



**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

<b>SPMI-UNDIP</b>	<b>RPS</b>	<b>10.04.05</b>	<b>516</b>
-------------------	------------	-----------------	------------

Revisi ke	: 1
Tanggal	: 28 Desember 2020
Dikaji ulang oleh	: Ketua Program Studi Magister Energi
Dikendalikan oleh	: Gugus Penjamin Mutu Sekolah Pascasarjana
Disetujui oleh	: Dekan Sekolah Pascasarjana

UNIVERSITAS DIPONEGORO		SPMI-UNDIP/RPS/10.04.05/516	Disetujui Oleh
Revisi Ke 1	Tanggal 28 Desember 2020	Rencana Pembelajaran Semester	Dekan Sekolah Pascasarjana



# RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

Program Studi Magister Energi

Fakultas Sekolah Pascasarjana

**Mata Kuliah** : Fuel Cell dan Energi Nuklir Kode : PCEN8211 SKS : 3 Sem : 2

**Dosen Pengampu** :  
• Dr. Asep Yoyo Wardaya, S.Si., M.Si.  
• Ir. Sulistyono, M.T., Ph.D.  
• Marcelinus Christwardana, S.T., M.T., Ph.D.

**Deskripsi Singkat Mata Kuliah** : Mata Kuliah Fuel Cell dan Energi Nuklir menerangkan tentang sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk pengganti sumber energi minyak dan batu bara yang mana walaupun batu bara di Indonesia cukup besar persediannya dibanding minyak bumi namun untuk jangka panjang kedua sumber energi tersebut (batu bara dan minyak bumi) lama kelamaan akan habis serta menimbulkan polusi udara yang tinggi. Fuel cell adalah perangkat elektronika yang mampu mengonversi perubahan energi bebas suatu reaksi elektrokimia menjadi energi listrik sedangkan Energi Nuklir adalah energi yang dihasilkan oleh reaktor nuklir yang bersumber dari bahan-bahan radioaktif atau melalui dua proses reaksi nuklir yaitu reaksi fisi (dengan sumber energi uranium) atau reaksi fusi (dengan sumber energi hydrogen).

**Capaian Pembelajaran Lulusan** :

S1	: Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius.
S3	: Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila.
S8	: Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik.
S9	: Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.
KU2	: Mampu melakukan validasi akademik atau kajian dalam bidang pengelolaan dan perencanaan energi atau pengembangan dan pemanfaatan potensi energi baru terbarukan dalam menyelesaikan masalah di masyarakat atau industri yang relevan melalui pengembangan pengetahuan.
KU4	: Mampu mengidentifikasi obyek penelitian dalam bidang pengelolaan dan perencanaan energi atau pengembangan dan pemanfaatan potensi energi baru terbarukan dan memosisikan ke dalam suatu peta penelitian yang dikembangkan melalui pendekatan interdisiplin atau multidisiplin.
KU7	: Mampu meningkatkan kapasitas pembelajaran secara mandiri.
P2	: Mampu melakukan kajian (menganalisis dan mengevaluasi) Manajemen Energi atau Energi Baru Terbarukan dengan menggunakan pendekatan dan teori yang relevan.
P3	: Memiliki wawasan yang luas dan mendalam mengenai bidang energi dengan dukungan peminatan (Manajemen Energi atau Energi Baru Terbarukan).
KK1	: Mampu berfikir kritis dan inovatif dalam pengelolaan dan perencanaan energi atau pengembangan dan pemanfaatan potensi energi baru terbarukan sebagai sumber energi alternatif pengganti energi fosil pada kebutuhan energi tingkat daerah dan pusat, BUMD, BUMN serta industri swasta tingkat daerah dan nasional.

KK2 : Mampu menyelesaikan berbagai permasalahan pengelolaan dan perencanaan energi atau pengembangan dan pemanfaatan potensi energi baru terbarukan di lingkungan masyarakat dengan menggunakan metode ilmu pengetahuan dan pengalaman keahlian yang sesuai dan diteliti.

