



Universitas Negeri Surabaya
S2 Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan

Kode
Dokumen

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH (MK)		KODE	Rumpun MK		BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan																																																																																			
Digital Signal Processing		8310103173			3			25 Agustus 2026																																																																																			
OTORISASI		Pengembang RPS		Koordinator RMK		Koordinator Program Studi																																																																																					
						HERU ARIZAL																																																																																					
Deskripsi Singkat MK	Mata kuliah Digital Signal Processing (DSP) pada Program S2 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (PTK) UNESA dirancang untuk membekali mahasiswa dengan penguasaan konsep teoretis, analisis matematik, dan implementasi praktis pemrosesan sinyal digital yang relevan dengan kebutuhan industri mutakhir dan pembelajaran kejuruan berbasis Internet of Things (IoT) serta kecerdasan buatan (AI). Fokus utama mencakup representasi sinyal waktu diskrit, transformasi domain (Discrete Fourier Transform / DFT, Fast Fourier Transform / FFT, Transformasi Z), perancangan filter digital (Finite Impulse Response / FIR dan Infinite Impulse Response / IIR), serta penerapannya pada sinyal audio, citra digital, dan data sensor industri. Selain itu, mahasiswa diarahkan untuk menganalisis integrasi modul/alat latih (trainer/simulator) DSP ke dalam kurikulum dan laboratorium kejuruan berbasis Project-Based Learning (PjBL) serta merancang riset terapan Design and Development Research (DDR) untuk inovasi pembelajaran kejuruan di bidang teknik elektro/elektronika.																																																																																										
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK																																																																																										
	CPL	Mampu merencanakan, menerapkan, dan mengevaluasi program pembelajaran inovatif yang efektif dan efisien pada pendidikan S2 Pendidikan Teknologi Kejuruan yang relevan dengan perkembangan industri global.																																																																																									
	CPL	Mampu menerapkan riset terapan untuk inovasi metode pembelajaran kejuruan, optimalisasi teknologi yang relevan dengan industri																																																																																									
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)																																																																																										
	CPMK-1	Mengembangkan dan menguji validitas/kepraktisan modul, simulator, atau alat latih (trainer) praktikum DSP berbasis riset terapan (Design and Development Research) sebagai produk pembelajaran inovatif pada pendidikan kejuruan (SMK/Politeknik).																																																																																									
	CPMK-2	Menganalisis konsep matematis sinyal waktu diskrit, sistem LTI (Linear Time-Invariant), transformasi domain (DFT, FFT, Transformasi Z), dan perancangan filter digital (FIR & IIR) untuk memecahkan masalah pemrosesan sinyal teknis/industri.																																																																																									
	CPMK-3	Merancang dan mengimplementasikan algoritma pemrosesan sinyal digital (audio, citra, atau data sensor) menggunakan perangkat lunak simulasi dan/atau hardware DSP yang relevan dengan kebutuhan teknologi industri terkini.																																																																																									
	Matrik CPL - CPMK																																																																																										
		<table><tr><td>CPMK</td><td>CPL</td><td>CPL</td></tr><tr><td>CPMK-1</td><td>✓</td><td></td></tr><tr><td>CPMK-2</td><td></td><td>✓</td></tr><tr><td>CPMK-3</td><td></td><td>✓</td></tr></table>							CPMK	CPL	CPL	CPMK-1	✓		CPMK-2		✓	CPMK-3		✓																																																																							
	CPMK	CPL	CPL																																																																																								
	CPMK-1	✓																																																																																									
	CPMK-2		✓																																																																																								
CPMK-3		✓																																																																																									
Matrik CPMK pada Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)																																																																																											
	<table><tr><td rowspan="2">CPMK</td><td colspan="16">Minggu Ke</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr><tr><td>CPMK-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>CPMK-2</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>CPMK-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							CPMK	Minggu Ke																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	CPMK-1											✓	✓	✓	✓	✓	✓	CPMK-2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								CPMK-3									✓	✓						
CPMK	Minggu Ke																																																																																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																																																																											
