

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Universitas Kristen Maranatha Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Teknik Informatika, Bandung. Universitas Kristen Maranatha adalah sebuah Perguruan Tinggi Swasta di kota Bandung, Jawa Barat beralamat di Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri No. 65 Sukajadi. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga bulan Juni 2025.

B. Pendekatan Penelitian yang Digunakan

Penelitian ini mengadopsi pendekatan Penelitian dan Pengembangan (R&D) atau *Research and Development*. Pendekatan R&D dipilih karena tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah model pembelajaran yang inovatif, efektif, dan teruji kelayakan serta efektivitasnya dalam konteks pembelajaran IoT yang dipersonalisasi. Pendekatan ini memungkinkan siklus berulang dari desain, pengembangan, uji coba, dan revisi produk hingga mencapai bentuk yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan target mahasiswa. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan produk baru (dalam hal ini, sistem pembelajaran personalisasi mata kuliah IoT) dan menguji efektivitas serta kelayakannya.

Model R&D dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ASSURE. Model ASSURE meliputi *Analyze Learners, State Objectives, Select Methods/Media/Materials, Utilize Media/Materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise*. Model pengembangan ini dipilih karena karakteristiknya yang sistematis dan berorientasi pada peserta didik (pendekatan gaya belajar), yang sangat cocok untuk mengembangkan lingkungan pembelajaran yang efektif dan adaptif berbasis teknologi (pemanfaatan LMS).

C. Model Pengembangan yang Digunakan

Model pengembangan pembelajaran mata kuliah IoT menggunakan model ASSURE dengan melibatkan *Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM)*

untuk personalisasi. Model ASSURE merupakan model desain instruksional yang memiliki karakteristik yang fokus pada individualisasi pembelajaran dan penggunaan teknologi. Berikut adalah beberapa karakteristik utama dari model pengembangan tersebut:

1. Desain Pembelajaran Fleksibel

Pembelajaran yang fleksibel memungkinkan mahasiswa untuk menavigasi materi pembelajaran sesuai dengan preferensi gaya belajar masing-masing

2. Diversifikasi Metode dan Media Pembelajaran

Model yang dikembangkan akan memanfaatkan berbagai metode (merujuk pada penggunaan berbagai strategi, teknik, dan pendekatan untuk memfasilitasi proses pembelajaran) dan media pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan beragam gaya belajar mahasiswa sesuai dengan FSLSM. Ini bisa mencakup penggunaan media pembelajaran video untuk mahasiswa visual, materi tertulis untuk mahasiswa verbal, fakta dan data untuk mahasiswa sensitif, konsep teoritis untuk mahasiswa intuitif, konten interaktif aplikatif untuk mahasiswa aktif dan konten interaktif observasi untuk mahasiswa reflektif.

3. Pendekatan Berpusat pada Peserta didik

Model mengedepankan pendekatan yang berpusat pada mahasiswa, dimana partisipasi aktif dan refleksi diri menjadi bagian penting dari proses pembelajaran. Ini sejalan dengan komponen "*Require Learner Participation*" (RLP) dalam ASSURE dan prinsip-prinsip FSLSM tentang keaktifan dan reflektivitas mahasiswa. RLP adalah merupakan salah satu komponen kunci dalam model ASSURE yang berfokus pada pentingnya keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses pembelajaran. Tujuan dari komponen ini adalah untuk memastikan bahwa mahasiswa tidak hanya menjadi penerima pasif informasi, tetapi juga terlibat secara aktif dalam kegiatan pembelajaran yang meningkatkan pemahaman dan retensi materi.

4. Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran

Teknologi digunakan secara strategis untuk mendukung pembelajaran yang inklusif dan adaptif. Alat digital dan LMS sebagai platform pembelajaran daring memungkinkan penyajian materi dalam format yang beragam, mendukung aksesibilitas dan personalisasi pembelajaran.

5. Pembelajaran yang Responsif dan Adaptif

Model yang dikembangkan menekankan pada pembelajaran personalisasi dengan pendekatan FSLSM. Personalisasi yang dihasilkan bersifat responsif dan adaptif, dengan mekanisme untuk menyesuaikan pengalaman belajar berkelanjutan dari mahasiswa. Hal ini memastikan bahwa kebutuhan mahasiswa dapat dipenuhi secara efektif sepanjang proses pembelajaran.

