolehkan pelajar mereka-bentuk loji proses kimia dan bio-kimia yang lengkap. Kursus ini membincangkan prinsip reka bentuk proses yang terdiri daripada sintesis proses iaitu gaya kendalian, suapan dan hasil, kitaran semula dan pembuangan, pemilihan reaktor/bioreaktor, sistem pemisahan cecair dan gas/wap, reka bentuk pantas alat, perpaipan dan sistem kawalan proses; analisis proses iaituimbangan jisim dan tenaga menggunakan perisian terbantu komputer dan penyediaan rajah aliran proses, paip dan instrumentasi dan susun atur loji. Ia juga akan memperkenalkan konsep penyepaduan tenaga dan jisim.

*This course introduces the conceptual design of a chemical and biochemical plant. It discusses on the core procedure on plant design that includes the process synthesis like mode of operation, feed and product stream, recycle and purge stream, selection of reactor/bioreactor, liquids and vapor separation units, shortcut design method, piping and control system, analysis on heat and mass balance using computer aided design, process flow diagram, piping and instrumentation diagram, plant layout. It will also introduces the concept of heat integration and waste minimization.*

**Pra-Keperluan (jika ada) / Pre-Requisite (if any) :** Tiada / None

### **Bacaan Asas:**

#### **Reference:**

- Smith, R. L. 2016. Chapter Three - *Conceptual Chemical Process Design for Sustainability*. In: *Sustainability in the Design, Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes*, Ruiz-Mercado, G. & Cabezas, H., Butterworth-Heinemann: 67-85.
- Dimian, A. C., Bildea C. S. & Kiss, A. A. 2014. Chapter 7 - *Process Synthesis by the Hierarchical Approach*. *Computer Aided Chemical - Engineering* 35: 253-300.
- Towler, G. dan Sinott, R. 2013. *Chemical Engineering Design Principle, Practice and Economic of Plant and Process Design* 2nd ed. Oxford: Elsevier.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D. dan West, R.E. 2004. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Singapore: McGraw-Hill.
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*. England Wiley.
- Biegler, L.T., Grossmann, E.I. dan Westerberg, A.W. 1997. *Systematic Methods of Chemical Process Design*. London: Prentice-Hall International.

Douglas, J.M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Processes*. New York: McGraw-Hill.

Coulson, J.M. dan Richardson, J.F. 1983. *Kejuruteraan Kimia Jilid 6:Reka Bentuk*, (terjemahan Daud, W.R.W., Salihon, J., Hamid, K.H.K., Abdullah, N. dan Rahman, R.A.) Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Mengenal pasti dan membincangkan tatacara asas konsep reka bentuk loji <i>Identify and discuss the basic procedures for conceptual design of chemical process plant.</i>
2	Mengaplikasi dan melakukan kajian ketersauran untuk sebuah proses/loji kimia. <i>Apply and perform a feasibility study for a chemical process/plant.</i>
3	Membina reka bentuk konsep loji dengan selamat menggunakan fungsi keupayaan ekonomi <i>Build conceptually a design of chemical process plant.</i>
4	Menyusun dan menyediakan rajah alir proses dan melakukan imbalan jisim dan haba. <i>Arrange and perform process flow diagram, mass balance and heat balance and plant layout.</i>
5	Mengaplikasi dan melakukan penyepaduan haba dan jisim untuk sesuatu loji process. <i>Apply and perform heat and mass integration for process plant.</i>

## **KKKR4873 Kawalan Pencemaran dan Pengeluaran Bersih** ***Pollution Control and Cleaner Production***

Matlamat kursus ini ialah member pengetahuan, kefahaman dan pengalaman praktikal dalam aspek Pengeluaran Bersih dan Kawalan Pencemaran supaya pelajar dapat memperolehi kemahiran untuk mengendali dan mengurus sesuatu loji dengan selamat. Pelajar akan diperkenalkan kepada kaedah-kaedah pengeluaran bersih supaya dapat membuat keputusan yang sesuai untuk menjimatkan sumber dan memastikan proses yang digunakan atau direkabentuk tidak mencemarkan alam. Pelajar juga akan diperkenalkan kepada undang-undang mengenai kawalan pencemaran, samaada peraturan di Malaysia dan antarabangsa. Di samping didedahkan kepada kaedah-kaedah perawatan sisa, pelajar juga diberi pengalaman praktikal dalam pensampelan, analisis dan pengurusan di loji, pengurusan sisa terjadual dan sisa pepejal dan lain-lain.

*This course aims to impart knowledge, understanding and practical experience in pollution control and cleaner production (CP) so that students could gain skill to operate and manage a plant in a safe way. Students would be introduced to CP methods so that they could make the right decision to save resources and to make*

sure that the process used or designed is environmentally safe. Students would be exposed to the environmental laws and legislation in Malaysia and international. Apart from that, students would also be exposed to waste treatments systems, practical sampling and analysis, plant management, solid waste and schedule waste management etc.

**Pra-Keperluan (jika ada) / Pre-Requisite (if any) :** Tiada / None

### **Bacaan Asas:**

#### **References:**

- Cornwell, D. 2014. *Introduction to Environmental Engineering*. 5th ed. McGraw-Hill India.
- Mihelcic, J.R. & Zimmerman, J.B. 2014. *Environmental Engineering: Fundamentals, Sustainability, Design*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Davis, M. L. & Cornwell, D. A. 2013. *Introduction to Environmental Engineering*. 5th ed. New York: McGraw- Hill.
- Metcalf & Eddy, Inc. 2013. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 5th ed. New York: McGraw- Hill.
- Hammer & Hammer. 2008. *Water and Wastewater Technology*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Laws of Malaysia. 2010 *Environmental Quality Act and Regulations*. Kuala Lumpur: MDC Publishers Sdn. Bhd.
- Vesilind, P. A., Morgan, S. M. & Heine, L. G. 2010. *Introduction to Environmental Engineering*. 3rd ed. Stamford: Cengage Learning.

### **Hasil Pembelajaran**

#### **Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Menerangkan kepentingan kawalan pencemaran dan pengeluaran bersih di industri pemprosesan. <i>Explain the importance of cleaner production and pollution control in process industries.</i>
2	Mengklasifikasikan aspek perundangan di Malaysia serta dunia berkaitan dengan pengurusan sisa dan pengeluaran bersih. <i>Classify environmental regulations for national and international levels, notably with respect to waste management and cleaner production.</i>
3	Membezakan pengeluaran bersih dan teknologi hijau di berbagai proses dan industri. <i>Differentiate cleaner production and green technology for various types of processes and industries.</i>
4	Mengaudit sisa dan pengeluaran bersih serta sisa minima. <i>Carry out waste and cleaner production audit and waste minimisation.</i>

5	Mengira dan menganalisis maklumat reka bentuk proses kawalan pencemaran (air, gas, pepejal). <i>Calculate and analyse information for a design of pollution control process design (water, gas, solid).</i>
6	Mengkategorikan proses mengurus sisa kimia, kimia berbahaya (sisa pepejal) dan sisa gas. <i>Categorize a process of chemical sludge and hazardous waste management (solid, wastes and gas waste).</i>

## **KKKR4852 Projek Reka Bentuk Loji Proses II** ***Process Plant Design Project II***

Kursus ini merupakan bahagian kedua dari kursus rekabentuk loji proses. Setelah kajian ketersauran dan rekabentuk konsep loji proses diselesaikan, pelajar dikehendaki memperincikan dan menyelesaikan kerja rekabentuk tersebut. Pelajar dikehendaki meneruskan sebagai sebahagian daripada kumpulan yang ditetapkan yang diselia oleh penyelia atau pensyarah yang sama. Reka bentuk yang dihasilkan hendaklah merangkumi aspek-aspek reka bentuk kejuruteraan kimia, reka bentuk mekanik alat-alat pemprosesan, kawalan proses, keselamatan proses, kawalan pencemaran dan rawatan bahan buangan, amalan perkilangan baik (GMP) dan ekonomi proses.

*This is the second part of the Process Plant Design course. After completing the feasibility studies and the conceptual design of the chemical process plant, the students are required to complete and finalise their work. The students will continue to be a member of their designated group in the previous design course and will still be guided by the same supervisor or lecturers. The final design components should include all aspects of chemical engineering plant design such process design, process safety, process control, contamination control and waste treatment, good manufacturing practice (GMP) and process economy.*

### **Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :**

KKKR4774 Projek Reka Bentuk Loji Proses I/  
*Process Plant Design Project I*

### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

Ruiz-Mercado, G. & Cabezas, H. 2016. *Sustainability in the Design, Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes*. Oxford: Elsevier Inc.  
Dimian, A. C., Bildea C. S. & Kiss, A. A. 2014. *Integrated Design and Simulation of Chemical Processes, 2nd Ed.* Oxford: Elsevier Inc.  
Towler, G, dan Sinnott, R. 2013. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, 2nd Ed.* Oxford: Else



vier Ltd.