**Capaian Pembelajaran Mata Kuliah** : Pada akhir kuliah ini, mahasiswa dapat menganalisis (C4) tentang penggunaan Fuel Cell dan Energi nuklir sebagai salah satu sumber energi masa depan untuk menggantikan penggunaan energi minyak bumi dan batu bara yang disamping menimbulkan polusi udara juga persediaannya untuk jangka waktu panjang akan habis juga walaupun persediaan batu bara masih melimpah dibandingkan minyak bumi di Indonesia.

**Referensi** :

- [1] Colleen Spiegel, PEM Fuel Cell Modeling and Simulation Using MATLAB, Elsevier Inc, 2008.
- [2] Matthew Mench, Fuel cell engines, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2008.
- [3] Frano Barbir, PEM Fuel Cells: Theory and Practice, Elsevier Inc, 2005.
- [4] J. Larminie, Andrew Dicks, Fuel Cell Systems Explained Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, England 2003.
- [5] Michael W. Ellis, Michael R. Von Spakovsky, Douglas J. Nelson, Fuel Cell Systems: Efficient, Flexible Energi Conversion for the 21st Century, Proceedings of IEEE, 2001, 89 (12).
- [6] Sandeep Dhameja, Electric Vehicle Battery Systems, Newnes, Woburn 2002.Woburn 2002.
- [7] US Department of Energi, Nuclear Physics and reaktor Theory, Volume 1, 1993
- [8] US Department of Energi, Nuclear Physics and reaktor Theory, Volume 2, 1993
- [9] Martin, B. R., Nuclear and Particle Physics: An Introduction, John Wiley & Sons, West Sussex, 2006
- [10] Murray, R. L., Nuclear Energi: An Introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes, Buttherworth Heinemann, 2000
- [11] Sang, D., Nuclear and Particle Physics, Thomas Nelson & Sons Ltd, London, 1995
- [12] Krane, K.S., Fisika Modern (terjemahan), Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1992.

1	2	3	4	5	6	7	
Minggu Ke	Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Pembelajaran	Bahan Kajian/ Pokok Bahasan	Metode Pembelajaran	Waktu	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Penilaian	
						Kriteria & Indikator	Bobot (%)
1	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5), definisi fuel cell yaitu perangkat elektronika yang mampu mengonversi perubahan energi bebas suatu rekasi elektrokimia menjadi energi listrik. oksidan dari fuel cell adalah oksigen dan bahan bakar fuel cell adalah hydrogen yang dapat diproduksi yang dapat diproduksi dengan menggunakan batu bara, tenaga nuklir, minyak, methanol, gas alam dan sebagainya.	Pengantar definisi Fuel Cell.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ceramah</li> <li>– Diskusi</li> </ul>	TM : (3 × 50") BT : (3 × 50") BM : (3 × 50")	Diskusi kelompok Untuk Definisi dan sejarah Fuel Cell. Sumber bahan bakar fuel cell	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Definisi dan sejarah Fuel Cell. Sumber bahan bakar fuel cell	5%

2	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) berbagai jenis fuel cell I serta cara kerjanya yang terdiri dari Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC). Fuel cell jenis ini menggunakan membran sebagai elektrolitnya dan bahan bakarnya adalah hidrogen. Daerah kerjanya berkisar antara 30°C – 100°C . Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). Sama seperti PEMFC, DMFC menggunakan membran sebagai elektrolitnya tetapi menggunakan methanol sebagai bahan bakarnya. Daerah kerjanya berkisar antara 20°C – 90°C . Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC). Fuel cell jenis ini menggunakan phosphoric acid cair sebagai elektrolitnya dan bahan bakarnya adalah hidrogen. Daerah kerjanya kira-kira 200°C.	Berbagai jenis fuel cell I dan cara kerjanya	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC). Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC).	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC). Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC).	10%
3	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) berbagai jenis fuel cell II serta cara kerjanya yang terdiri dari Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC). Fuel cell jenis ini menggunakan molten dengan campuran lithium, sodium dan potassium carbonate sebagai elektrolitnya dan bahan bakarnya adalah hidrogen. MCFC bekerja pada temperatur tinggi kira-kira 650°C . Solid Oxide Fuel Cell (SOFC). Fuel cell jenis ini menggunakan bahan keramik sebagai elektrolitnya dan bahan bakarnya adalah hidrogen. Daerah kerjanya berkisar antara 500°C – 1000°C .	Berbagai jenis fuel cell II dan cara kerjanya	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC). Solid Oxide Fuel Cell (SOFC).	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC). Solid Oxide Fuel Cell (SOFC).	5%
4	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) berbagai keuntungan dan kerugian 5 model fuel cell, baik ditinjau dari nilai ekonomis bahan bakarnya, daya tahan peralatan,	Keuntungan dan Kerugian dari berbagai model fuel cell.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Keuntungan dan Kerugian dari berbagai model fuel cell.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Keuntungan dan Kerugian dari berbagai model fuel cell.	5%