CPMK-1											✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																											
CPMK-2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																																		
CPMK-3									✓	✓																																																																																	
Pustaka	Utama :		1. Proakis, J. G., & Manolakis, D. G. (2021). Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications (5th ed.). Pearson 2. Tan, L., & Jiang, J. (2018). Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications (3rd ed.). Academic Press / Elsevier 3. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). Discrete-Time Signal Processing (3rd ed.). Pearson																																																																																								
	Pendukung :		1. Lyons, R. G. (2020). Understanding Digital Signal Processing (3rd ed. Rpt.). Addison-Wesley Professional 2. Welch, T. B., Wright, C. H., & Morrow, M. G. (2020). Real-Time Digital Signal Processing from MATLAB to C with the TMS320C6x DSPs (3rd ed.). CRC Press 3. UNESCO-UNEVOC. (2022). Innovating Technical and Vocational Education and Training: A Framework for Digital Transformation in TVET. UNESCO-UNEVOC International Centre.																																																																																								

Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria & Bentuk	Luring (offline)	Daring (online)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mahasiswa mampu menganalisis karakteristik sinyal waktu diskrit, memetakan jenis-jenis sinyal dasar, serta menguji sifat-sifat sistem Linear Time-Invariant (LTI) secara matematis dan kontekstual pada aplikasi teknik kejuruan.	- Ketepatan dalam membedakan dan memetakan karakteristik sinyal waktu diskrit. - Ketepatan analisis matematis dalam membuktikan sifat-sifat sistem LTI (linearitas, time-invariance, kausalitas, dan stabilitas) - Keaktifan dan kualitas argumentasi ilmiah dalam diskusi pemecahan masalah sinyal industri.	Sangat Baik (86–100): Analisis matematis sangat tepat, pembuktian sifat sistem LTI runtut dan logis, serta mampu mengaitkan konsep dasar sinyal dengan aplikasi sensor industri secara tajam.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memaparkan konsep dasar sinyal analog vs diskrit, proses sampling, serta klasifikasi sinyal dan sistem LTI. 2. Analisis Masalah: Mahasiswa diberikan contoh data sinyal sensor industri (misal: sinyal getaran atau sinyal suhu) untuk dianalisis representasi matematis dan sifat-sifat sistemnya. 3. Diskusi Kelompok: Mahasiswa berdiskusi memecahkan soal analisis linearitas, kausalitas, dan stabilitas BIBO (Bounded-Input Bounded-Output) pada sistem LTI. 4. Konfirmasi & Refleksi: Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil pemetaan matematis, diikuti penguatan dan umpan balik dari dosen.			5%
2	Mahasiswa mampu menghitung dan mengevaluasi respon sistem LTI waktu diskrit menggunakan metode konvolusi linier serta merumuskan hubungan masukan-keluaran sistem melalui Persamaan Beda (Difference Equation)	- Ketepatan prosedur matematis dalam menghitung konvolusi linier dua sinyal waktu diskrit. - Ketepatan dalam merumuskan dan menyelesaikan Persamaan Beda sistem LTI. - Kesesuaian hasil verifikasi komputasi simulasi dengan perhitungan manual analitis.	Sangat Baik (86–100): Perhitungan konvolusi dan penyelesaian persamaan beda sangat akurat, mampu memverifikasi via simulasi dengan sempurna, serta memberikan interpretasi fisis respon sistem secara mendalam.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan konsep Respon Impuls ($\delta[n]$), mekanisme matematis konvolusi linier ($y[n] = x[n] * h[n]$), dan formulasi Persamaan Beda (Difference Equations) untuk sistem Finite Impulse Response (FIR) dan Infinite Impulse Response (IIR). 2. Pengerjaan Studi Kasus: Mahasiswa secara individu/berpasangan menyelesaikan soal kalkulasi konvolusi linier secara grafis dan analitis dari data masukan sinyal sensor. 3. Simulasi Komputasi Dasar: Mahasiswa menggunakan perangkat lunak (Python/MATLAB) untuk memverifikasi hasil konvolusi dan melihat respon sistem secara visual. 4. Diskusi & Pembahasan: Dosen dan mahasiswa mendiskusikan interpretasi fisis respon sistem LTI pada domain waktu.			5%

3		1. Ketepatan prosedur matematis dalam menghitung Transformasi-Z dan Transformasi-Z balik. 2. Ketepatan dalam menentukan dan menggambarkan Region of Convergence (ROC) serta pemetaan pole-zero. 3. Kejelasan analisis hubungan antara letak poles pada bidang-Z dengan kausalitas dan stabilitas sistem LTI.	Sangat Baik (86–100): Analisis Transformasi-Z dan Inverse Z sangat tepat, penggambaran ROC dan pole-zero plot presisi, serta analisis kestabilan sistem LTI berbasis bidang-Z dijabarkan secara sempurna.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan definisi Transformasi-Z langsung dan sebaliknya (Inverse Z-Transform), konsep ROC, peta pole-zero, serta kaitannya dengan stabilitas sistem LTI. 2. Pengerjaan Latihan: Mahasiswa secara individu/kelompok menyelesaikan soal penentuan Transformasi-Z, pemetaan ROC, dan pencarian nilai poles serta zeros dari fungsi transfer $H(z)$. 3. Eksplorasi Komputasi: Mahasiswa memvisualisasikan peta pole-zero dan daerah konvergensi menggunakan perintah simulasi komputer (Python/MATLAB). 4. Diskusi Pleno: Mahasiswa mempresentasikan analisis letak poles terhadap kestabilan sistem LTI dan menerima umpan balik dari dosen.		