- Turton, R., Bhattacharyya, D., Whiting, W.B. dan Shaeiwitz, J.A. 2018. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*, 5th Ed. New York: Prentice Hall Inc.
- Crowl, D.A. dan Louvar, J.F. 2011. *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*, 3rd Ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Peters, M., Timmerhaus, K. dan West, R. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th Ed. New York: McGraw-Hill.
- Daud, W.R.W., Salihon, J., Bulat, K.H.K., Abdullah, N. dan Rahman, R.A. (pnyt.) 1993. *Kejuruteraan Kimia: Reka Bentuk*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Douglas, J.M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Process*. New York: McGraw-Hill.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Mengaplikasi teori kejuruteraan kimia/biokimia dan pengiraan matematik untuk melakukan rekabentuk loji dan alat unit operasi. <i>Use chemical/biochemical and mathematical calculation to perform plant and unit operation design.</i>
2	Menyelidik literatur dan menganalisa masalah berkaitan rekabentuk loji. <i>Research literature and analyse problems related to plant design.</i>
3	Menghasilkan rekabentuk unit alat operasi yang mematuhi aspek keselamatan dan kesihatan, dan persekitaran. <i>Develop the design of unit operation that meet specified needs for public health and safety and environmental considerations.</i>
4	Menilai data dan maklumat dari teknologi sedia ada dan kajian literatur, dan membuat rumusan. <i>Evaluate information and data from existing technology and literature review and provide conclusions.</i>
5	Mengaplikasi perisian kejuruteraan untuk lukisan dan kerja simulasi untuk melaksanakan kerja rekabentuk dan analisa aspek keselamatan. <i>Apply engineering softwares to perform drawing and process simulation work to execute design work and safety aspect.</i>
6	Menilai dan mencadangkan kawalan proses loji yang selamat dan mematuhi undang-undang sedia ada. <i>Evaluate and propose the suitable plant process control which meet safety and legal requirement.</i>
7	Menilai kesan rekabentuk loji ke atas persekitaran dan pembangunan lestari, dan mencadangkan rawatan sisa yang sesuai. <i>Evaluate the effect of plant design on environment and sustainable development, and propose a suitable waste treatment method.</i>
8	Memupuk etika dan bertanggungjawab terhadap penyelia dan ahli kumpulan <i>Nurture ethics and responsibilities towards team members and supervisors.</i>

9	Menerangkan secara lisan dan bertulis secara berkesan untuk penyampaian dan pelaksanaan rekabentuk loji. <i>Explain verbally and writing effectively on delivering and executing the plant design work.</i>
10	Mengorganisasi kerja secara berkesan sebagai individu, ahli atau ketua dalam kumpulan <i>Organize work effectively as an individual, and as a member or leader in teams.</i>
11	Mengenalpasti keperluan pelbagai bahan dan sumber rujukan rujukan yang sesuai untuk melaksanakan projek reka bentuk. <i>Recognise the suitable sources and references to execute plant design project work.</i>
12	Menganalisis ekonomi loji untuk pengurusan dan keberuntungan rekabentuk loji. <i>Analyse plant economic for good profitability and plant management.</i>

### **KKKR4853 Pemodelan Proses dan Simulasi Berangka** ***Process Modeling and Numerical Simulation***

Kursus ini memperkukuhkan pengetahuan berkaitan asas pemodelan proses dan kaedah berangka dengan mengpalikasikan terhadap sistem kimia dan biokimia mantap dan tidak mantap. Ia memberikan pengenalan secara praktikal terhadap model proses dengan memberikan penekanan terhadap pembangunan model-model proses mantap dan tidak mantap berdasarkan prinsip-prinsip asas kejuruteraan serta aplikasi kaedah berangka termaju bagi menyelesaikan permasalahan kejuruteraan, rekabentuk dan saintifik yang sering ditemui pada sistem kimia dan biokimia.

*This course consolidate the accumulated knowledge of process modeling fundamentals and numerical solution techniques by applying them to a wide variety of steady as well as dynamic, chemical, and biochemical systems. It provides a practical introduction to basic concept of process model and emphasize the development of steady state and dynamics process models from the first-principle and application of advance numerical techniques to solve engineering, design and scientific problems encountered in chemical, and biochemical systems.*

#### **Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):**

KKKR3522 Perkomputeran Kejuruteraan Kimia/  
*Chemical Engineering Computation*

#### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

Ashok, K.V. 2014. *Process Modelling and Simulation in Chemical, Biochemical and Environmental Engineering*. CRC Press.  
Bequette, B.W. 1998, *Process Dynamics - Modeling, Analysis and Simulation*, Singapore: Pentice Hall.

- Bird, R.B, Stewardt, W.E. and Lightfoot, E.N. 2002. *Transport Phenomena*: John Wiley, Singapore.
- Chapra, S.C. and Canale, R.P. 2003. *Numerical methods for Engineers*: McGraw Hill, Kuala Lumpur.
- Chapra, S.C. 2005. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientist*, Kuala Lumpur.
- Jana, A.K. 2018. *Chemical Process Modelling and Computer Simulation*: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Rice, R.G. and Do, D.D, 1995. *Applied Mathematics and Modeling for Chemical Engineers*: John Wiley, Singapore.
- Simant, R.U. 2017. *Process Modeling and Simulation for Chemical Engineers: Theory and Practice*: John Wiley & Sons.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan model proses and kegunaannya untuk menganalisis proses kimia dan biokimia. <i>Explain on process model and its application for analyzing the chemical and biochemical processes.</i>
2	Menganalisis dan membangun pelbagai hirarki model proses mantap dan tidak mantap. <i>Analyse and develop various hierarchy of steady state and dynamics process models from the first principle.</i>
3	Mengenalpasti dan mengaplikasi keadah berangka yang sesuai untuk menyelesaikan model proses dan menganalisis prestasi proses. <i>Identify and apply appropriate numerical methods for solving process model and analyzing process performance.</i>
4	Menganalisis dan menggunakan perisian pengaturcara dan perisian rekabentuk terbantu komputer untuk menalisis proses kimia dan biokimia. <i>Analysis and utilized computer programming and computer aided design software for modeling and analyzing chemical and biochemical processes.</i>

## KKKR4874 Projek Ilmiah II

### Research Project II

Projek Ilmiah II adalah penerusan tugas yang telah dijalankan dalam KKKR4732 dan pelajar akan diselia oleh penyelia yang sama. Dalam kursus ini pelajar akan terlibat dengan kerja-kerja amali/permodelan/simulasi, analisis data, perbincangan hasil penyelidikan, penulisan disertasi/tesis dan pembentangan lisan seperti pembentangan kemajuan projek dan pembentangan akhir projek.

*This project is a continuation of assignments which have been carried out in KKKR4732, and supervised by the same supervisor. These will involve experimental/modelling/simulation work, data analysis, discussion of research findings, dissertation/theses writings and oral presentation, namely progress and final project presentation.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):**

KKKR4732 Projek Ilmiah I/

KKKR4732 *Research Project I*

**Bacaan Asas:**

**References:**

Panduan penulisan tesis: Gaya UKM (2015). Pusat Pengurusan Siswazah UKM.  
Bell, J. and Waters, S. (2014). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers*, Berkshire: Open University Press.

Eco U. (2015). *How to Write a Thesis*, Massachusetts Institute of Technology: MIT Press.

Sulaiman Masri (2005). Kaedah penyelidikan dan panduan penulisan: esei, proposal, tesis, Kuala Lumpur :Utusan Publication & Distributor.

Taylor, S. (2002). *Essential Communication Skills*, New York: Longman.