	kemudahan perbaikan alat serta harganya.						
5	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) keuntungan dan kerugian dari fuel cell dibanding sumber energi lainnya seperti minyak, batu bara dan batere ditinjau dari segi efisiensi operasi, tingkat kesederhanaan alat, tingkat keberisikan alat, emisi rendah, hasil kinerja kendaraan yang bagus, sumber hydrogen yang tersedia, daya isi ulang, pemeliharaan alat, harga alat, Sensitif pada kontaminasi zat-asing, pembekuan dari air pada suhu sangat dingin.	Keuntungan dan kerugian fuel cell dibanding sumber energi lainnya.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Keuntungan dan kerugian fuel cell dibanding sumber energi lainnya.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Keuntungan dan kerugian fuel cell dibanding sumber energi lainnya.	10%
6	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5), kebutuhan infrastruktur yang cukup besar untuk konsumen kendaraan bermotor berupa pembangkitan hidrogen dan infrastruktur pengiriman. Infrastruktur ini termasuk pipa, mobil transportasi bahan bakar, stasiun pengisian bahan bakar dan pusat pembangkit hidrogen. produksi hydrogen sebagai bahan bakar fuel cell yang harus dipilih diproduksi dengan menggunakan methanol, batu bara, tenaga nuklir, minyak, atau gas alam.	Kebutuhan infrastruktur fuel cell untuk konsumen kendaraan bermotor serta sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan hydrogen.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Kebutuhan infrastruktur fuel cell untuk konsumen kendaraan bermotor. Sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan hydrogen sebagai bahan bakar fuel cell.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Kebutuhan infrastruktur fuel cell untuk konsumen kendaraan bermotor. Sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan hydrogen sebagai bahan bakar fuel cell.	5%
7	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) penggunaan fuel cell dimasa yang akan datang bila ditinjau dari segi polusi udara dan penggunaan methanol atau gas sebagai bahan pembuat hydrogen, maka fuel cell dapat menggantikan penggunaan bensin dan solar untuk sumber energi kendaraan bermotor.	Masa depan penggunaan fuel cell.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Masa depan fuel cell sebagai pengganti bensin dan solar untuk kendaraan bermotor.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Masa depan fuel cell sebagai pengganti bensin dan solar untuk kendaraan bermotor.	5%
8		UTS					
9	Mahasiswa mampu menganalisis (C4), berbagai macam reaksi nuklir yang	Pengantar Energi Nuklir	– Ceramah	TM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Reaksi fisi dan fusi	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Reaksi fisi	5%