4	Mahasiswa mampu menganalisis spektrum frekuensi sinyal diskrit menggunakan Discrete-Time Fourier Transform (DTFT) dan Discrete Fourier Transform (DFT) serta mengevaluasi sifat-sifat periodisitas dan simetri pada domain frekuensi.	1. Ketepatan formulasi matematis dalam menghitung DTFT dan DFT sinyal waktu diskrit. 2. Ketepatan analisis representasi magnitudo dan fase spektrum frekuensi. 3. Kemampuan mengidentifikasi fenomena spectral leakage dan memilih parameter penjelajah spektrum yang tepat pada perangkat lunak simulasi.	Sangat Baik (86–100): Perhitungan DFT dan DTFT sangat akurat, visualisasi spektrum magnitudo/fase sempurna, serta analisis fenomena spectral leakage dan resolusi frekuensi dijelaskan secara komprehensif.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan keterhubungan antara Transformasi Fourier sinyal kontinu, DTFT, dan diskretisasi spektrum frekuensi menjadi DFT serta matriks transformasi Fourier. 2. Kalkulasi Analitis & Praktikum Komputasi: Mahasiswa secara mandiri/kelompok menghitung nilai DFT dari sinyal durasi terbatas secara manual, kemudian mengimplementasikan algoritma perhitungan DFT menggunakan kode program (Python/MATLAB). 3. Eksplorasi Spektrum: Mahasiswa menganalisis fenomena spectral leakage, picket-fence effect, dan resolusi frekuensi akibat pemilihan panjang window data sinyal. 4. Diskusi & Klarifikasi: Pembahasan bersama mengenai dampak pemrosesan spektrogram sinyal terhadap analisis data eksperimen di bidang kejuruan.		

5	Mahasiswa mampu menganalisis efisiensi komputasi algoritma Fast Fourier Transform (FFT) berbasis Decimation-in-Time (DIT) dan Decimation-in-Frequency (DIF) serta mengimplementasikannya untuk percepatan pemrosesan sinyal digital riil.	1. Kejelasan analisis matematis dalam membuktikan penurunan kompleksitas komputasi dari DFT ke FFT Radix-2. 2. Ketepatan dalam menggambarkan diagram butterfly (DIT/DIF) serta menghitung nilai spektrum menggunakan alur FFT. 3. Ketepatan analisis benchmarking waktu komputasi antara algoritma DFT dan FFT pada simulasi perangkat lunak.	Sangat Baik (86–100): Analisis kompleksitas sangat tajam, penggambaran diagram butterfly dan perhitungan alur FFT sempurna, serta hasil perbandingan kecepatan komputasi dianalisis secara komprehensif.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memaparkan kompleksitas komputasi DFT $O(N^2)$ versus FFT $O(N \log_2 N)$, prinsip divide-and-conquer, diagram butterfly, serta algoritma Radix-2 DIT dan DIF. 2. Kalkulasi Analitis & Diagram Butterfly: Mahasiswa secara berpasangan merancang diagram butterfly Radix-2 untuk $N=4$ atau $N=8$ poin dan menghitung perkalian faktor twiddle ($W_N^{N^*k}$). 3. Eksplorasi Komputasi & Benchmarking: Mahasiswa menguji kecepatan eksekusi algoritma DFT langsung dibandingkan algoritma FFT menggunakan dataset sinyal riil pada perangkat lunak (Python/MATLAB). 4. Diskusi & Pembahasan: Dosen dan mahasiswa mendiskusikan pentingnya efisiensi komputasi FFT pada alokasi memori sistem tertanam (embedded system) dan proses pemrosesan sinyal waktu-nyata (real-time DSP).		5%