6. Kolaborasi dan Interaksi

Didorong oleh komponen RLP dalam ASSURE, model pembelajaran mendorong kolaborasi dan interaksi antar mahasiswa, memanfaatkan gaya belajar bagi mahasiswa yang mengutamakan pembelajaran interpersonal.

Model ASSURE memberikan kerangka yang sistematis untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, dengan fokus pada kebutuhan dan karakteristik mahasiswa khususnya gaya belajar. Melalui penerapan langkah-langkah model ini, pengajar dapat merancang pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif, serta memastikan bahwa penggunaan media dan teknologi memiliki dampak positif pada hasil pembelajaran.



Gambar 3.1. Model Pengembangan Pembelajaran ASSURE

Menerapkan FSLSM dalam model pengembangan pembelajaran ASSURE menggunakan integrasi gaya belajar ke dalam perancangan dan penyampaian materi pembelajaran. FSLSM, mengklasifikasikan gaya belajar ke empat dimensi (aktif/reflektif, sensing/intuitif, visual/verbal, dan sekuensial/global), dapat memberikan cara terbaik untuk menyesuaikan pengalaman belajar agar sesuai dengan kebutuhan beragam mahasiswa. Sehingga integrasi pemahaman tentang gaya belajar individu ke dalam model ASSURE perlu dilakukan dengan baik.

Berikut tahapan model pengembangan pembelajaran ASSURE:

1. *Analyze Learners* (Analisis Peserta Didik)

Tahap awal ASSURE ini dilakukan analisa untuk tiga hal yaitu:

a. Penentuan topik yang dipersonalisasi

Personalisasi dilakukan pada topik yang ada mata kuliah IoT. Mata kuliah IoT memiliki 7 topik bahasan dengan ruang lingkup materi seperti yang disampaikan pada Tabel 3.1. Dalam personalisasi sebuah materi dengan pendekatan gaya belajar FSLSM terdiri 4 dimensi akan menghasilkan $2^4=16$ variasi gaya belajar sehingga akan ada 16 variasi untuk sebuah materi dipersonalisasi. Mata kuliah IoT memiliki 7 topik totalnya akan menjadi $7 \times 16 = 112$ variasi, jika setiap topik memiliki sejumlah sub topik maka materi dalam sub topik tersebut harus dipersonalisasi. Tentunya dengan hal ini akan banyak sekali variasi materi yang dipersonalisasi sehingga diperlukan upaya untuk memprioritaskan topik mana yang perlu dipersonalisasi.

Tabel 3.1. Informasi Topik

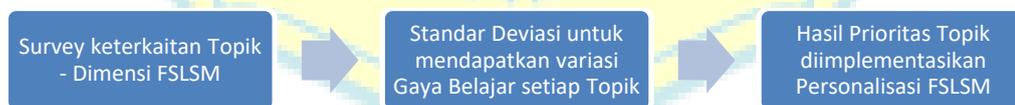
Topik	Judul Topik	Deskripsi Topik	Sub Topik
1.	Pengantar Teknologi & Arsitektur IoT	<i>Internet of Things</i> (IoT) menghubungkan perangkat keras dan lunak untuk komunikasi ekosistem cerdas. Analisis peran sensor, jaringan, dan aplikasi IoT berbagai bidang serta alur data dalam arsitektur IoT digunakan untuk memahami hubungan antar komponen. Arsitektur IoT dirancang sesuai kebutuhan aplikasi, menggunakan tools terkini untuk desain, dan mengevaluasi efisiensi desain sistem tertanam.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sejarah singkat IoT 2. Potensi perkembangan IoT di dunia dan Indonesia 3. Revolusi dunia dengan IoT 4. Sistem tertanam dan sistem IoT 5. Sistem tertanam untuk IoT meliputi Microchip: Microcontroller Vs Microprocessor dan Microchip Communication protocol: I2C, SPI, and UART 6. Arsitektur IoT: sensor, aktuator, gateway, control application, user business model (big data, analytics processing, artificial intelligent), control

