

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)
KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI



Oleh:
Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2025.1



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK MESIN

FM-UMS-AA-FPU-PPK-02/
R0

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH (MK)		KODE	Rumpun MK	Bobot (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan
Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai		DTM3231314	None	T=3	P=0	pilihan	2025
OTORISASI		Pengembang RPS		Koordinator RMK		Ketua Program Studi	
		Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D				Prof. Ir. Waluyo Adi Siswanto, M.Sc., Ph.D	
Programme Learning (PL)	PLO-Prodi yang dibebankan pada MK						
	PLO8	Melakukan rekayasa teknologi dan pengembangan sistem, proses dan komponen otomotif manufaktur berbasis kemajuan teknologi terkini dengan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dan memperhitungkan batasan yang ada.					
	PLO9	Merencanakan penelitian yang berkontribusi pada keilmuan bidang otomotif manufaktur secara komprehensif dengan mengikuti perkembangan teknologi					
	PLO10	Melaksanakan penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat atau industri, mengacu pada hasil riset yang teruji dengan mempertimbangkan efisiensi dan nilai tambah serta menggunakan piranti terkini dan modern.					
	Course Learning Outcomes (CLO)						
	CLO 1	Melakukan rekayasa teknologi dan pengembangan sistem, proses dan komponen otomotif manufaktur berbasis kemajuan teknologi terkini dengan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dan memperhitungkan batasan yang ada.					PLO8,
	CLO 2	Merencanakan penelitian yang berkontribusi pada keilmuan bidang otomotif manufaktur secara komprehensif dengan mengikuti perkembangan teknologi.					PLO9,
	CLO 3	Mengidentifikasi, menganalisis, merumuskan dan menyelesaikan masalah bidang manufaktur otomotif yang melibatkan berbagai bidang ilmu dan menyusun roadmap pengembangan lanjut.					PLO10,
	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CLO)						
	Sub-CLO 1	Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan					CLO 1
	Sub-CLO 2	Menguasai prinsip kerja teknologi battery electric vehicles (BEV) untuk melakukanrekayasa teknologi dan pengembangan sistem					CLO 1
	Sub-CLO 3	Membuat rancangan studi kasus dalam rekayasa teknologi teknologi battery electric vehicles (BEV) untuk meningkatkan efisiensi dan modernisasi					CLO 1
	Sub-CLO 4	Kendaraan listrik (Electric vehicles)					CLO 1
	Sub-CLO 5	Kendaraan hibrida (Hybrid vehicles)					CLO 1
	Sub-CLO 6	Sistem penggerak listrik					CLO 2
Sub-CLO 7	Pengalihan Penggerak					CLO 2	
Sub-CLO 8	Teknologi baterai dan penyimpanan energi					CLO 2	
Sub-CLO 9	Prinsip Pengereman Regeneratif					CLO 2	