**Hasil Pembelajaran**

**Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Mengamalkan proses penyelidikan dalam kejuruteraan kimia. <i>Practise chemical engineering research process.</i>
2	Menganalisis isu dan masalah dalam bidang penyelidikan. <i>Analyse issues and problems in research area.</i>
3	Menyusun kaedah uji kaji bagi menyelesaikan masalah penyelidikan. <i>Compile experimental methodology for solving research problem.</i>
4	Mengendalikan dan mengubahsuai eksperimen serta menganalisa data. <i>Conduct and modify experimental and to perform data analysis.</i>
5	Mengarang laporan teknikal berpandukan format dan tanpa unsur plagiat. <i>Write technical report based on format and without plagiarism.</i>
6	Mempamerkan hasil penyelidikan dalam bentuk pembentangan lisan. <i>Exhibit research outocmes in the form of oral presentation.</i>
7	Mengadaptasi bekerja secara individu dalam penyelesaian masalah penyelidikan. <i>Adapt working individually in solving research problems.</i>

8	Menganalisis maklumat penyelidikan dan rujukan bermutu. <i>Analyse research information and quality references.</i>
9	Mengadaptasi pengurusan projek penyelidikan. <i>Adapt research project management.</i>

## **KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan** ***Advanced Cell and Microbial Biotechnology***

Kursus ini akan menjelaskan tentang perkembangan bidang bioteknologi termaju dan terkini dalam industri bioproses dan bioteknologi. Kefahaman akan diberikan tentang perkembangan produk industri bioteknologi moden daripada sel-sel biologi, yang menggunakan teknologi DNA rekombinan. Konsep penghasilan biomolekul aktif melalui fermentasi dan kultur sel secara tak konvensional, seperti enzim rekombinan, peptida, dan protein terapeutik seperti antibodi monoklon, serta penjuruteraan tisu dan pengkulturan stem cells. Pelajar akan diberi kefahaman tentang penggunaan teknologi berkaitan seperti pengekspresan gen dan site-directed mutagenesis dalam pembaikan sel sumber/bank yang merupakan teras penghasilan produk industri bioteknologi moden. Seterusnya pelajar akan didedahkan tentang impak perkembangan bidang biologi sistem di abad ke 21 yang merupakan kesan daripada kejayaan projek genom manusia dan hubungannya dengan bidang Kejuruteraan Biokimia dan industri bioproses. Sehubungan dengan ini, pelajar juga akan diberi pengetahuan tentang aspek-aspek penkuatkuasaan keselamatan bio serta isu-isu bioetika dan hakmilik biointelekt.

*This course will elaborate on the development of advanced biotechnology discipline in relation to the bioprocesses and biotechnology industries. Understanding will be given on the development of modern biotechnological products from biological cells, which are generated through the application of DNA recombinant technologies. The concept of production of active biomolecules through non-conventional fermentation and cell cultivation, such as recombinant enzymes, peptides and therapeutic proteins like monoclonal antibodies, as well as tissue engineering and stem cells cultivation. Students will be given understanding on relevant technologies such as gene expression and site-directed mutagenesis, in its applications for improvement of the cell source/banking, which is the core importance for production in modern biotechnology industries. Students will be exposed on the impact of development of system biology within the 21st century which is the results of success in the Human Genome Project, as well as its relevant to Biochemical Engineering discipline and bioprocessing industries. Therefore, students will be taught on biosafety aspects of regulations, bioethical issue and biointellect properties.*

**Pra-Keperluan (jika ada):**

KKKR2323 Biologi Sel Untuk Jurutera  
*Cell Biology for Engineers*

**Pre-Requisite (if any) :**

KKKR3583 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekul  
*Biochemistry and Biomolecular Engineering*

**Bacaan Asas:****References:**

- Flickinger, M.C. 2010. *Encyclopedia of Industrial Biotechnology*. Wiley  
 Smith, J.E. 2009. *Biotechnology. 5th Edition*. Cambridge University Press.  
 Lee, Y.K. 2006. *Microbial Biotechnology: Principles and Applications*.  
 Singapore: World Scientific Publishing.  
 Finegold, D., Bensimon, C., Daar, A., Eaton, M., Godard, B., Knoppers, B.,  
 Mackie, J., Singer, P. 2005. *BioIndustry Ethics*. Academic Press.  
 Parekh, S.R. 2004. *The GMO Handbook: Genetically Modified Animals,  
 Microbes, and Plants in Biotechnology*.  
 Colin Ratledge & Bjorn Kristiansen, 2006. *Basic Biotechnology*. New York:  
 Cambridge University Press.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami konsep teknologi yang digunakan dalam bioteknologi modern. <i>Understand technology concepts which are applied in modern biotechnology.</i>
2	Mengetahui konsep pemilihan sel-sel biologi sebagai kilang sel dalam industri bioteknologi konvensional dan moden. <i>Understand the concept of biological cell selection as cell factories in conventional and modern biotechnology industries..</i>
3	Mengenal pasti aplikasi pembaikan sumber sel menggunakan teknologi rekombinan DNA. <i>Identify the application of DNA recombinant technology in cell source improvement</i>
4	Menjelaskan factor-faktor penting yang merupakan alat dalam manipulasi gen pada DNA. <i>Explain important factors which are the basic tools in DNA gene manipulations</i>
5	Mengenalpasti faktor-faktor keselamatan bio berhubung penggunaan teknologi rekombinan. <i>Identify biosafety factors in relation to application of recombinant technology.</i>

6	Memahami dan menjelaskan bidang bioteknologi moden yang meliputi bidang 'omik' seperti, genomik, proteomik, transcriptomik dan metabolomik <i>Understand and explain modern biotechnology discipline which comprises 'omic' technology such as genomic, proteomic, transcriptomic and metabolomic.</i>
---	---

## **KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal** ***Biopharmaceutical Technology***

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar tentang penghasilan bahan farmaseutikal melalui kaedah bioteknologi. Kursus ini membincangkan penggunaan mikroorganisma dan sel-sel biologi lain dalam penghasilan produk biofarmaseutikal dan ubatan biologik yang menggunakan teknologi DNA rekombinan, penjuruteraan genetik dan imunoteknologi. Pelajar akan didedahkan kepada strategi pembangunan medium sintetik dan metabolisme untuk penghasilan yang optimum; teknologi pengkulturan dan fermentasi melalui mod operasi yang tertentu, pemantauan kesterilan dan proses hiliran produk biofarmaseutikal. Pelajar juga akan didedahkan tentang ujian klinikal dan Amalan Pembuatan Baik (AMP) yang kritikal untuk industri biofarmaseutikal.

*This course is aimed to introduce students about production of pharmaceutical products through biotechnology. This course focuses on application of microorganisms, and other biological cells in the production of biopharmaceuticals and biologic drugs/medicines, by application of DNA recombinant technology, genetic engineering and immunotechnology. Students will be exposed to synthetic media development strategy for optimum metabolism and yield, Cultivation and fermentation technologies using certain mod of operation, sterility monitoring and down processing of the biopharmaceutical products. Students will also be exposed to clinical trials and Good Manufacturing Practice (GMP) issues which are critical for biopharmaceutical industries.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada  
***Pre-requisite (if any):*** None

**Bacaan Asas:**  
***References:***

- Crommelin, D.J.A., Sindelar, R.D., Meibohm, B. 2013. *Pharmaceutical Biotechnology: Fundamentals and Applications*. 4th Edition. New York: Springer-Verlag
- Yeh, W-K., Yang, H-C., McCarthy, J.R. 2010. *Enzyme Technologies Metagenomics, Evolution, Biocatalysis and Biosynthesis*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

- Walsh, G. 2007. *Pharmaceutical Biotechnology: Concept and Application*. USA : John Wiley & Sons.
- Ghasem D. Najafpour. 2007. *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Elsevier, UK
- Ozturk, S.S., Hu, W-S. 2006. *Cell Culture Technology for Pharmaceutical and Cell-based Therapies*. New York London: Taylor & Francis

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	Memahami perbezaan di antara industri farmaseutikal dan biofarmaseutikal. <i>Understand the difference between pharmaceutical and biopharmaceutical industries.</i>
2	Memahami tentang strategi pembangunan medium sintetik untuk pertumbuhan, pengoptimuman pengkulturan dan hubungannya dengan metabolisme sel penghasil <i>Understand the strategy for development of synthetic media for growth, optimization of cultivation and its relation to metabolisme of the biopharmaceutical producer cells.</i>
3	Memilih mod operasi pengkulturan dan fermentasi yang sesuai dengan proses. <i>Select the most suitable mode of cultivation and fermentation.</i>
4	Memahami pemantauan kesterilan dalam industri, process pemisahan dan dapatan semula produk rekombinan. <i>Understand sterility monitoring in industry, separation and recovery process of recombinant products.</i>
5	Mengetahui formulasi, pengisian dan pembungkusan; ujian klinikal produk; Pengesahan dan persijilan melalui Amalan Pembuatan Baik (GMP) proses dan reka bentuk prasarana <i>Know formulation, filling and packaging; clinical trials; GMP (Good Manufacturing Practice) on processes and facility design.</i>

## **KKKR5832 Pembuatan Biokimia** ***Biochemical Manufacturing***

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar tentang biokatalisis dalam pembuatan biokimia menggunakan mikroorganisma dan enzim untuk kegunaan khusus. Penerangan tentang kinetik pertumbuhan sel dan biokatalisis turut dibincangkan. Tumpuan diberikan kepada bagaimana mikrob dan enzim digunakan untuk membuat komponen-komponen makanan, farmaseutikal, produk-produk pengguna dan biobahan. Bagaimana metabolisma mikrob diubahsuai untuk menghasilkan strain yang berupaya menghasilkan bahan-bahan biokimia tertentu dan novel bioaktif metabolit turut dibincangkan. Perbincangan disegi etika dan kesan risiko dari penggunaan organisma terubahsuai genetik (GMO) juga dibincangkan.