			application, user application
			7. Aplikasi IoT
			8. Tools merancang rangkaian IoT: Fritzing
2.	Pemrograman dan I/O Arduino	Pelajari integrasi input/output menggunakan Arduino IDE dan Serial Monitor. Analisis dilakukan untuk mendapatkan efisiensi kode dalam sebuah sketch dan evaluasi kinerja program untuk skenario IoT sederhana. Rancang solusi pemrograman yang efektif, presisi dan inovatif.	1. Logika Pemrograman dalam Arsitektur IoT 2. Arduino Uno PINOUT 3. Arduino IDE: Port, Board & Library 4. Thinkercad: Simulator Online untuk IDE Arduino Uno 5. Pemrograman Arduino: Sketch 6. Serial Monitor untuk Debugging Arduino 7. Digital Input Output Arduino 8. Analog Input Output Arduino 9. Analog to Digital Converter(ADC) 10. Pulse Width Modulation (PWM)
3.	Sensor: Cahaya, Suhu & Kelembaban dan Deteksi Object	Eksplorasi data dari sensor cahaya, suhu, dan objek untuk menciptakan aplikasi responsif. Evaluasi performa sistem sensor melalui analisis data. Rancang aplikasi yang mengintegrasikan sensor secara optimal.	11. Sensor cahaya: fotovoltatic (solar cell), fotoconductiv (fotoresistor atau Light Dependent Resistor, fotodioda, fototransistor (Ambient Light Sensor) 12. Sensor suhu dan kelembaban udara: TMP36, DS18B20, DHT11, DHT22 13. Sensor suhu dan kelembaban tanah: Water Level, Hujan dan Kelembaban Tanah 14. Sensor deteksi object meliputi: Sensor ultrasonic HC SR04, Sensor gerak (PIR) HCSR501, Sensor

			getaran SW-420, Sensor gas MQ 135, Sensor api KY-026, Sensor suara KY-038
4.	Actuator Cahaya, Bunyi dan Gerak	Kendalikan aktuator cahaya seperti LED RGB, bunyi seperti buzzer, dan gerak seperti servo, FAN dan mini pump untuk membangun sistem yang dinamis. Evaluasi dilakukan untuk mengukur performa sistem kontrol berbasis aktuator. Rancang aplikasi IoT sangat memerlukan integrasikan aktuator dengan tepat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Light Emitting Diode (LED) 2. LED Traffic 3. LED RGB 4. Seven Segment Display 5. LCD (16x2) & I2C 6. Buzzer 7. FAN L9110 8. Mini pump 9. Servo SG90
5.	Modul Support: Relay, Keypad, dan Real Time Clock	Pahami cara kerja relay dan keypad dalam sistem kontrol yang cerdas. Evaluasi performa konfigurasi sistem berbasis relay dan keypad. Rancang sistem kontrol yang responsif dan sesuai spesifikasi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Push button 2. Keypad (16 key) 3. Relay (1 dan 2 channel) 4. Real Time Clock - RTC (DS3231)
6.	Jaringan Komunikasi IoT: RFID dan Wifi ESP8266	Analisis efisiensi jaringan komunikasi IoT seperti Wi-Fi, MQTT, dan LoRaWAN. Evaluasi performa protokol jaringan untuk aplikasi IoT. Rancang solusi komunikasi yang terintegrasi dan fungsional.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jaringan Komunikasi IoT 2. Protokol Aplikasi IoT 3. RFID Arduino Uno meliputi: Membaca Uniqe ID RFID (Tag dan Card), Menulis Data RFID (Tag dan Card), Membaca Data RFID (Tag dan Card) 4. Microcontroller Unit (MCU) System on Chip (SoC) WiFi meliputi: SoC ESP8266 VS SoC ESP32, Modul Wi-Fi (ESPXX), Development Board IoT, ESP8266: NodeMCU Lolin VS NodeMCU Amica Page, NODEMCU ESP8266 PINOUT