	Sub-CLO 10	Prinsip rem seri	CLO 2
	Sub-CLO 11	Kendaraan berbasis Fuel Cell	CLO 3
	Sub-CLO 12	Teknologi fuel cell	CLO 3
	Sub-CLO 13	Pasokan Bahan Bakar	CLO 3
	Sub-CLO 14	Pemahaman teknologi mutakhir kendaraan listrik	CLO 3
Deskripsi Singkat MK	Mata kuliah ini secara komprehensif memandu mahasiswa dalam memahami teknologi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) atau kendaraan listrik (Electric Vehicles). Materi mencakup hybrid electric vehicles (HEV), plug-in hybrid electric vehicles (PHEV), battery electric vehicles (BEV), and fuel cell electric vehicles (FCEV). Pembelajaran direalisasi dengan mengeksplorasi perkembangan isu-isu terkini berbasis artikel jurnal yang relevan dan shahih untuk menjembatani bahan kajian riset disertasi. Pembelajaran diharapkan mampu mengantarkan mahasiswa untuk 1) mengidentifikasi dan mengevaluasi teknologi kendaraan listrik (EV) dalam rangka rekayasa teknologi dan pengembangan sistem yang lebih maju; 2) merancang konsep perbaikan teknologi kendaraan berpenggerak listrik secara kreatif berbasis kemajuan teknologi, dan 3) merancang dan mengembangkan penelitian tingkat lanjut dalam rekayasa teknologi kendaraan berpenggerak listrik untuk meningkatkan efisiensi dan modernisasi secara berkesinambungan yang bermanfaat bagi masyarakat dan industri.		
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran	Materi perkuliahan ini meliputi: - Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan - Kendaraan berpenggerak mesin Otto (Spark-ignition engines) - Kendaraan berpenggerak mesin Diesel (Compression-ignition engines) - Kendaraan berpenggerak listrik berbasis baterai (Electric Vehicles) - Kendaraan berpenggerak mesin pembakaran dalam dan listrik berbasis baterai (Hybrid Vehicles) - Dasar-dasar kendaraan listrik berbasis baterai - Gerak dan tahanan kendaraan - Persamaan dinamis dan kecepatan kendaraan - Karakteristik Pembangkit Listrik dan Transmisi Kendaraan - Karakteristik Pembangkit Listrik - Karakteristik Transmisi (Transmisi Roda Gigi, Transmisi Hidrodinamik, & Transmisi Variabel Berkelanjutan) - Unjuk kerja kendaraan - Kecepatan maksimum kendaraan - Kemampuan manjakan - Kinerja percepatan - Penghematan sumber energi - Karakteristik penghematan sumber energi - Perhitungan ekonomi sumber energi - Strategi penghematan - Kinerja pengereman - Gaya pengereman - Distribusi sistem pengereman - Kendaraan listrik (Electric vehicles) - Konfigurasi Kendaraan Listrik - Kinerja Kendaraan Listrik - Karakteristik Motor Traksi - Upaya Traktif dan Persyaratan Transmisi - Kinerja Kendaraan - Tenaga Traktif pada Pengemudi Normal - Konsumsi Energi - Kendaraan hibrid (Hybrid vehicles) - Konsep kendaraan berpenggerak Listrik - Desain kendaraan		

4.2.1 Rangkaian penggerak listrik sistem seri	
4.2.2 Rangkaian penggerak listrik sistem paralel (Torsi, Kecepatan & Kopling)	
5. Sistem penggerak listrik	
5.1 Penggerak Motor DC	
5.1.1 Prinsip Operasi dan Kinerja	
5.1.3 Kontrol Chopper Motor DC	
5.1.4 Kontrol Multikuadran Chopper-Fed Penggerak Motor DC	
5.2. Penggerak Motor Induksi	
5.2.1 Prinsip Operasi Dasar Motor Induksi	
5.2.2 Kinerja Stabil	
5.2.3 Kontrol Volt/Hertz Konstan	
5.2.4 Kontrol Elektronik Daya	
5.2.5 Kontrol orientasi medan gerak	
5.2.6 Inverter sumber tegangan	
5.3 Penggerak Motor DC Tanpa Kuas Magnetik Permanen	
5.3.1 Prinsip Dasar Penggerak Motor DC	
5.3.2 Konstruksi dan Klasifikasi Mesin DC	
5.3.3 Sifat Bahan magnet permanen	
5.3.4 Analisis Kinerja dan Pengendalian Mesin DC	
5.3.5 Teknologi Kecepatan	
5.3.6 Teknik Tanpa Sensor	
5.4. Pengalihan Penggerak Motor (Switched Reluctance Motor Drives)	
5.4.1 Struktur Magnet Dasar	
5.4.2 Produksi Torsi	
5.4.3 Konverter Penggerak “Switched Reluctance Motor (SRM)”	
5.4.4 Mode Operasi	
5.4.5 Mode Operasi Pembangkitan (Pengereman Regeneratif)	
5.4.6 Kontrol Tanpa Sensor	
5.4.7 Teknik Self-Tuning dari SRM Drive	
5.4.8 Getaran dan Kebisingan Akustik di SRM	
5.4.9 Desain SRM	
6 Teknologi baterai dan penyimpanan energi	
6.1 Baterai Elektrokimia	
6.1.1 Reaksi Elektrokimia	
6.1.2 Tegangan Termodinamika	
6.1.3 Energi Spesifik	
6.1.4 Daya Spesifik	
6.1.5 Efisiensi Energi	
6.1.6 Teknologi Baterai (Baterai Asam Timbal, Baterai Berbasis Nikel (Sistem Nikel/Besi; Sistem Nikel/Kadmium; Nikel–Logam Hidrida (Ni–MH) Baterai), Baterai Berbasis Litium (Baterai Litium–Polimer (Li–P); Baterai Lithium-Ion (Li-Ion).	
6.2 Ultra kapasitor	
6.2.1 Fitur Ultra kapasitor	
6.2.2 Prinsip Dasar Ultra kapasitor	
6.2.3 Kinerja Ultra kapasitor	
6.2.4 Teknologi Ultra kapasitor	
6.3 Flywheel Berkecepatan Tinggi	
6.3.1 Prinsip Pengoperasian Roda Gila	
6.3.2 Kapasitas Daya Sistem Flywheel	
6.3.3 Teknologi Flywheel	
6.4 Hibridisasi Penyimpanan Energi	
7 Prinsip Pengereman Regeneratif	