*This course is aimed to introduce students biocatalysis in biochemical manufacturing using microorganisms and enzymes for specific applications. Explanation*



*of cell growth kinetics and biocatalysis will be included. This course focuses on how microbes, and enzymes are used to manufacture components of foods, pharmaceuticals, consumer products and biomaterials. How microbial metabolism is altered or engineered to generate strains capable of producing biochemicals and novel bio-active metabolites will also discussed. Topic of ethical and social/perception of risk implications of producing products from genetically modified organisms (GMOs) also included.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-requisite (if any):**

KKKR3563 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekul/  
*Biochemistry and Biomolecular Engineering*

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Buchholz K., Kasche V. and Borscheuer U.T. 2012. *Biocatalysis and Enzyme Technology*, 2nd Edition, Wiley Blackwell.
- Tao J. and Kazlauskas R. 2011. *Biocatalysis for Green Chemistry and Chemical Process Development*, John Wiley & Sons
- Ghasem D. Najafpour, 2015. *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Elsevier, UK
- Junhua (Alex) Tao, Romas Joseph Kazlauskas 2011. *Biocatalysis for Green Chemistry and Chemical Process Development*. John Wiley & Sons.
- Ratledge C. and Kristiansen B. 2006. *Basic Biotechnology, 3rd Edition*, Cambridge University Press.
- Michael C. Flickinger and Stephen W. Drew (1999) *Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis, and Bioseparation*. John Wiley & Sons

**Hasil Pembelajaran**

**Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan tentang kinetik pertumbuhan sel dan biokatalisis. <i>Describe cell growth kinetics and biocatalysis.</i>
2	Menerangkan peranan biokatalis dalam pembuatan biokimia industri. <i>Explain the role of biocatalysts in the industrial biochemical manufacturing.</i>
3	Menerangkan proses-proses pembuatan biokimia menggunakan sel mikrob dan juga enzim. <i>Explain the biochemical manufacturing processes using enzymes and microbial cells.</i>

4	Menerangkan bagaimana faktor-faktor luaran dan juga pengubahsuaian tapak jalan metabolisme mikrob dapat meningkatkan penghasilan bio produk <i>Explain on how the external factors and modification of metabolic pathway could enhance production of bioproduct.</i>
5	Menghasilkan suatu proses biokimia yang lebih efisien. <i>Produce more efficient biochemical process.</i>

## **KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor** ***Bioreactor Engineering***

Kursus ini adalah bertujuan untuk membantu jurutera bagi pembangunan, reka bentuk dan pengoperasian yang terlibat dalam industri fermentasi. Ia memberi pemahaman tentang pembangunan proses fermentasi industri bermula daripada skala makmal, loji pandu dan fermentasi skala industri. Pelajar akan didedahkan kepada reka bentuk bioreaktor, jenis-jenis bioreaktor serta aplikasinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan dan mod operasi fermentasi turut dibincangkan. Kursus ini juga membincangkan dengan mendalam reka bentuk pensterilan serta operasi aseptik dalam fermentasi skala industri. Pengoptimuman proses fermentasi, penskalaan naik dan penskalaan turun proses fermentasi juga dibincangkan.

*This course aims to assist engineers for the development, design and operation involved in the fermentation industry. It provides an understanding of the development of industrial fermentation processes ranging from laboratory scale, pilot plant and industrial scale fermentation. Students will be exposed to bioreactor designs, bioreactor types and their applications. Factors affecting the selection and mode of fermentation operations are also discussed. This course also discusses in-depth sterilization designs and aseptic operations in industrial scale fermentation. The optimization of fermentation process, scaling up and down-grade fermentation process is also discussed.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada

**Pre-Requisite (if any) :** None

**Bacaan Asas:**

**References:**

Shuler, M.L., Kargi, F, & DeLisa, M. 2017. *Bioprocess Engineering: Basic Concept. 3rd Edition (Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences)*, Prentice Hall

Shigeo Katoh, Jun-ichi Horiuchi, Fumitake Yoshida 2015. *Biochemical Engineering: A Textbook for Engineers, Chemists and Biologists*, John Wiley & Sons.

- Stanbury, P. F., Whitaker, A. and Hall, S.J. 2016. *Principles of Fermentation Technology, 3rd Edition*. Pergamon Press Ltd., Oxford, England.
- Bailey, J.E and Ollis, D.F. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw Hill International Edition
- Asenjo, J and Merchuk J. C 1995. *Bioreactor system Design*. Marcel Dekker, Inc NY
- Lydersen, B. K, D'elia N.A and Nelson, K. L 1994. *Bioprocess Engineering: Systems, Equipment and Facilities*, Wiley-Interscience Inc, NY.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menjelaskan keperluan asas dalam pembangunan suatu proses fermentasi industri. <i>Explain basic facilities in the process development of industrial fermentation.</i>
2	Menjelaskan bentuk pensterilan panas secara sesekumpul dan selanjar; juga pensterilan menggunakan kaedah penurasan. <i>Explain batch and continuous heat sterilization in fermentation process and to design the sterilization using filtration methods.</i>
3	Menilai jenis bioreaktor serta mod fermentasi yang sesuai dengan proses yang dipilih. <i>Evaluate the type of bioreactor as well as the fermentation mode according to the selected process.</i>
4	Mengenal pasti parameter optimum proses fermentasi. <i>Identify the optimum parameter for fermentation.</i>
5	Menganalisis saiz bekas fermenter untuk penskalaan naik dan penskalaan turun berasaskan kriteria skala naik yang sesuai. <i>Analyse sizing of the fermenter for scale-up and scale down purpose based on appropriate scale-up criteria.</i>

## KKKR5852 Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia *Artificial Intelligence in Chemical Engineering*

Objektif kursus ini ialah memberi pengenalan kepada konsep dan teknik-teknik penggunaan kepintaran buatan (AI) dalam bidang Kejuruteraan Kimia. Kursus ini dimulakan dengan pemahaman terhadap konsep AI dan sejarah ringkas bagaimana ianya bermula. Seterusnya, perbincangan diteruskan dengan jenis-jenis kepintaran buatan seperti logik kabur, rangkaian neural, sistem pakar, algoritma genetik dan lain-lain, dengan kaedah pengoperasian setiap jenis kepintaran buatan tersebut. Perbincangan akan diteruskan dengan aplikasi AI dalam perkem-

bangun proses dan pemantauan rekabentuk, diagnosis kegagalan, perancangan dan penjadualan operasi-operasi proses, pencaman corak, proses kawalan dan penentuan keputusan. Pada bahagian terakhir kursus ini, penumpuan akan diberikan kepada aplikasi logik kabur dan rangkaian neural dalam kejuruteraan kimia. Pemahaman konsep dan teori AI akan dipermudahkan dengan bantuan perisian-perisian komputer seperti, Neuralware® Fuldek® dan Matlab®.