			5. Web Server berbasis NodeMCU
			6. Kolaborasi NodeMCU dengan RFID berbasis web server
7.	Sistem IoT berbasis Cloud	<i>Internet of Things</i> (IoT) menghubungkan perangkat keras dan lunak untuk berkomunikasi ekosistem cerdas. Analisis peran sensor, jaringan, dan aplikasi IoT dalam berbagai bidang serta alur data dalam arsitektur IoT digunakan untuk memahami hubungan antar komponen. Arsitektur IoT dirancang sesuai kebutuhan aplikasi, mengevaluasi efisiensi desain sistem tertanam, dan menggunakan tools terkini untuk implementasi solusi yang optimal.	1. Platform Blynk 2. Kolaborasi Nodemcu dengan Blynk: Remote Sensor dan Aktuator 3. Platform Thingspeak 4. Kolaborasi Nodemcu dengan Thingspeak: Monitor IoT

Dalam penelitian ini digunakan dua topik yang dipersonalisasi didasarkan pada prioritasnya. Untuk penentuan topik tersebut dilakukan langkah seperti pada Gambar 3.2. yaitu dimulai dengan melakukan survey keterkaitan setiap topik yang ada di mata kuliah IoT dengan gaya belajar FSLSM, kemudian ditentukan variasi gaya belajar dari setiap dimensi gaya belajar untuk setiap topik, langkah terakhir melakukan rangking / prioritas topik yang dipersonalisasi.



Gambar 3.2. Alur Penentuan Personalisasi Topik Mata Kuliah berbasis FSLSM

Untuk penentuan dua topik digunakan survei untuk mengetahui variasi gaya belajar setiap mahasiswa terhadap masing-masing topik yang ada pada Mata Kuliah IoT tersebut. Setiap pertanyaan survei direlasikan sesuai karakteristik dominan masing-masing dimensi FSLSM (Felder & Silverman, 1988) dan menggunakan pendekatan *Index Learning Style* (ILS) (Felder, 2002) seperti

yang disampaikan dalam Tabel 3.2. Untuk jawaban survei menggunakan skala likert dengan nilai terkecil 1 untuk Sangat Tidak Setuju (tingkat gaya belajar *strong* atau kuat pada salah satu gaya belajar dalam dimensi FSLSM), nilai 3 merupakan tingkat gaya belajar berimbang (*balanced*) dan dengan nilai tertinggi 5 untuk Sangat Setuju (tingkat gaya belajar *strong* atau kuat pada salah satu gaya belajar yang lain dalam dimensi FSLSM yang sama). Sedangkan nilai diantara *balanced* dan *strong* merupakan tingkat gaya belajar *moderate*, seperti ilustrasi pada Gambar 3.3.

SKALA LIKERT	Sangat Setuju (5)		Setuju (4)		Netral (3)		Tidak Setuju (2)		Sangat Tidak Setuju (1)				
ACT	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	REF
SEN	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	INT
VIS	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	VRB
SEQ	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	GLO
					- Balanced -								
					- Moderate -								
					- Strong -								

Gambar 3.3. Relasi hasil survei dengan ILS untuk masing-masing dimensi FSLSM

Survei dilakukan dengan responden mahasiswa yang pernah mengambil mata kuliah IoT sebelumnya yaitu selama lima semester (Ganjil 2022/2023 hingga Ganjil 2024/2025). Hasil survei setiap dimensi dilakukan perhitungan standar deviasi. Standar Deviasi (STDev) digunakan karena merupakan ukuran statistik yang menggambarkan seberapa tersebar data dalam suatu kumpulan nilai dari rata-ratanya (mean). Semakin tinggi standar deviasi, semakin besar variasi gaya belajar atau dispersi data (*heterogen data*) pada suatu topik. Sebaliknya standar deviasi rendah menunjukkan data cenderung mendekati rata-rata (*homogen data*). Hasil standar deviasi setiap topik ini diperingkatkan dari terbesar ke kecil. Dua peringkat topik teratas standar deviasi menjadi topik yang dipersonalisasi.

Tabel 3.2. Relasi Pertanyaan Topik dengan gaya belajar FSLSM

Dimensi FSLSM

	Pemrosesan (Active- Reflexive)	Persepsi (Sensitive- Intuitive)	Input (Visual-Verbal)	Pemahaman (Sequential- Global)
Pertanyaan setiap Topik	Topik ini berdiskusi kelompok dengan latihan/kasus	Topik ini melakukan percobaan sesuai data-fakta yang diberikan	Topik ini menghadirkan visualisasi memudahkan mempelajari	Topik ini dapat dipahami karena disampaikan terurut/bertahap