6	Mahasiswa mampu merancang dan menganalisis karakteristik filter digital Finite Impulse Response (FIR) menggunakan metode Windowing dan Frequency Sampling untuk penapisan sinyal (noise reduction) pada aplikasi teknis.	1. Ketepatan prosedur matematis dalam menghitung koefisien filter FIR berbasis metode Windowing. 2. Ketepatan analisis hubungan antara jenis fungsi jendela dengan lebar mainlobe dan attenuation stopband. 3. Kemampuan membuktikan efektivitas penapisan sinyal (noise reduction) melalui simulasi komputasi.	Sangat Baik (86–100): Perhitungan koefisien FIR sangat presisi, analisis perbandingan fungsi jendela amat mendalam, serta demonstrasi penapisan sinyal pada simulasi berjalan sempurna.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan prinsip dasar filter FIR, sifat fase linier (Linear Phase), serta teknik perancangan filter FIR menggunakan berbagai fungsi jendela (Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman, Kaiser). 2. Pengerjaan Studi Kasus Perancangan: Mahasiswa secara individu/kelompok menentukan spesifikasi filter (frekuensi cut-off, passband ripple, dan stopband attenuation) untuk menghilangkan noise frekuensi tinggi pada sinyal sensor industri. 3. Simulasi & Penapisan Sinyal: Mahasiswa mengimplementasikan koefisien filter FIR hasil perhitungan ke dalam perangkat lunak (Python/MATLAB) dan menguji efektivitas penapisan sinyal riil. 4. Diskusi & Evaluasi: Mahasiswa membandingkan respon frekuensi hasil penggunaan jenis-jenis jendela (windowing) dan mempresentasikannya di depan kelas.		5%

7	Mahasiswa mampu merancang dan menganalisis filter digital Infinite Impulse Response (IIR) menggunakan metode Transformasi Bilinear dan Invarian Impuls dari prototipe filter analog (Butterworth dan Chebyshev), serta membandingkan kinerjanya terhadap filter FIR.	1. Ketepatan kalkulasi matematis transformasi dari prototipe analog ke filter digital IIR menggunakan Transformasi Bilinear. 2. Ketepatan penerapan teknik frequency pre-warping untuk mengatasi efek frequency warping. 3. Ketajaman analisis komparatif kinerja filter IIR vs FIR (efisiensi orde, respon fase, dan stabilitas).	Sangat Baik (86–100): Transformasi matematis filter IIR amat tepat, aplikasi pre-warping presisi, serta analisis komparatif filter IIR vs FIR dijabarkan secara sangat analitis dan mendalam.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan karakteristik filter IIR, teknik pemetaan domain-s ke domain-z melalui Bilinear Transformation (termasuk efek frequency warping dan pre-warping), serta pemetaan Impulse Invariance. 2. Perancangan Analitis: Mahasiswa menentukan orde filter prototipe analog (Butterworth/Chebyshev) berdasarkan spesifikasi redaman, lalu mentransformasikannya menjadi fungsi transfer filter digital $H(z)$. 3. Simulasi Komputasi & Perbandingan: Mahasiswa mensimulasikan respon frekuensi (magnitudo dan fase) filter IIR pada perangkat lunak (Python/MATLAB) dan membandingkan kompleksitas orde serta efisiensi komputasinya terhadap filter FIR dari Minggu ke-6. 4. Diskusi Pleno: Mahasiswa mempresentasikan hasil komparasi filter FIR vs IIR dalam konteks stabilitas dan penggunaan alokasi sumber daya prosesor.		5%
8	Mahasiswa mampu mengevaluasi, memvalidasi, dan mengoperasionalkan pemahaman teoretis serta keterampilan matematis/simulasi	1. Ketepatan analisis matematis dan keruntutan langkah pembuktian teoretis pemrosesan sinyal diskrit. 2. Akurasi perancangan algoritma dan validitas keluaran visualisasi spektrum/filter pada perangkat lunak simulasi. 3. Ketepatan pemecahan masalah teknis integratif yang menggabungkan konsep domain waktu dan domain frekuensi.	Sangat Baik (86–100): Jawaban matematis sangat akurat dan terstruktur, skrip kode simulasi berjalan sempurna tanpa kesalahan, serta sintesis konsep domain waktu-frekuensi dijelaskan amat tajam.	