*The objective of this course is to provide an introduction to the concepts and techniques in the use of artificial intelligence (AI) in Chemical Engineering. The course begins with an understanding of the concept of AI and a brief history of how it began. Next, the discussion continued with the types of artificial intelligence such as fuzzy logic, neural networks, expert systems, genetic algorithms and others, with the method of operation of any type of artificial intelligence. The discussion will be continued with AI applications in the development and monitoring of the design process, failure diagnosis, planning and scheduling operations process, pattern recognition, control and decision-making process. In the last part of the course, emphasis will be given to the application of fuzzy logic and neural networks in chemical engineering. Understanding of concepts and theories AI would be facilitated with the help of computer software such as Neuralware®, Fuldek® and Matlab®.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada

**Pre-requisite (if any) :** None

### **Bacaan Asas:**

#### **References:**

- Thomas Quantrille Y. Liu, .2012. *Artificial Intelligence in Chemical Engineering Ed. 1. Academic Press.*
- Vinod C. & Anand H. 2014. *Artificial Intelligence and Machine Learning. Prentice-Hall of India.*
- Russel, S. & Norvig, P. 2016. *Artificial Intelligence: A Modern Approach. Ed. ke 3. New Jersey: Pearson Education, Inc.*
- Haykin, S. 1999. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Ed. ke 2. New Jersey: Prentice Hall, Inc.*
- Schalkoff, R. J. 1997. *Artificial Neural Networks. Singapore: McGraw Hill.*

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan konsep dan teori kepintaran buatan secara umum <i>Explain the concepts and theories of artificial intelligence in general.</i>
2	Mengklasifikasikan jenis-jenis kepintaran buatan <i>Classify the types of artificial intelligence.</i>
3	Menjelaskan aplikasi kepintaran buatan secara umum dan khusus dalam kejuruteraan kimia <i>Describe the application of artificial intelligence in general and specifically in chemical engineering.</i>
4	Menjelaskan pengoperasian setiap jenis kepintaran buatan terutamanya rangkaian neural dan logik kabur. <i>Explain the operation of any particular type of artificial intelligence especially fuzzy logic and neural networks.</i>
5	Mengaplikasikan konsep logik kabur dengan bantuan perisian komputer dalam kawalan proses seperti Matlab atau Fuldek. <i>Apply the concepts of fuzzy logic with the help of computer software in process control such as Matlab® or Fuldek®.</i>
6	Mengaplikasikan konsep rangkaian neural dalam pengenalpastian corak dengan bantuan perisian komputer seperti Matlab atau Neuralware. <i>Apply the concepts of neural networks in pattern recognition with the aid of computer software such as Matlab® or Neuralware®.</i>

## KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses

### Process System Engineering

Kursus ini mendedahkan pelajar kepada pemilihan teknik dan penyelesaian di dalam Kejuruteraan Sistem Proses. Ia bermula dengan analisis Jepitan untuk integrasi penukar haba untuk pelbagai unit utiliti, pemisahan proses alitan, retrofit, integrasi dengan unit lain serta peminimuman air sisa. Seterusnya, kursus ini membincangkan simulasi dinamik dan penggunaan peranti yang bersesuaian untuk penyelesaian. Selain daripada itu, kursus ini juga memberikan kaedah penambahbaikan data dan penentuan ralat serta penggunaannya. Akhir sekali pelajar akan didedahkan kepada pengoptimuman proses untuk beberapa aplikasi seperti rangkaian penukar haba, loji kima serta kaedah penyelesaian terpilih.

*This module provides students with a working knowledge of selected techniques and solution in process systems engineering and their application in chemical process design. It starts with a pinch analysis for heat exchanger networks to cover multiple utilities, stream splitting, retrofitting, integration with other units and its application to wastewater minimization. Then, it focuses on dynamic sim-*

ulation of process flow sheets, including use of software. Another topic is data reconciliation and gross error detection and their applications. The final topic on process optimization covers several applications; including heat exchanger networks, flow sheet optimization and data reconciliation, as well as selected methods for solving multi variable problems.

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):** Tiada / None

### **Bacaan Asas:**

#### **References:**

- Mahmoud M. El-Halwagi. 2017. *Sustainable Design through Process Integration: Fundamentals and Applications to Industrial Pollution Prevention, Resource Conservation, and Profitability Enhancement, Ed. Ke 2.* Elsevier.
- Mahmoud M El-Halwagi and Dominic Chwan Yee Foo. 2012. *Recent Advances in Sustainable Process Design and Optimization (Advances in Process Systems Engineering), World Scientific.*
- Gade Pandu R. & Shivom S. 2017. *Advances in Process Systems Engineering: Volume 6 Differential Evolution in Chemical Engineering, Developments and Applications, World Scientific.*
- Bequette, B. W, 1998. *Process Dynamics Modeling, Analysis and Simulation, Prentice Hall, Singapore*
- Floudas, C.A. 1995. *Nonlinear and Mixed-integer Optimization: Fundamental and applications,* New York: Oxford University Press.

### **Hasil Pembelajaran**

#### **Course Outcomes**

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Memahami konsep asas kejuruteraan sistem proses. <i>Understand the basic theory of Process System Engineering.</i>
2	Menyelesaikan masalah teknologi Jepitan untuk pemedahan Haba dan Jisim. <i>Solve the Pinch problem for Heat and Mass optimization.</i>
3	Merekabentuk dan meyelesaikan masalah rekabentuk sebagai simulasi dinamik. <i>Design and solve design problem as dynamic simulation</i>
4	Mengoptimumkan rekabentuk loji yang selamat. <i>Optimize a safe plant design.</i>

## **KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan** ***Advanced Control Process***

Kursus ini bertujuan memberi pelajar pengetahuan tentang kawalan proses lanjutan. Kursus adalah sambungan dari kursus Dinamik Proses dan Kawalan yang membincangkan subjek berkenaan dengan lebih mendalam. Antara topik-topik yang diajar ialah kawalan adaptif, teknik penganggaran dan kawalan ramalan berdasarkan model (MPC). Penggunaan proses simulator seperti MATLAB untuk simulasi proses model dan pengawalan proses.

*The objective of the course is to give students the knowledge of the advanced process control. The course is the continuation from subject of Dynamics Process and Control which discusses the subject of process control more in depth. Among the topics thought in the course are adaptive control, estimation technique and model based predictive control (MPC). Process simulator such as MATLAB will be used to simulate process model and control chemical processes.*

### **Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):**

KKKR3683 Dinamik dan Kawalan Proses/

KKKR3683 *Dynamic and Control Process*

### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Lawrence Daley. 2018. *Handbook of Process Control and Instrumentation (Chemical Engineering). 1st Edition*. New York; Clanrye International.
- Mahmoud, S.M., 2018. *Fuzzy Control, Estimation and Diagnosis, 1st Edition*. Springer International Publishing.
- Kouvaritakis, B., Cannon, M., 2016. *Model Predictive Control, 1st Edition*. Springer International Publishing.
- Seborg, D. E., Edgar T. F., Mellichamp D. A., 2016. *Process Dynamics and Control, 4th Edition*, USA, John Wiley & Sons Inc.
- Smith, C. A. dan Corripio, A. B. 2006. *Principles & Practice of Automatic Process Control. 3rd Edition*. USA, John Wiley & Sons Inc.

### **Hasil Pembelajaran**

#### ***Course Outcomes***

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Mengenal pasti model proses seperti yang diperlukan untuk reka bentuk pengawal bagi proses berbilang pemboleh ubah. <i>Identify process model for designing the controller for multivariable processes.</i>

2	Menyelesaikan pelinearan proses model tak linear. <i>Solve linearization of non-linear model processes.</i>
3	Menyelesaikan masalah proses kimia dan biokimia mengguna kawalan ramalan berdasarkan model (MPC) <i>Solve chemical and biochemical control process using model based predictive control (MPC).</i>
4	Menilai dan menganalisis masalah proses menggunakan kawalan adaptif, teknik penganggaran dan pengenalan sistem. <i>Evaluate and analyse control process using adaptive control, estimation techniques and system identification.</i>
5	Menilai dan menganalisis masalah rekabentuk kawalan menggunakan perisian MATLAB. <i>Evaluate an analyse process control problem using MATLAB software.</i>

### **KKKR5882 Kelestarian Proses** ***Process Sustainability***

Kursus ini memperkenalkan konsep kelestarian dan pembangunan proses lestari. Impak strategi pembangunan proses industri terhadap aspek sosial, alam sekitar dan ekonomi akan dikenalpasti dan langkah-langkah tebatan terhadap impak negatif proses indusri akan dibincangkan. Kursus ini juga akan menganalisis isu-isu penting terkini dan topik-topik perbincangan berkaitan pembangunan lestari

*This course introduces the concepts of sustainability and sustainable process development. The social, environmental and economic impact of process development strategies will be identified and the mitigation of negative impacts discussed. It also examines some important current issues and areas of debate in relation to sustainable development.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada

***Pre-Requisite (if any) :*** *None*

#### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Koltuniewicz, A. B. 2014, *Sustainable Process Engineering, De Gruyter, Berlin.*  
 Anastas, P.T & Horvath, I.T. 2015, *Green Chemistry for a Sustainable Future.*  
 Letcher T, J. Scott & D. Patterson. 2014, *Chemical Process for a Sustainable Future, Royal society of Chemistry, Oxfordshire.*  
 Brennan, D, 2012, *Sustainable Process Engineering: Concepts, Strategies, Evaluation and Implementation, Pan Stanford Publishing.*  
 Gibson R.B, S, Hassan, S, Holtz, J. Tansey & G. Whitelaw. 2005, *Sustainability Assessment: Criteria & Proses, Earthscan, New York.*



## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami konsep, prinsip dan metodologi pembangunan lestari. <i>Understand the concepts, principles and methodologies of process sustainability</i>
2	Memberikan penekanan terhadap pertimbangan kepada aspek alam sekitar, sosial dan ekonomi dalam membuat keputusan. <i>Emphasize the requirements for consideration to environmental, social and economic factors in decision making.</i>
3	Mengimbangi pelbagai objektif pada skala berbeza dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip kelestarian. <i>Balance multiple objectives occurring at different scales by applying sustainability principles.</i>

### KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran

#### *Membrane Science and Engineering*

Kursus ini bertujuan untuk memberikan pelajar pengetahuan yang meluas tentang asas sains dan kejuruteraan membran serta aplikasi membran untuk kejuruteraan kimia, sekitaran dan biologi. Pelajar seharusnya boleh memformulasi dan menyelesaikan masalah kejuruteraan berkaitan sintesis, modul dan rekabentuk membran, untuk pelbagai proses membran.

*The aim of this course is to provide students with a broad spectrum of knowledge in fundamentals of membrane science and engineering, as well as in membrane applications for chemical, environmental and biological engineering. The students should be able to formulate and solve engineering problems involving synthesis, modules and design of membranes, for various membrane processes.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada

**Pre-Requisite (if any) :** None

#### Bacaan Asas:

#### References:

Baker, R.W., 2013, *Membrane Technology and Applications*. Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd., 3rd Edition.  
Figoli, A. & Criscuoli, A., 2017, *Sustainable Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment*, Springer Singapore.

Hoek, E.V.M., 2018, *Introduction to Membrane Science and Technology*, John Wiley & Sons, Ltd., Singapore, Second Edition.  
 Paul, D.R. & Yampol'skii, Y.P., 2017, *Polymeric Gas Separation Membranes*, CRC Press, Taylor & Francis Group.  
 Sridar, S., 2018, *Membrane Technology: Sustainable Solutions in Water, Health, Energy and Environmental Sectors - CRC Press*, Taylor & Francis Group.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Mengenal pasti pelbagai proses pemisahan membran. <i>Identify various membrane separation processes.</i>
2	Mengenal pasti bagaimana membran dihasilkan di industri. <i>Identify how the industrial membranes are prepared.</i>
3	Menyelesaikan masalah rekabentuk modul membran dan sistemnya. <i>Solve problem(s) in membrane modules design and its systems.</i>
4	Mengaplikasi proses penghasilan membran dan penciriannya. <i>Apply membrane synthesis and its characterization.</i>

## KKKR5912 Pemprosesan dan Pengendalian Zarah

### *Particle Handling and Processing*

Tujuan kursus ini adalah untuk menyediakan pelajar dengan kefahaman yang luas di dalam teknologi pengendalian dan pemprosesan zarah dengan penekanan kepada konsep dan masalah praktikal. Ia akan membincangkan tentang reka bentuk sistem penyampai pneumatik dan bekas penyimpanan zarah. Topik-topik lain yang dibincangkan termasuk proses pencampuran pepejal, risiko dalam pengendalian dan pemprosesan serbuk dan pepejal pengeringan.

*The aims of this course are to provide students with a broad understanding of particle handling and processing technology with an emphasis on concepts and practical problems. It discusses the design of pneumatic conveying system and particle storage. Other topics discussed will include solid mixing, risk in powder handling and processing and solids drying.*

### **Pra-Keperluan (jika ada) Pre-requisite (if any):**

KKKR2363 Mekanik Bendalir/ *Fluid Mechanics*

KKKR2473 Kejuruteraan Tindak Balas Kimia/  
*Chemical Reaction Engineering I*

KKKR3543 Proses Pemisahan I/ *Separation Process I***Bahan Asas:****References:**

- Siti Masrinda Tasirin dan Siti Kartom Kamaruddin. 2008. *Teknologi Zarah*, Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Rhodes, M. J. 1998. *Introduction to Particle Technology*, John Wiley and Son.
- Wohlbiere, H. R. (ed.). 1994. *Conveying and Processing*, Trans. Tech. Publications.
- Jonathan P.K. Seville Chuan-Yu Wu. 2015. *An Engineer's Guide to Particles and Powders: Fundamental of Particle Technology and Engineering*, Butterworth-Heinemann.
- Jonathan P.K. Seville Chuan-Yu Wu. 2016. *Particle Technology and Engineering*, Butterworth-Heinemann. Hardcover.
- Sunggyu Lee, Kimberly H. Henthorn. 2017. *Particle Technology and Applications*, CRC Press.

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Mereka bentuk silo penyimpanan zarah. <i>Design a silo for particle storage.</i>
2	Menentukan tekanan statik dan dinamik di dalam silo. <i>Determine the static and dynamic stresses in a silo.</i>
3	Mengetahui proses penyampaian pneumatik, dan membezakan antara fasa cair dan pengangkutan fasa padat. <i>Know the process of pneumatic conveying, and to differentiate between dilute phase and dense phase transport.</i>
4	Mereka bentuk sistem penyampaian fasa cair. <i>Able to design a dilute phase conveying system.</i>
5	Meramal saiz produk dari mana-mana proses pengurangan saiz dan meramal keperluan tenaga. <i>Predict the product size from any size reduction process and to predict the energy requirement.</i>
6	Memahami fenomena letupan dan bahaya kebakaran serbuk. <i>Understand the phenomena of explosion and fire hazards of powders.</i>

## **KKKR5922 Proses Petrokimia** ***Petrochemical Processes***

Kursus ini mengisi ruang di antara kejuruteraan kimia asas dan dengan kemahiran yang diperlukan oleh seorang jurutera proses peringkat awal di industri petroleum. Kursus akan melihat secara menyeluruh proses penapisan minyak, stok suapan dan hasil, dan operasi utama yang lain. Topik khusus yang dibincangkan termasuk penyulingan atmosfera dan vakum, pencirian pecahan petroleum kompleks, dan operasi penapisan utama seperti pembentukan semula bermangkin, pemecahan bermangkin, perawatan hidro, dan pemecahan haba.

*This course covers the basic of chemical engineering and skills required by a process engineer in the early stages of the petroleum industry. The course will look at the overall process of refining oil, feedstock and yeild, and other major topics. Specific topics will also be discussed include atmospheric and vacuum distillation, characterization of complex petroleum fractions, and major refining operations such as catalytic reforming, catalytic fractioning, hydro treatment, and thermal breakdown.*

### **Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-Requisite (if any)* :**

KKKR1213 Kimia Organik untuk Jurutera/  
*Organic Chemistry for Engineers*

### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Meyer, R, A. 2016. *Handbook of Petroleum Refining Processes*. Ed. Ke-4, McGraw-Hill Professional.
- Speight, J.G. 1998. *Petroleum Chemistry and Refining*. Taylor and Francis.
- Gary, J. & Handwerk, G. 2007. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. Ed. Ke-5. CRC Press.
- Treese, P.E. ,Steven A, P., Peter R., Jones, D. S. J. 2015. *Handbook of Petroleum Processing* . Springer International Publishing
- Leffler, W.L. 1985. *Petroleum Refining for the Non-Technical Person*. Ed. ke 2. Penn Well Books.
- Matar, S, Hatch, L.F, 2001. *Chemistry of Petrochemical Processes*. Ed ke2. Gulf Professional Publishing
- Bahadori, A., Nwaoha, C., Clark, M.W. 2013. *Dictionary of Gas, Oil and Petrochemical Processing*. CRC Press

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menganalisis dan memahami mengenai tugas jurutera kimia di industri petrokimia <i>Analyze and understand the responsibilities of chemical engineers in the petrochemical industry.</i>
2	Menilai dan menganalisis mengenai proses dan peralatan dalam penghasilan bahan-bahan petrokimia. <i>Evaluate and analyse the processes and equipment in the production of petrochemical materials.</i>
3	Menganalisis mengenai pasaran bahan petrokimia dalam scenario global. <i>Analyze the petrochemicals market in the global scenario.</i>
4	Menganalisis dan memahami mengenai pemprosesan dalam industri petrokimia. <i>Analyze dan understand the processes in the petrochemical industry.</i>

## KKKR5932 Kejuruteraan Makanan

### Food Engineering

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan aplikasi prinsip asas kejuruteraan kimia dalam kejuruteraan makanan. Kursus ini membincangkan sifat makanan yang relevan kepada pemprosesan makanan, penurunan saiz makanan cecair dan pepejal, pemindahan dan storan makanan pepejal dan cecair, pencampuran makanan cecair dan pepejal, pemanasan dan penyejukan makanan, pembekuan makanan, penstrilan makanan, pemekatan makanan cecair dan pengeringan makanan pepejal. Kursus ini juga membincangkan aplikasi Amalan Pengilangan Baik (GMP) dan Takat Kawal Kritis Analisis Bahaya (HACCP) dalam reka bentuk dan pengendalian kilang makanan.