Terdapat pertimbangan dalam penggunaan rata-rata standar deviasi dalam penentuan topik yang dipersonalisasi:

- 1) Ketika nilai-nilai dimensi FSLSM untuk setiap topik sudah merupakan hasil dari standar deviasi, maka dengan demikian sudah mewakili sebaran atau variasi dari masing-masing dimensi FSLSM.
- 2) Menghitung rata-rata standar deviasi memberikan ukuran agregat yang lebih relevan tentang variasi di seluruh parameter pada setiap topik.

b. Karakteristik mahasiswa

Analisa karakteristik mahasiswa perlu dilakukan untuk mendukung pendidik mempersiapkan pengalaman belajar bauran dengan LMS yang efektif, efisien, relevan dan memotivasi sehingga mahasiswa dapat mengikuti perkuliahan IoT dengan lebih baik. Analisa dilakukan kepada mahasiswa yang mengikuti mata kuliah IoT. Mahasiswa mengisi survei meliputi aspek karakteristik umum, kompetensi dan motivasi mahasiswa. Tujuan dari survei karakteristik adalah sebagai berikut:

- 1) Memahami Profil Lengkap Peserta didik: Mengidentifikasi karakteristik demografi, latar belakang pendidikan, dan kesiapan kognitif (kompetensi) masing-masing mahasiswa. Ini membantu pendidik membangun pemahaman awal tentang siapa mahasiswa yang mengikuti perkuliahan IoT.
- 2) Mendiagnosis Kesenjangan Pengetahuan/Keterampilan Awal (Prior Knowledge/Skills): Menentukan sejauh mana mahasiswa telah menguasai prasyarat atau konsep dasar yang relevan dengan IoT (terutama dari mata kuliah pemrograman dan jaringan). Ini krusial

untuk mengidentifikasi area di mana materi yang cenderung sulit dapat diikuti dengan baik.

- 3) Mengidentifikasi Preferensi dan Motivasi Belajar: Memahami mengapa mahasiswa tertarik pada perkuliahan IoT dan bagaimana mahasiswa termotivasi. Informasi ini penting untuk merancang strategi pembelajaran yang dapat mempertahankan minat dan keterlibatan mahasiswa.
- 4) Mendukung Penentuan Jalur Belajar yang Dipersonalisasi: Memberikan materi tambahan atau melewati materi pengantar yang sudah dikuasai atau mengarahkan mahasiswa ke jenis aktivitas yang paling sesuai dengan gaya belajar atau tingkat kompetensi (misalnya, lebih banyak simulasi untuk mahasiswa visual/aktif, proyek mandiri untuk yang sudah mahir).
- 5) Meningkatkan Keterlibatan dan Retensi Peserta didik: Ketika pembelajaran terasa relevan dan disesuaikan dengan kebutuhan individu, mahasiswa cenderung lebih termotivasi, terlibat, dan memiliki pengalaman belajar yang positif, yang pada akhirnya dapat meningkatkan retensi pengetahuan dan keterampilan.

Karakteristik mahasiswa yang dianalisa sebelum perkuliahan IoT yang dipersonalisasi meliputi karakteristik umum, kompetensi, dan motivasi. Karakteristik umum mahasiswa terdiri dari Usia, Jenis Kelamin, Latar Belakang SMA, dan Semester Saat Ini. Tujuan dari aspek karakteristik umum adalah memahami profil mahasiswa untuk menentukan pendekatan pembelajaran yang relevan. Seperti yang diungkapkan Heinich (2002) bahwa dalam tahap pertama model ASSURE adalah "*Analyze Learners*," menekankan pentingnya memahami karakteristik mahasiswa seperti usia, latar belakang, dan gaya belajar. Ini adalah fondasi untuk semua keputusan instruksional selanjutnya. Knowles (1980) juga menekankan bahwa perlu membedakan pembelajaran orang dewasa dari anak-anak. Usia dan semester dapat memberikan indikasi tingkat kemandirian dan pengalaman belajar sebelumnya yang relevan untuk desain materi dan aktivitas. Kompetensi akan mengukur *prior knowledge* dan *prior skills* yang krusial untuk