1. Pengondisian Ujian: Dosen memberikan instruksi tata tertib pelaksanaan UTS tertulis analisis dan pengerjaan sesi uji simulasi mandiri. 2. Pelaksanaan Ujian Terstruktur: Mahasiswa menyelesaikan soal-soal analisis matematis (analisis LTI, perhitungan Transformasi-Z, derivasi DFT/FFT, dan formulasi koefisien filter FIR/IIR). 3. Uji Simulasi Komputasi: Mahasiswa menuliskan skrip program (Python/MATLAB) untuk menyelesaikan kasus analisis spektrum dan perancangan penapis sinyal secara presisi. 4. Pengumpulan & Penutupan: Penyerahan berkas jawaban analitis dan berkas kode program simulasi kepada dosen pengampu.		15%

9	Mahasiswa mampu mengimplementasikan algoritma pemrosesan sinyal digital pada domain aplikasi riil (pengolahan sinyal audio dan citra digital) menggunakan teknik penapisan, ekstraksi fitur frekuensi, dan penyesuaian domain untuk memecahkan masalah teknis.	1. Ketepatan pemilihan dan perancangan algoritma DSP yang sesuai dengan karakteristik sinyal audio/citra. 2. Keberhasilan dalam merestorasi sinyal audio terkontaminasi dan memurnikan visualisasi citra digital. 3. Kedalaman analisis perubahan spektrum frekuensi audio dan matriks piksel citra pada laporan praktikum.	Sangat Baik (86–100): Algoritma pemrosesan audio/citra berfungsi sempurna, tingkat restorasi sinyal sangat tinggi, serta penjelasan matematis konvolusi 2D dan STFT dijabarkan amat komprehensif.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan representasi digital sinyal audio (sampling rate, pemformatan PCM, analisis Short-Time Fourier Transform / STFT) dan citra digital (representasi matriks 2D, konvolusi 2D, filter spasial/frekuensi). 2. Studi Kasus & Eksperimen: Mahasiswa secara berpasangan diberikan dataset file audio terkontaminasi hum/noise dan file citra bersuara (salt-and-pepper / Gaussian noise). 3. Praktik Pemrosesan Sinyal: Mahasiswa menulis kode program (Python/MATLAB) untuk mengaplikasikan filter audio (misal: bandpass filter) dan filter citra (misal: median filter, penajaman tepi Sobel/Laplacian). 4. Demonstrasi Hasil: Mahasiswa mempresentasikan hasil komparasi spektrum audio sebelum-sesudah ditapis dan matriks citra hasil restorasi.			5%
10	Mahasiswa mampu merancang dan menyimulasikan akuisisi serta pemrosesan sinyal digital waktu-nyata (real-time DSP)	1. Ketepatan dalam merancang alur akuisisi dan pemfilteran sinyal sensor industri waktu-nyata. 2. Kebenaran algoritma ekstraksi fitur sinyal digital pada embedded system/simulator. 3. Keberhasilan pengiriman dan visualisasi data sinyal terfilter ke dashboard IoT.	Sangat Baik (86–100): Pemrosesan sinyal sensor waktu-nyata berjalan sangat stabil, noise berhasil dihilangkan dengan presisi tinggi, dan integrasi dashboard IoT sangat responsif.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan arsitektur akuisisi data sensor industri (vibrasi, suhu, arus listrik), kendala noise lingkungan, teknik pemfilteran digital real-time, dan integrasi protokol komunikasi IoT (MQTT/HTTP). 2. Simulasi & Eksperimen Hardware/Software: Mahasiswa secara kelompok memproses stream data sensor riil dari mikroprosesor/board DSP (seperti ESP32/STM32/Raspberry Pi) atau simulator real-time. 3. Penerapan Filter & Ekstraksi Fitur: Mahasiswa menerapkan algoritma filter digital (FIR/IIR/Moving Average) untuk membersihkan data sensor dan menghitung nilai RMS/Peak-to-Peak secara waktu-nyata. 4. Demonstrasi & Evaluasi: Kelompok mendemonstrasikan visualisasi sinyal mentah vs sinyal terfilter pada dashboard IoT dan mendiskusikan stabilitas sistem.			