*The aim of the course is to introduce the application of basic principles of chemical engineering in food engineering. The course discusses properties of food relevant to food processing, size reduction of liquid and solid food, transport and storage of solid and liquid food, mixing of solid and liquid food, heating and cooling of food, food freezing, food sterilization, concentration and dehydration of liquid food and drying of solid food. The course also discusses the application of Good Manufacturing Practice (GMP) and Hazards Analysis and Control of Critical Points (HACCP) in food factory design and operation.*

**Pra-Keperluan (jika ada):** Tiada

**Pre-Requisite (if any) :** None

**Bacaan Asas:****References:**

- Toledo, R. T. 2018. *Fundamentals of Food Process Engineering. Fourth Edition*, New York: Springer Science Business Media.
- Ibarz, A. & Barbosa-Canovas, G.V. 2014. *Introduction to Food Process Engineering*. Boca Raton: CRC Press.
- Baker, C.G.J. (Ed.) 2013. *Handbook of Food Factory Design*. New York: Springer Science Business Media.
- Singh, R.P. & Heldman, D.R. 2013. *Introduction to Food Engineering. Fifth Edition*, Amsterdam: Academic Press.
- Ibarz, A. & Barbosa-Canovas, G.V. 2003. *Unit Operations in Food Engineering*. Boca Raton: CRC Press

**Hasil Pembelajaran****Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami bagaimana prinsip asas kejuruteraan kimia diaplikasi dalam pemprosesan makanan secara industri. <i>Understand how fundamentals of chemical engineering principles are applied in food processing industry.</i>
2	Memahami kepentingan sifat makanan dalam pemprosesan makanan. <i>Understand the importance of food properties in food processing.</i>
3	Mengaplikasi prinsip asas kejuruteraan kimia dalam pemprosesan makanan. <i>Apply fundamentals of chemical engineering principles in food processing.</i>
4	Mereka-bentuk alat pemprosesan makanan utama dan kilang pemprosesan makanan. <i>Design the main food processing equipment and the food processing factory.</i>

### **KKKR5942 Kejuruteraan Plastik** ***Plastic Engineering***

Subjek ini memperkenalkan para pelajar kepada penghasilan sesuatu barangan plastik bermula dari proses percampuran dan penyebatian, sehingga kepada penghasilan produk akhir barangan plastik yang kebiasaannya terdapat dalam bidang automotif, keperluan rumah dan sebagainya. Ia memfokuskan kepada pemahaman terhadap sifat-sifat polimer, kelestarian, dan pengelasannya, kesesuaian sesuatu resin polimer untuk aplikasi barangan tertentu, bahan likat polimer, penghantaran serbuk dan until, penyimpanan dan pembungkusan, jaminan mutu di dalam proses penyebatian, proses penghasilan barangan plastik

(penyemperit, pengacuan suntikan, pengacuan tiup, pengacuan mampatan dan lain-lain) dan sifat-sifat barangan plastik (ketahanan mekanikal, haba dan sifat rintangan terhadap air, cuaca dan sebagainya. Permasalahan seperti produk terkeluar dari spesifikasi, penghasilan serbuk halus ketika proses penyebatian juga dibincangkan. Aspek kelestarian seperti kitar semula, jenis –jenis plastik bio-sumber dan berkaitan akan dibincangkan.

*This subject introduces students to plastic production flow starting from compounding process to end-product fabrication, which can be found in automotive and household usage. It focuses on understanding the polymer properties, its sustainability, and classification, the suitability of each polymer resin for certain application, polymeric viscous media, powder and pellet handling, pneumatic conveying for powder and pellet conveying, storage and packaging, quality assurance in polymer compounding section, plastic fabrication process (extrusion, injection molding, blow molding, compression molding etc.) and properties of plastics articles (mechanical, thermal, resistance towards water and weather etc.). The common problems (off-spec product, fines generation) during compounding process are also discussed. The sustainability aspect such as recycling process, few types of plastics such as bio-based plastics and others will be discussed.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :**

KKKR1233 Kejuruteraan & Sains Bahan/

KKKR1233 Material Science & Engineering

**Bacaan Asas:**

**References:**

Joseph P. Greene, 2014, *Sustainable Plastics : Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*, New York: John Wiley & Sons Inc.

David G. Rethwisch & William D. Callister, 2014. *Materials Science and Engineering, 9th Edition SI Version*. New York: John Wiley.

Donald R. Askeland & Wendelin Wright, 2015, *Science and Engineering of Materials, 7th edition SI Edition*, Mason, OH, United States : Cengage Learning, Inc.

Roy J. Crawford, 1998, *Plastics Engineering, 3rd Edition*, Butterworth-Heinemann, 1998.

## Hasil Pembelajaran

### *Course Outcomes*

<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i></b>
1	<i>Menilai resin polimer yang sesuai untuk aplikasi plastik tertentu dan kelestariannya. Evaluate suitable polymer resin for a given plastic application and its sustainability.</i>
2	<i>Menilai sifat serbuk dan bahan likat polimer. Evaluate properties of powder and viscous polymeric material.</i>
3	<i>Menilai masalah yang timbul ketika penghasilan barangan plastik. Evaluate common problems in plastic processing.</i>
4	<i>Menilai jaminan mutu yang bersesuaian untuk proses penyebatian. Evaluate suitable quality assurance during plastic compounding.</i>
5	<i>Menilai cara penghasilan yang bersesuaian untuk barangan plastik tertentu dan menganalisis sifat produk plastik Evaluate fabrication process and properties of a given plastic end-product.</i>

### **KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia**

#### ***Chemical Instrumentation Methods***

Kursus ini bertujuan untuk member pendedahan dan pengetahuan terhadap konsep kaedah instrumentasi kimia dalam melakukan analisis kimia. Ianya akan menekankan kepada teori asas dan prinsip utama instrumentasi kimia serta peluang untuk menggunakan kebanyakan peralatan yang didapati dalam makmal analisis jabatan menerusi kerja makmal yang diberi sepanjang tempoh kursus ini. Konsep umum rekabentuk elektronik seperti pendaraban isyarat, elektronik berdigit dan nisbah isyarat-terhadap-hingar peralatan juga akan dibincangkan. Reka letak instrumentasi umum setiap peralatan yang digunakan akan dibincang secukupnya. Pelajar juga akan diberi pendedahan menggunakan analisis instrumentasi terkini dalam penentuan struktur kimia, komposisi dan sifat bahan, pemisahan komponen kimia, melakukan pengukuran kepekatan dan ketulenan serta menjalani proses jaminan kualiti dalam pengukuran instrumentasi.