		7.1 Konsumsi Energi pada Pengereman 7.2 Tenaga dan Energi Pengereman pada Roda Depan dan Belakang 7.3 Sistem Rem EV dan HEV 7.3.1 Rem Seri — Perasaan Optimal 7.3.2 Rem Seri — Pemulihan Energi Optimal 7.3.3 Rem Paralel 7.4 Sistem Rem Anti Penguncian (ABS) 8 Kendaraan berbasis Fuel Cell 8.1 Prinsip Operasi Kendaraan berbasis Fuel Cell 8.2 Potensi Elektroda dan Kurva Arus-Tegangan 8.3 Konsumsi Bahan Bakar dan Oksidan 8.4 Karakteristik Sistem Fuel Cell 8.5 Teknologi Fuel Cell 8.5.1 Fuel Cell Membran Pertukaran Proton 8.5.2 Sel Bahan Bakar Alkalin 8.5.3 Sel Bahan Bakar Asam Fosfat 8.5.4 Sel Bahan Bakar Karbonat Cair 8.5.5 Sel Bahan Bakar Oksida Padat 8.5.6 Sel Bahan Bakar Metanol Langsung 8.6 Pasokan Bahan Bakar 8.6.1 Penyimpanan Hidrogen 8.6.1.1 Hidrogen Terkompresi 8.6.1.2 Hidrogen Cair Kriogenik 8.6.1.3 Hidrida Logam 8.6.2 Produksi Hidrogen 8.6.3 Amonia sebagai Pembawa Hidrogen 8.7 Sel Bahan Bakar Non-hidrogen 9. Studi kasus, Kajian “review articles” tentang teknologi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) atau kendaraan listrik (Electric Vehicles)				
Pustaka		Utama:				
		1. Iqbal Husain, Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals, The 3rd edition, CRC Press, 2021				
		2. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, and Kambiz M. Ebrahimi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, The 3rd edition, CRC Press, 2021.				
		3. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011.				
		4. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015.				
		5. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012.				
		6. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.				
		Pendukung:				
Dosen Pengampu		Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D				
Matakuliah syarat		Tidak ada				
Minggu Ke	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CLO)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]	Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian(%)
		Indikator	Kriteria & Teknik			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan	Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan	Kriteria: Menjawab dengan benar dan akurat Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 1 PT=3x70 KM=3x70	1. Pengantar teknologi mesin penggerak kendaraan 1.1 Kendaraan berpengerak mesin Otto (Spark-ignition engines) 1.2 Kendaraan berpengerak mesin Diesel (Compression-ignition engines) 1.3 Kendaraan berpengerak listrik berbasis baterai (Electric Vehicles) 1.4 Kendaraan berpengerak mesin pembakaran dalam dan listrik berbasis baterai (Hybrid Vehicles) [1. Iqbal Husain, Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals, The 3rd edition, CRC Press, 2021 2. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, and Kambiz M. Ebrahimi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, The 3rd edition, CRC Press, 2021.]	5%
2	Menguasai prinsip kerja teknologi battery electric vehicles (BEV) untuk melakukan rekayasa teknologi dan pengembangan sistem	Dasar-dasar kendaraan listrik berbasis baterai	Kriteria: Menjawab pertanyaan dengan akurat an tepat Dasar-dasar kendaraan listrik berbasis baterai Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 2 PT=3x70 KM=3x70	2. Dasar-dasar kendaraan listrik berbasis baterai 2.1 Gerak dan tahanan kendaraan 2.2 Persamaan dinamis dan kecepatan kendaraan 2.3 Karakteristik Pembangkit Listrik dan Transmisi Kendaraan 2.3.1 Karakteristik Pembangkit Listrik 2.3.2 Karakteristik Transmisi (Transmisi Roda Gigi, Transmisi Hidrodinamik, & Transmisi Variabel Berkelanjutan) 2.4 Unjuk kerja kendaraan 2.4.1 Kecepatan maksimum kendaraan 2.4.2 Kemampuan menanjak 2.4.3 Kinerja percepatan [1. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, and Kambiz M. Ebrahimi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, The 3rd edition, CRC Press, 2021. 2. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011.]	5%