11	Mahasiswa mampu merancang modul praktikum, software simulator, atau draf rancangan alat latih (trainer) praktikum DSP berbasis Project-Based Learning (PjBL) yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran kejuruan di SMK/Politeknik.	1. Kejelasan dan kerapian penyusunan struktur modul/Jobsheet praktikum DSP berbasis PjBL. 2. Kualitas fungsionalitas dan kemudahan penggunaan (usability) GUI simulator atau skematik trainer DSP. 3. Ketepatan pemetaan materi DSP teoretis menjadi aktivitas praktikum kejuruan yang kontekstual.	Sangat Baik (86–100): Draf modul/Jobsheet dirancang amat sistematis, antarmuka simulator sangat interaktif dan bebas bug, serta skenario PjBL sangat relevan dengan aplikasi industri.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memaparkan analisis kebutuhan praktikum DSP di SMK/Politeknik, prinsip penyusunan Modul Ajar/Jobsheet berbasis PjBL, dan arsitektur trainer/simulator DSP interaktif. 2. Perancangan Produk Pembelajaran: Mahasiswa secara kelompok menyusun draf Jobsheet praktikum DSP (lengkap dengan skenario troubleshooting sinyal) dan antarmuka simulator GUI (menggunakan Python/MATLAB App Designer). 3. Klinik Pembimbingan: Dosen meninjau keselarasan antara kompleksitas materi DSP, beban kognitif siswa vokasi, dan kemudahan pengoperasian trainer/simulator. 4. Diskusi Kelompok: Setiap kelompok saling memberikan masukan awal terkait aspek ergonomi GUI dan kejelasan instruksi Jobsheet.			5%
12	Mahasiswa mampu merancang instrumen uji validitas dan melaksanakannya (expert judgment) untuk menguji kelayakan media, modul, atau trainer/simulator DSP yang dikembangkan berbasis metode Design and Development Research (DDR).	1. Kerapian dan ketepatan instrumen lembar validasi materi dan media yang dikembangkan. 2. Ketepatan analisis kuantitatif data hasil validasi ahli (perhitungan indeks kevalidan/kelayakan). 3. Ketajaman analisis kualitatif dalam mendokumentasikan masukan perbaikan dari ahli materi dan media.	Sangat Baik (86–100): Instrumen validasi sangat komprehensif, analisis data kuantitatif sangat akurat, dan daftar catatan revisi disajikan amat sistematis.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen menjelaskan tahapan metode DDR (model Richey & Klein), operasionalisasi variabel validasi media/materi, serta teknik penyusunan instrumen lembar validasi ahli berbasis skala Likert dan Aiken & V. 2. Penyusunan Instrumen Validasi: Mahasiswa menyusun lembar validasi materi DSP (kebenaran konsep algoritma/filter) dan validasi media/simulator (kemudahan penggunaan, tampilan GUI, interactivity). 3. Simulasi Validasi Ahli (Peer-Validation Session): Mahasiswa saling menukar produk trainer/simulator dan Jobsheet DSP untuk dinilai oleh kelompok lain yang bertindak sebagai validator ahli materi dan media. 4. Diskusi & Analisis Data: Mahasiswa menghitung indeks kevalidan produk (Aiken & V / persentase kelayakan) dan mencatat poin-poin revisi dari validator.			5%

13	Mahasiswa mampu menyusun draf naskah artikel ilmiah berbasis riset terapan pemrosesan sinyal digital (Design and Development Research / DDR) atau eksperimen algoritma DSP sesuai kaidah penulisan jurnal nasional terakreditasi/internasional bereputasi	1. Kejelasan perumusan masalah, novelty, dan gap analysis pada bagian pendahuluan artikel ilmiah. 2. Ketepatan deskripsi metodologi riset terapan (DDR/eksperimen DSP) dan instrumen yang digunakan. 3. Kualitas visualisasi data hasil pemrosesan sinyal serta kedalaman pembahasannya (discussion) dibandingkan dengan studi terdahulu.	Sangat Baik (86–100): Draf artikel disusun sangat rapi sesuai template target jurnal, novelty dan pembahasannya amat tajam, serta menyitir referensi bereputasi secara relevan dan mutakhir.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memaparkan struktur penulisan artikel ilmiah (IMRaD: Introduction, Method, Results, and Discussion), strategi penyajian data grafik/tabel hasil pemrosesan sinyal, serta etika publikasi ilmiah. 