*This course is intended to provide exposure and knowledge of the concept of chemical instrumentation methods in chemical analysis. It will emphasize the basic theories and main principles of chemical instrumentation and the opportunity to use most of the tools found in the analytical laboratory of the department through the authorized lab work during the duration of this course. General concepts such as electronic design such as signal multiplication, digital electronics and signal-to-noise equipment will also be discussed. The layout general instrumentation and equipment used will be sufficiently discussed. Students will also be given exposure using the latest instrumentation analysis*



*in determination of chemical structure, materials composition and properties, separation of chemical compounds, doing the measurement of the concentration and purity as well as undergoing quality assurance processes in the instrumental measurement.*

**Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :**

KKKR1133 Kimia Fizik Untuk Jurutera/  
*Physical Chemistry For Engineers*

**Bacaan Asas:**

**References:**

- Skoog, D.A. & Holler, F.J. 2017. *Principles of Instrumental Analysis. 7th Edition. New York: Brook & Cole.*
- Lindon, J., Tranter, G.E. and Koppenaal, D. 2017. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. Academic Press. USA.*
- Holler, F, Skoog, D.A and Crouch, S. 2018. *Fundamental of Analytical Chemistry, Cengage Learning, Inc. CA United State.*
- Vitha, M.F. 2018. *Chromatography: Principles and Instrumentation. Springer Berlin Heidelberg Germany.*
- R. S. Khandpur. 2015. *Handbook of Analytical Instruments, Third Edition, McGraw Hill Private Limited, New Delhi, India.*

**Hasil Pembelajaran**

**Course Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan teori dan prinsip asas instrumentasi kimia. <i>Explain the theory and basic principles of chemical instrumentation.</i>
2	Mengaitkan operasi asas peralatan dan komponen instrumentasi kimia yang terdapat dalam makmal. <i>Relate the basic operation and component of chemical instrumentation in laboratory.</i>
3	Menyediakan sampel yang akan digunakan dalam sesuatu peralatan analisis. <i>Produce the samples to be used in an analytical equipment.</i>
4	Menyimpulkan keputusan daripada data analisis yang diperolehi. <i>Conclude the obtained results from the analysis data.</i>
5	Menganalisis struktur kimia, melakukan pengukuran kepekatan dan ketulenan serta melaksana jaminan kualiti dalam pengukuran kimia. <i>Analyse the chemical structure, perform a measurement of the concentration and purity as well as perform quality assurance in chemical measurements.</i>

## **KKKR5962 Toksikologi Industri** ***Toxicological Industry***

Matlamat kursus ini adalah untuk mendedahkan kepada pelajar berkenaan proses-proses industri yang melibatkan bahan bertoksik serta sisa bertoksik yang dihasilkan. Kesan bahan bertoksik dari industri ke atas alam sekitar dan cara-cara pengurusan sisa yang berkesan juga akan diperkenalkan. Perkaitan antara doc-tindakbalas serta mekanisme asas penyerapan, pengagihan, metabolisme dan pengeluaran bahan toksik dalam sistem tubuh manusia juga akan dibincangkan. Di akhir pengajian ini, pelajar juga akan berkebolehan untuk menilai risiko, tahap ketoksikan dan kaedah penyelesaian berdasarkan aspek keselamatan yang betul.

*This course is to provide students with process that involved with toxicants in industry and the generation of toxic waste. The effect of toxicants from the industry and agriculture towards the environment, and effective waste management will also be introduced. The dose - response correlation and basic mechanisms of absorption, distribution, metabolism and the production of toxic substances in the human body system will also be discussed. By the end of this course, students will be able to evaluate the risk, toxicity level and the solution method based on the right safety aspect.*

**Pra-Keperluan (jika ada) / *Pre-Requisite (if any)* :** Tiada / *None*

### **Bacaan Asas:**

#### ***References:***

- Harbison, R. D., Bourgeois, M. M. & Johnson, G. T. 2015. *Hamilton & Hardy's Industrial Toxicology. 6th edition*, New York: John Wiley & Sons.
- Rouessac, R. & Rouesasc, A. 2000. *Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques*, New York: John Wiley & Sons.
- Woolley, D. & Woolley, A. 2017. *Practical Toxicology: Evaluation, Prediction, and Risk, Third Edition*. CRC Press.
- Landis, W., Sofield, R. & Ming-Ho, Y. 2017. *Introduction to Environmental Toxicology: Molecular Substructures to Ecological Landscapes, Fifth Edition*. CRC Press.
- Richard, B. P. 2017. *Ecosystems and Human Health: Toxicology and Environmental Hazards, Third Edition*. CRC Press.

## Hasil Pembelajaran

### Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Mengenalpasti proses yang melibatkan bahan bertoksik di industri dan penghasilan sisa bertoksik. <i>Identify the process that involved with toxicants in industry and the generation of toxic waste.</i>
2	Menguji kesan bahan bertoksik dari industri dan pertanian ke atas alam sekitar dan pengurusan sisa yang berkesan. <i>Examine the effect of toxicants from the industry and agriculture towards the environment, and effective waste management.</i>
3	Menganalisa perkaitan dos-tindakbalas serta mekanisme asas penyerapan, pengagihan, metabolisme dan pengeluaran bahan toksik dalam sistem tubuh manusia. <i>Analyse the dose - response correlation and basic mechanisms of absorption, distribution, metabolism and the production of toxic substances in the human body system.</i>
4	Menyiasat risiko, tahap ketoksikan dan kaedah penyelesaiannya berdasarkan aspek keselamatan yang betul. <i>Investigate the risk, toxicity level and the solution method based on the right safety aspect.</i>

### KKKR5972 Topik Khusus Untuk Kejuruteraan Kimia

#### *Special Topics in Chemical Engineering*

Kursus ini membincangkan topik-topik terkini dalam bidang kejuruteraan kimia. Topik yang ditawarkan pada semester tersebut akan dihebahkan dengan lebih awal oleh Jabatan. Sebagai garis panduan, antara topik yang akan ditawarkan adalah seperti Kejuruteraan Biomolekul dan Bioproses (Penghasilan biogas dan Biohidrogen), Teknologi Proses (Kejuruteraan Polimer, Teknologi Kejuruteraan Petrokimia, Teknologi Fuel Sel dan Tenaga), Kejuruteraan Persekitaraan (Biofilem, Alga dan Fitoremediasi, Pengurusan Sisa Pepejal) dan Tindak Balas Kejuruteraan Kimia. Topik yang ditawarkan adalah topik yang tidak diajar dalam kursus lain prasiswazah. Topik yang ditawarkan dalam kursus ini adalah bergantung kepada pensyarah terlibat.

*This course will cover a current special topic in chemical engineering field. The title of the topic to be covered at that offering semester will be preannounced by the Department. As a guideline, topics could include one of the following: Bioprocess and Biomolecule Engineering (Production of Biogas and Biohydrogen), Process Technology (Polymer Engineering, Petrochemical Engineering Technologies, Fuel Cell and Energy Technologies), Environmental Engineering (Biofilms, Algae, Phytoremediation, Solid Waste Management) and Chemical Reaction Engineering. Only topics not covered in other graduate courses will be included. The coverage of topic will vary depending on the lecturer.*

<b>Pra-Keperluan (jika ada):</b> Bergantung kepada kursus berkaitan	
<b>Pre-Requisite (if any) :</b> <i>Depends on the related courses</i>	
<b>Bacaan Asas:</b>	
<b>References:</b>	
Metcalf & Eddy, 2013. <i>Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th Edition</i> , New York: McGraw Hill Education.	
Seider, W., Seader, J. D., Lewin, D. R. & Widagdo, S. 2016. <i>Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design</i> . 4th Edition, New York: John Wiley.	
McCutcheon, S.C. & Schnoor, J.L. 2003. <i>Phytoremediation: Transformation and Control of Contaminants. 1st Edition</i> , New York: Wiley-Interscience.	
Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B. & Shaeiwitz, J. A. 2018. <i>Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. 5th edition</i> . Pearson Education.	
El-Halwagi, M. M. 2017. <i>Sustainable Design through Process Integration: Fundamentals and Applications to Industrial Pollution Prevention, Resource Conservation, and Profitability Enhancement</i> . Butterworth-Heinemann.	
<b>Hasil Pembelajaran</b>	
<b>Course Outcomes</b>	
<b>Bil No.</b>	<b>Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)</b>
1	Menghubung kait teori kejuruteraan kimia dan biokimia dengan aplikasi industri <i>Relate chemical and biochemical engineering theories with the industrial applications.</i>
2	Mereka bentuk proses kejuruteraan kimia, biokimia dan yang berkaitan menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti HYSYS®, iCON® dan SuperPro®. <i>Design chemical, biochemical and related engineering plants using standard process simulator such as HYSYS®, iCON® and SuperPro®.</i>
3	Mengenalpasti, merumus, menyelidik kajian kepustakaan dan menganalisa masalah kompleks yang terdapat dalam proses kejuruteraan kimia dan biokimia. <i>Identify, formulates, research literature and analyze complex chemical and biochemical engineering problems.</i>
4	Memahami asas kejuruteraan kimia, mereka bentuk dan menyepadukan unit operasi proses. <i>Understand chemical engineering fundamental, design and integration of unit process operations integration and design.</i>
5	Memahami imbalan jisim yang terlibat dalam proses kejuruteraan biokimia dan kimia. <i>Understand mass balance in chemical and biochemical engineering process.</i>