	dapat dibagi menjadi reaksi fisi dan fusi. berbagai macam aplikasi nuklir yang banyak digunakan untuk kesejahteraan manusia seperti dalam bidang penelitian, kesehatan, pertanian		– Diskusi	BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)		dan fusi	
10	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) berbagai model atom sederhana (Atom Hidrogen) atau model atom yang lebih kompleks (atom dengan banyak electron, proton dan neutron).	Berbagai Model atom	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Model atom sederhana (atom Hidrogen) Model Atom kompleks (atom banyak electron, proton dan neutron).	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Model atom sederhana (atom Hidrogen) Model Atom kompleks (atom banyak electron, proton dan neutron).	5%
11	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) penggambaran model inti atom yang meliputi definisi-definisi Isotop, Ukuran Inti Atom, Satuan Massa Atom, Gaya nuklir kuat versus gaya tolak listrik.	Pembahasan Inti Atom: Isotop, Ukuran Inti Atom, Satuan Massa Atom, Gaya nuklir kuat versus gaya tolak listrik.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Model Inti Atom Isotop Ukuran Inti Atom, Satuan Massa atom Gaya nuklir kuat versus gaya tolak listrik.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Model Inti Atom Isotop Ukuran Inti Atom, Satuan Massa atom. Gaya nuklir kuat versus gaya tolak listrik.	5%
12	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) penggambaran model inti atom yang meliputi definisi-definisi Emisi radiasi alpha, beta dan gamma serta peluruhan radioaktif akibat ketidaksetabilan Inti Atom.	Pembahasan Inti Atom: Emisi radiasi alpha, beta dan gamma serta peluruhan radioaktif akibat ketidaksetabilan Inti Atom.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Emisi radiasi alpha, beta dan gamma. peluruhan radioaktif akibat ketidaksetabilan Inti Atom.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Emisi radiasi alpha, beta dan gamma. peluruhan radioaktif akibat ketidaksetabilan Inti Atom.	10%
13	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) reaksi Fisi yaitu reaksi terpecahnya suatu atom yang berat menjadi atom yang lebih ringan dengan melepaskan energi serta reaksi Fusi yaitu reaksi bergabungnya atom-atom ringan seperti hydrogen menjadi atom atom yang lebih berat dengan melepaskan energi	Reaksi Fisi Nuklir: terbelahnya Inti Atom berat (seperti Uranium) menjadi dua inti yang lebih ringan Reaksi fusi nuklir: penggabungan dua inti ringan	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50’’) BT : (3 × 50’’) BM : (3 × 50’’)	Diskusi kelompok Untuk Reaksi Fisi Reaksi Fusi	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Reaksi Fisi Reaksi Fusi	10%

		membentuk sebuah inti yang lebih berat					
14	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) cara bekerjanya reaktor Fisi serta permodelan reaktor Fusi (belum bisa dibuat) yang menghasilkan energi nuklir sangat besar.	Cara kerja Reaktor Nuklir: Reaktor nuklir (fisi) Model Reaktor Nuklir Fusi . Fungsi reaktor nuklir adalah untuk memperlambat kelajuan netron-netron yang akan membelah inti atom dan jumlah netron yang dihasilkan supaya keluaran energi yang stabil.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50”) BT : (3 × 50”) BM : (3 × 50”)	Diskusi kelompok Untuk Reaktor Fisi Reaktor Fusi	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Reaktor Fisi Reaktor Fusi	10%
15	Mahasiswa mampu menganalisis (C4) tentang kelebihan dan kekurangan dari reaksi nuklir yang sudah banyak digunakan untuk kesejahteraan manusia seperti dalam bidang penelitian, kesehatan, pertanian atau sebagai sumber energi nuklir, juga melihat dampak negatif kecelakaan reaktor nuklir di dunia.	Berbagai akibat dari kecelakaan atau kebocoran Reaktor Nuklir dan Bom Atom bagi manusia. Berbagai aplikasi nuklir dalam kesehatan, pertanian dll.	– Ceramah – Diskusi	TM : (3 × 50”) BT : (3 × 50”) BM : (3 × 50”)	Diskusi kelompok Untuk Aplikasi nuklir dalam penelitian Aplikasi nuklir dalam kesehatan Aplikasi nuklir dalam pertanian Aplikasi nuklir sumber energi. Bentuk-bentuk kecelakaan reaktor nuklir di dunia.	Kemampuan menyelesaikan permasalahan Aplikasi nuklir dalam penelitian Aplikasi nuklir dalam kesehatan Aplikasi nuklir dalam pertanian Aplikasi nuklir sumber energi. Bentuk-bentuk kecelakaan reaktor nuklir di dunia.	10%
16		UAS					