2. Penyusunan Draf Artikel: Mahasiswa secara mandiri/kelompok menyusun draf bagian Introduction (latar belakang masalah vokasi/teknis & gap analysis), Method (rancangan DDR/eksperimen DSP), dan Results/Discussion dari produk/algoritma yang dikembangkan pada minggu sebelumnya. 3. Coaching & Review: Dosen memberikan umpan balik langsung (review) terhadap ketajaman analisis, penggunaan referensi mutakhir (5 tahun terakhir), dan keruntutan alur narasi ilmiah. 4. Revisi Mandiri: Mahasiswa memperbaiki draf artikel berdasarkan catatan review dosen.			5%
14	Mahasiswa mampu menguji kepraktisan dan efektivitas (usability & field testing) media, modul, atau trainer/simulator DSP yang dikembangkan pada skala terbatas (kelompok kecil/siswa vokasi) menggunakan instrumen evaluasi terstandar.	1. Kejelasan alur dan instrumen pelaksanaan uji kepraktisan (usability testing) produk DSP. 2. Ketepatan pengolahan kuantitatif data kuesioner System Usability Scale (SUS) atau efektivitas pembelajaran (N-Gain). 3. Kedalaman evaluasi hasil pengujian untuk rekomendasi penyempurnaan produk alat latih/simulator DSP.	Sangat Baik (86–100): Prosedur pengujian sangat terstruktur, kalkulasi skor SUS/N-Gain amat presisi, serta analisis keterpakaian produk dijabarkan secara kritis dan komprehensif.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memberikan pembekalan mengenai metodologi pengujian kepraktisan media/alat latih (System Usability Scale / SUS, instrumen kepraktisan praktikum, serta analisis efektivitas gain skor N-Gain). 2. Simulasi Pengujian Lapangan (Small-Group Testing): Mahasiswa mensimulasikan uji kepraktisan produk DSP secara terbatas dengan melibatkan rakan sejawat atau perwakilan mahasiswa S1/D4/SMK sebagai responden penguji. 3. Pengumpulan Data Respon: Pengisian kuesioner SUS dan lembar observasi aktivitas praktikum oleh responden selama mengoperasikan trainer/simulator DSP. 4. Analisis Data & Interpretasi: Mahasiswa mengolah data skor SUS, mengalkulasi nilai efektivitas, dan menarik kesimpulan tingkat kepraktisan produk yang dikembangkan.			

15	Mahasiswa mampu menyempurnakan draf naskah artikel ilmiah dan menyiapkan materi presentasi/poster ilmiah berbasis produk inovasi DSP (trainer, simulator, atau modul PjBL) untuk disimulasikan dalam forum seminar akademik.	1. Kualitas tata letak, kejelasan visualisasi sinyal, dan estetika poster ilmiah yang dirancang. 2. Kelancaran dan ketepatan penyampaian argumen ilmiah saat melakukan simulasi presentasi. 3. Kelengkapan revisi final draf artikel ilmiah berbasis masukan dari peer review dan dosen.	Sangat Baik (86–100): Poster dan bahan presentasi amat komunikatif serta profesional, penyampaian argumen sangat runtut dan responsif terhadap masukan, serta draf naskah artikel final sangat matang.	1. Pemaparan Pengantar: Dosen memberikan arahan mengenai tata cara penyusunan poster ilmiah berstandar konferensi/pameran riset serta teknik presentasi ilmiah yang efektif (pitching produk & pertanggungjawaban metodologi). 2. Simulasi Presentasi Kelompok: Mahasiswa mempresentasikan draf artikel ilmiah dan poster inovasi produk DSP di depan kelas secara bergantian. 3. Sesi Review Sejawat (Peer Review): Kelompok lain memberikan masukan kritis terkait kejelasan visualisasi data sinyal, estetika layout poster, serta ketajaman sintesis hasil uji kepraktisan/validitas. 4. Finalisasi Portofolio: Mahasiswa mencatat masukan perbaikan akhir untuk memfinalisasi naskah artikel, poster, dan siap memamerkan produk DSP pada pameran/UAS di Minggu ke-16.		5%