perkuliahan Io. Tujuan dari aspek kompetensi adalah mengidentifikasi kesiapan dan kesenjangan kompetensi mahasiswa. Kompetensi meliputi pengetahuan prasyarat Pemrograman Dasar, Pemrograman Web, Pemrograman Mobile, Algoritma & Struktur Data, Basis Data, dan Jaringan Komputer. Sweller (1988) menyampaikan bahwa pengetahuan prasyarat yang memadai mengurangi beban kognitif intrinsik ketika mempelajari konsep baru. Jika dasar-dasar lemah, beban kognitif akan tinggi, menghambat pembelajaran. Demikian juga Gagne (1985) dalam pembelajaran hierarkis maka penguasaan keterampilan dan pengetahuan dasar merupakan prasyarat untuk mempelajari konsep yang lebih kompleks. Aspek terakhir yang perlu diperhatikan dalam karakteristik mahasiswa adalah motivasi. Tujuan aspek ini adalah memahami faktor pendorong internal atau eksternal untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa. Motivasi yang dikaitkan dengan tujuan mahasiswa mengikuti perkuliahan IoT meliputi memenuhi SKS, ikut teman, trend teknologi, tertarik keilmuan IoT, atau yang lainnya. Motivasi merupakan pendorong internal dan eksternal yang memengaruhi keterlibatan dan persistensi mahasiswa dalam pembelajaran. Dengan demikian motivasi dikaitkan dengan hasil belajar yang lebih baik dan persistensi yang lebih tinggi sehingga memahami motivasi dapat membantu pendidik merancang aktivitas yang menumbuhkan motivasi (Deci & Ryan, 1985).

Tabel 3.3. Aspek Analisa Karakteristik Peserta Didik

No.	Aspek	Kajian / Teori pendukung
I. Kriteria Umum		
1	Usia	<ul style="list-style-type: none"> Analisis Pembelajar (Learner Analysis) - Model ASSURE (Heinich, Molenda, Russell, & Smaldino, 2002): Tahap pertama dalam model ASSURE adalah "Analyze Learners," yang menekankan pentingnya memahami karakteristik mahasiswa seperti usia, latar belakang, dan gaya belajar. Ini adalah fondasi untuk semua keputusan instruksional selanjutnya. Andragogi (Knowles, 1980): Membedakan pembelajaran orang
2	Jenis Kelamin	
3	Latar Belakang SMA	
4	Semester Saat ini	

dewasa dari anak-anak. Usia dan semester dapat memberikan indikasi tingkat kemandirian dan pengalaman belajar sebelumnya yang relevan untuk desain materi dan aktivitas.

II. Kompetensi (Pengetahuan Prasyarat)

1	Pemrograman Dasar	<ul style="list-style-type: none"> • Teori Beban Kognitif (Cognitive Load Theory - Sweller, 1988): Pengetahuan prasyarat yang memadai mengurangi beban kognitif intrinsik ketika mempelajari konsep baru. Jika dasar-dasar lemah, beban kognitif akan tinggi, menghambat pembelajaran. Mengidentifikasi kelemahan ini memungkinkan intervensi untuk mengurangi beban kognitif. • Prinsip Prasyarat (Prerequisite Principle - Gagne, 1985): Pembelajaran hierarkis; penguasaan keterampilan dan pengetahuan dasar adalah prasyarat untuk mempelajari konsep yang lebih kompleks. Mengidentifikasi kelemahan prasyarat memungkinkan penyediaan materi remedial.
2	Pemrograman Web	
3	Pemrograman Mobile	
4	Algoritma & Struktur Data	
5	Basis Data	
6	Jaringan Komputer	

III. Motivasi

1	Memenuhi SKS	<p>Teori Penentuan Diri (Self-Determination Theory - Deci & Ryan, 1985): Membedakan antara motivasi intrinsik (misalnya, tertarik keilmuan IoT, trend teknologi) dan ekstrinsik (misalnya, memenuhi SKS, ikut teman). Motivasi intrinsik dikaitkan dengan hasil belajar yang lebih baik dan persistensi yang lebih tinggi. Memahami jenis motivasi dapat membantu instruktur merancang aktivitas yang menumbuhkan motivasi intrinsik.</p>
2	Ikut Teman	
3	Trend Teknologi	
4	Tertarik Keilmuan IoT	
5	Lainnya	