3	Membuat rancangan studi kasus dalam rekayasa teknologi teknologi battery electric vehicles (BEV) untuk meningkatkan efisiensi dan modernisasi	Penghematan sumber energi	Kriteria: Menjawab sesuai instruksi pada masalah Penghematan sumber energi Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: berbasis masalah, Penugasan: Tugas 1 PT=3x70 KM=3x70	2.5 Penghematan sumber energi 2.5.1 Karakteristik penghematan sumber energi 2.5.2 Perhitungan ekonomi sumber energi 2.5.3 Strategi penghematan 2.6 Kinerja pengereman 2.6.1 Gaya pengereman 2.6.2 Distribusi sistem pengereman [1. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011. 2. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015.]	5%
4	Kendaraan listrik (Electric vehicles)	Kendaraan listrik (Electric vehicles)	Kriteria: Menjawab pertanyaan dengan akurat Kendaraan listrik (Electric vehicles) Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 3 PT=3x70 KM=3x70	3. Kendaraan listrik (Electric vehicles) 3.1 Konfigurasi Kendaraan Listrik 3.2 Kinerja Kendaraan Listrik 3.2.1 Karakteristik Motor Traksi 3.2.2 Upaya Traktif dan Persyaratan Transmisi 3.2.3 Kinerja Kendaraan 3.3 Tenaga Traktif pada Pengemudi Normal 3.4 Konsumsi Energi [1. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011. 2. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015.]	10%
5	Kendaraan hibrida (Hybrid vehicles)	Kendaraan hibrid (Hybrid vehicles)	Kriteria: Menjawab dengan benar dan akurat mengenai Kendaraan hibrid (Hybrid vehicles) Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 4 PT=3x70 KM=3x70	4. Kendaraan hibrid (Hybrid vehicles) 4.1 Konsep kendaraan berpengerak Listrik 4.2 Desain kendaraan 4.2.1 Rangkaian penggerak listrik sistem seri 4.2.2 Rangkaian penggerak listrik sistem paralel (Torsi, Kecepatan & Kopling) [1. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and	5%

					Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011. 2. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015.]	
6	Sistem penggerak listrik	Sistem penggerak listrik	Kriteria: Menjawab pertanyaan dengan akurat Sistem penggerak listrik Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 5 PT=3x70 KM=3x70	5. Sistem penggerak listrik 5.1 Penggerak Motor DC 5.1.1 Prinsip Operasi dan Kinerja 5.1.3 Kontrol Chopper Motor DC 5.1.4 Kontrol Multikuadran Chopper-Fed Penggerak Motor DC 5.2. Penggerak Motor Induksi 5.2.1 Prinsip Operasi Dasar Motor Induksi 5.2.2 Kinerja Stabil 5.2.3 Kontrol Volt/Hertz Konstan 5.2.4 Kontrol Elektronik Daya 5.2.5 Kontrol orientasi medan gerak 5.2.6 Inverter sumber tegangan 5.3 Penggerak Motor DC Tanpa Kuas Magnetik Permanen 5.3.1 Prinsip Dasar Penggerak Motor DC 5.3.2 Konstruksi dan Klasifikasi Mesin DC 5.3.3 Sifat Bahan magnet permanen 5.3.4 Analisis Kinerja dan Pengendalian Mesin DC 5.3.5 Teknologi Kecepatan 5.3.6 Teknik Tanpa Sensor [1. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012. 2. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.]	5%
7	Pengalihan Penggerak	Pengalihan penggerak	Kriteria: Mengerjakan tugas sesuai instruksi mengenai Pengalihan penggerak tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: berbasis masalah, Penugasan: Tugas 2 PT=3x70 KM=3x70	5.4. Pengalihan Penggerak Motor (Switched Reluctance Motor Drives) 5.4.1 Struktur Magnet Dasar 5.4.2 Produksi Torsi 5.4.3 Konverter Penggerak “Switched Reluctance Motor (SRM)” 5.4.4 Mode Operasi 5.4.5 Mode Operasi Pembangkitan (Pengereman Regeneratif) 5.4.6 Kontrol Tanpa Sensor 5.4.7 Teknik Self-Tuning dari SRM Drive 5.4.8 Getaran dan Kebisingan Akustik di SRM	5%

					5.4.9 Desain SRM [1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012.]	
8	Evaluasi Tengah Semester / Ujian Tengah Semester					
9	Teknologi baterai dan penyimpanan energi	Teknologi baterai dan penyimpanan energi	Kriteria: Menjawab dengan tepat Teknologi baterai dan penyimpanan energi Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 6 PT=3x70 KM=3x70	6 Teknologi baterai dan penyimpanan energi 6.1 Baterai Elektrokimia 6.1.1 Reaksi Elektrokimia 6.1.2 Tegangan Termodinamika 6.1.3 Energi Spesifik 6.1.4 Daya Spesifik 6.1.5 Efisiensi Energi 6.1.6 Teknologi Baterai (Baterai Asam Timbal, Baterai Berbasis Nikel (Sistem Nikel/Besi; Sistem Nikel/Kadmium; Nikel–Logam Hidrida (Ni–MH) Baterai), Baterai Berbasis Litium (Baterai Litium–Polimer (Li–P); Baterai Lithium-Ion (Li-Ion). 6.2 Ultra kapasitor 6.2.1 Fitur Ultra kapasitor 6.2.2 Prinsip Dasar Ultra kapasitor 6.2.3 Kinerja Ultra kapasitor 6.2.4 Teknologi Ultra kapasitor 6.3 Flywheel Berkecepatan Tinggi 6.3.1 Prinsip Pengoperasian Roda Gila 6.3.2 Kapasitas Daya Sistem Flywheel 6.3.3 Teknologi Flywheel 6.4 Hibridisasi Penyimpanan Energi [1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012.]	5%
10	Prinsip Pengereman Regeneratif	Prinsip Pengereman Regeneratif	Kriteria: menjawab pertanyaan dengan akurat Prinsip Pengereman Regeneratif Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk:	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 7 PT=3x70	7 Prinsip Pengereman Regeneratif 7.1 Konsumsi Energi pada Pengereman 7.2 Tenaga dan Energi Pengereman pada Roda Depan dan Belakang 7.3 Sistem Rem EV dan HEV	10%