16	Mahasiswa mampu menyajikan, mempertahankan, dan memvalidasi keunggulan karya inovasi pemrosesan sinyal digital (trainer/simulator DSP, modul PjBL, dan naskah artikel ilmiah riset terapan) secara komprehensif pada forum gelar karya (project exhibition) akademik.	1. Keberhasilan demonstrasi langsung (live demo) sistem/simulator DSP dalam memproses sinyal secara stabil dan bebas bug. 2. Kelancaran, ketepatan, dan ketajaman argumentasi ilmiah dalam mempertahankan produk serta metodologi riset saat ujian lisan (oral defense). 3. Kelengkapan dan kualitas portofolio akhir (produk DSP, Jobsheet PjBL, lembar validasi/SUS, dan naskah artikel ilmiah yang siap dipublikasikan).	Sangat Baik (86–100): Produk DSP berfungsi sempurna, penguasaan materi analitis dan metodologis sangat matang, artikulasi presentasi ilmiah amat profesional, serta artikel ilmiah sangat layak dipublikasikan pada jurnal bereputasi.	1. Pengondisian Gelar Karya: Mahasiswa menyiapkan booth demonstrasi produk (alat latih/software simulator DSP interaktif, poster ilmiah, dan Jobsheet praktikum). 2. Presentasi dan Demonstrasi Produk: Setiap mahasiswa/kelompok mempresentasikan fungsionalitas produk DSP, menunjukkan pengujian penapisan sinyal real-time, serta memaparkan artikel ilmiah di hadapan tim dosen penguji. 3. Tanya Jawab & Pengujian Kritis: Penguji menguji penguasaan teoretis (CPMK-1), kemampuan praktis penerapan DSP (CPMK-2), serta metodologi pengembangan produk DDR dan hasil validasi (CPMK-3). 4. Evaluasi dan Penutupan: Penilaian akhir portofolio produk dan pengumuman umpan balik kelayakan publikasi artikel.		15%



Catatan

1. **Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi (CPL-Prodi)** adalah rumusan kemampuan yang harus dimiliki oleh lulusan program studi yang mencakup sikap, penguasaan pengetahuan, keterampilan umum, dan keterampilan khusus sesuai dengan jenjang kualifikasi, yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL-Prodi yang dibebankan pada Mata Kuliah** adalah bagian dari CPL-Prodi yang dipilih dan relevan untuk dikembangkan melalui suatu mata kuliah, sebagai dasar perumusan capaian pembelajaran mata kuliah.
3. **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dirumuskan secara spesifik dan diturunkan dari CPL-Prodi yang dibebankan pada mata kuliah, serta menggambarkan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa setelah menyelesaikan mata kuliah.
4. **Sub-CPMK** adalah kemampuan akhir yang direncanakan pada setiap tahap pembelajaran, sebagai penjabaran lebih rinci dari CPMK, bersifat terukur dan dapat diamati sesuai dengan materi pembelajaran.
5. **Indikator Penilaian** adalah pernyataan spesifik dan terukur yang digunakan untuk menilai ketercapaian Sub-CPMK, baik dari proses maupun hasil belajar mahasiswa, yang didukung dengan bukti penilaian.
6. **Kriteria Penilaian** adalah tolok ukur yang digunakan untuk menentukan tingkat ketercapaian hasil belajar mahasiswa berdasarkan indikator penilaian, guna menjamin penilaian yang objektif, konsisten, dan adil. Kriteria penilaian dapat bersifat kuantitatif dan/atau kualitatif.
7. **Bentuk Penilaian** meliputi penilaian tes dan non-tes sesuai dengan karakteristik capaian pembelajaran.
8. **Bentuk Pembelajaran** meliputi kuliah, responsi, tutorial, seminar atau bentuk lain yang setara, praktikum, praktik studio, praktik bengkel, praktik lapangan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.
9. **Metode Pembelajaran** merupakan cara penyampaian pembelajaran yang digunakan untuk mencapai capaian pembelajaran, antara lain Small Group Discussion, Project Based Learning, Case Based Learning, Collaborative Learning, Discovery Learning, Self-Directed Learning, serta metode lain yang relevan.
10. **Materi Pembelajaran** adalah bahan kajian yang disusun secara sistematis dalam bentuk pokok dan sub-pokok bahasan untuk mendukung pencapaian Sub-CPMK.
11. **Bobot Penilaian** adalah persentase kontribusi setiap komponen penilaian terhadap nilai akhir mata kuliah, yang ditetapkan secara proporsional sesuai tingkat kompleksitas dan ketercapaian Sub-CPMK, dengan total keseluruhan sebesar 100%.
12. TM = Tatap Muka, PT = Penugasan Terstruktur, BM = Belajar Mandiri.