c. Gaya belajar mahasiswa dengan pendekatan FSLSM

Analisis ini membutuhkan instrumen ILS untuk mengetahui gaya belajar mahasiswa dengan pendekatan FSLSM. Instrumen ILS wajib diikuti dan diisi oleh mahasiswa sebelum mengikuti mata kuliah IoT. Tujuan dari ILS ini adalah memperoleh gaya belajar mahasiswa sesuai dengan pendekatan gaya belajar FSLSM. Melalui hasil gaya belajar ini personalisasi mata kuliah

dapat dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Felix dkk, (2022) yang menyebutkan ILS merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk menentukan gaya belajar mahasiswa dan merekomendasikan materi pembelajaran yang sesuai dengan preferensi belajar mahasiswa. ILS merupakan rangkuman pertanyaan dari keempat dimensi model gaya belajar FLSM yang terdiri atas 44 pertanyaan, 11 pertanyaan terdistribusi ke masing-masing dimensi gaya belajar seperti yang disebutkan pada tabel 3.4.. Dimensi *processing (active/reflective)* terdapat pada pertanyaan (1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41), dimensi *perception (sensing/intuitive)* tersebar pada pertanyaan (2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42), dimensi *input (visual/verbal)* tersebar pada pertanyaan (3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43) dan dimensi *understanding (sequential/global)* sebaran pertanyaan pada (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44). Untuk Pertanyaan ILS dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 3.4. Distribusi pertanyaan dimensi gaya belajar FLSM pada ILS

Dimensi Gaya Belajar FLSM	No. Pertanyaan Kuesioner ILS (Jawaban a)	Dimensi Gaya Belajar FLSM	No. Pertanyaan Kuesioner ILS (Jawaban b)
<i>Active</i>	1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41	<i>Reflective</i>	1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41
<i>Sensing</i>	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42	<i>Intuitive</i>	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42
<i>Visual</i>	3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43	<i>Verbal</i>	3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43
<i>Sequential</i>	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44	<i>Global</i>	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44

Instrumen ILS memiliki rentang nilai dari +11 sampai -11 untuk masing-masing dimensinya (Felder, 2002). Setiap pertanyaan memiliki dua pilihan jawaban yang menentukan kekuatan/kecenderungan salah satu gaya belajarnya. Tabel 3.4. menunjukkan distribusi pertanyaan dalam masing-masing dimensi gaya belajar FLSM. Hasil jawaban dari ILS ditampung dalam *ILS Scoring Sheet* kemudian ditentukan posisinya dengan menempatkan pada *ILS Report Form*. Nilai ILS terbagi menjadi 3 skala

tingkat gaya belajar yaitu rentang nilai 1-3 berarti bahwa tingkat gaya belajar berimbang (*balanced*) dalam suatu dimensi gaya belajar, nilai 5-7 berarti bahwa mahasiswa memiliki tingkat gaya belajar nyaman (*moderate*) dengan satu gaya belajar pada suatu dimensi belajar, dan nilai 9-11 berarti bahwa mahasiswa memiliki tingkat gaya belajar yang hanya dapat (*strong*) belajar dengan satu gaya belajar pada suatu dimensi belajar.

Tingkat gaya belajar berimbang memiliki arti bahwa mahasiswa tidak menunjukkan dominasi yang jelas terhadap salah satu gaya belajar dalam suatu dimensi atau mahasiswa memiliki preferensi yang hampir setara antara dua gaya belajar pada dimensi tertentu. Peserta didik dengan tingkat gaya belajar ini memiliki fleksibilitas yang tinggi karena dapat beradaptasi dengan seluruh LOM dari dua gaya belajar pada dimensi tersebut. Sedangkan untuk tingkat gaya belajar nyaman berarti mahasiswa memiliki preferensi yang cukup kuat terhadap satu gaya belajar dibandingkan pasangannya, tetapi masih fleksibel untuk beradaptasi dengan gaya belajar lainnya. LOM diutamakan yang sesuai dengan gaya belajar, sedangkan LOM pada gaya belajar yang lain untuk dimensi yang sama dijadikan cadangan dapat digunakan secara kondisional. Untuk tingkat gaya belajar kuat, mahasiswa memiliki preferensi mutlak terhadap suatu gaya belajar sehingga tidak dapat beradaptasi. LOM yang disediakan hanya yang sesuai dengan gaya belajar tidak ada akses ke LOM dari gaya belajar yang lain dalam suatu dimensi. Untuk mengetahui perbandingan tingkat gaya belajar terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Karakteristik tingkat gaya belajar