			rubrik,	KM=3x70	[1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012.]	
11	Prinsip rem seri	Rem Seri	Kriteria: Mengerjakan soal dengan benar sesuai instruksi di Tugas 3 Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: berbasis masalah, Penugasan: Tugas 3 PT=3x70 KM=3x70	7.3.1 Rem Seri — Perasaan Optimal 7.3.2 Rem Seri — Pemulihan Energi Optimal 7.3.3 Rem Paralel 7.4 Sistem Rem Anti Penguncian (ABS) [1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012.]	5%
12	Kendaraan berbasis Fuel Cell	Kendaraan berbasis Fuel Cell	Kriteria: Menjawab dengan akurat Kendaraan berbasis Fuel Cell Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 8 PT=3x70 KM=3x70	8 Kendaraan berbasis Fuel Cell 8.1 Prinsip Operasi Kendaraan berbasis Fuel Cell 8.2 Potensi Elektroda dan Kurva Arus-Tegangan 8.3 Konsumsi Bahan Bakar dan Oksidan 8.4 Karakteristik Sistem Fuel Cell [1. Amir Khajepour, Saber Fallah, and Avesta Goodarzi, Electric and Hybrid Vehicles Technologies, Modeling and Control: A Mechatronic Approach, The 1st edition, John Wiley & Sons, 2011. 2. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 3. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012. 4. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.]	10%
13	Teknologi fuel cell	Teknologi fuel cell	Kriteria: Menjawab dengan benar dan akurat mengenai teknologi fuel cell Teknik Penilaian:	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus,	8.5 Teknologi Fuel Cell 8.5.1 Fuel Cell Membran Pertukaran Proton 8.5.2 Sel Bahan Bakar Alkalin 8.5.3 Sel Bahan Bakar Asam Fosfat	10%

			tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Penugasan: Quiz 9 PT=3x70 KM=3x70	8.5.4 Sel Bahan Bakar Karbonat Cair 8.5.5 Sel Bahan Bakar Oksida Padat 8.5.6 Sel Bahan Bakar Metanol Langsung [1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.]	
14	Pasokan Bahan Bakar	Pasokan bahan bakar	Kriteria: Menjawab pertanyaan dengan akurat Pasokan bahan bakar Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: studi kasus, Penugasan: Quiz 10 PT=3x70 KM=3x80	8.6 Pasokan Bahan Bakar 8.6.1 Penyimpanan Hidrogen 8.6.1.1 Hidrogen Terkompresi 8.6.1.2 Hidrogen Cair Kriogenik 8.6.1.3 Hidrida Logam 8.6.2 Produksi Hidrogen 8.6.3 Amonia sebagai Pembawa Hidrogen 8.7 Sel Bahan Bakar Non-hidrogen [1. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012. 2. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.]	10%
15	Pemahaman teknologi mutakhir kendaraan listrik	Teknologi kendaran elektrik	Kriteria: Mengetahui perkembangan teknologi kendaraan listrik yang mutakhir Teknik Penilaian: tes tertulis, Bentuk: rubrik,	Teknik Pembelajaran: Luring Bentuk Pembelajaran: Kuliah PB: 3x50 Metode Pembelajaran: berbasis proyek, Penugasan: Tugas 4 PT=3x70 KM=3x70	9. Studi kasus, Kajian “review articles” tentang teknologi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) atau kendaraan listrik (Electric Vehicles) [1. K.T. Chau, Electric Vehicle Machines and Drives Design, Analysis and Application, The 1st edition, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2015. 2. James Larminie, John Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, The 1st edition, John Wiley & Sons. 2012. 3. Nil Patel, Akash Kumar Bhoi, Sanjeevikumar Padmanaban, Jens Bo Holm-Nielsen, Electric Vehicles Modern Technologies and Trends, Springer, 2021.]	10%
16	Evaluasi Akhir Semester / Ujian Akhir Semester					