Aspek	Balanced	Moderate	Strong
Definisi	Preferensi gaya belajar yang seimbang antara kedua gaya belajar dalam satu dimensi	Preferensi gaya belajar condong pada salah satu gaya dalam satu dimensi, tetapi masih fleksibel	Preferensi yang sangat kuat terhadap satu gaya belajar dalam satu dimensi
Tujuan	Memberikan pilihan yang luas kepada mahasiswa untuk menyesuaikan	Menyederhanakan pilihan dengan memprioritaskan gaya belajar utama,	Fokus hanya pada gaya belajar dominan untuk memaksimalkan

	pembelajaran sesuai kebutuhan	mengurangi kebingungan	kenyamanan dan efektivitas
Ciri-ciri	<ul style="list-style-type: none"> - Fleksibilitas tinggi terhadap berbagai pendekatan pembelajaran - Tidak ada dominasi gaya belajar tertentu dalam dimensi 	<ul style="list-style-type: none"> - Preferensi cukup kuat terhadap salah satu gaya belajar dalam dimensi tertentu - Masih dapat menggunakan gaya lain jika diperlukan 	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik memiliki kecenderungan mutlak terhadap gaya belajar tertentu - Kesulitan menyesuaikan diri dengan gaya belajar lain
Pendekatan LOM	<ul style="list-style-type: none"> - Semua LOM dari kedua gaya belajar dalam dimensi yang sama dimunculkan - Tidak diperlukan LOM cadangan karena semua LOM dalam dimensi yang sama tersedia secara langsung - Implementasi di LMS Tidak ada pembatasan tambahan berdasarkan preferensi 	<ul style="list-style-type: none"> - Hanya LOM dari gaya belajar dominan yang ditampilkan, LOM lain disediakan sebagai cadangan - LOM dari gaya belajar lain tetap tersedia tetapi tersembunyi, hanya dapat diakses jika dibutuhkan - Implementasi di LMS yaitu LOM lain disembunyikan atau ditampilkan secara kondisional 	<ul style="list-style-type: none"> - Hanya LOM dari gaya belajar dominan yang ditampilkan, tanpa menyediakan cadangan - Tidak ada LOM cadangan karena preferensi mahasiswa sangat spesifik dan tidak fleksibel - Implementasi di LMS dengan tidak ada akses ke LOM lain
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan fleksibilitas maksimal dalam memilih pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan situasional - Mendorong eksplorasi dan adaptasi terhadap berbagai gaya belajar 	<ul style="list-style-type: none"> - Membantu mahasiswa fokus pada gaya belajar utama untuk meningkatkan efektivitas - Mengurangi potensi kebingungan akibat banyaknya pilihan 	<ul style="list-style-type: none"> - Sangat spesifik dan optimal untuk gaya belajar dominan mahasiswa - Lebih fokus dan efektif dalam belajar

Tantangan	Peserta didik yang kurang memahami preferensi gaya belajar mahasiswa dapat merasa kebingungan dengan banyak pilihan LOM	Peserta didik mungkin merasa kurang mendapatkan variasi dalam gaya belajar sehingga berisiko mengabaikan cadangan LOM yang relevan	Kesulitan mahasiswa untuk mencoba atau beradaptasi dengan gaya belajar lain sehingga rentan terhadap kebosanan jika konten terlalu seragam
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 3.6 adalah contoh hasil ILS yang diikuti dan sudah dijawab mahasiswa, pemberian angka 1 untuk pilihan jawaban pertanyaan pada setiap pertanyaan ILS dimasing-masing dimensi gaya belajar FSLSM dan Gambar 3.4. sebagai visualisasi posisi gaya belajar beserta tingkat gaya belajar.

Tabel 3.6. Contoh ILS Scoring Sheet

ACT/REF			SEN/INT			VIS/VER			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1	1		2	1		3	1		4	1	
5	1		6	1		7	1		8	1	
9		1	10	1		11	1		12	1	
13		1	14		1	15	1		16	1	
17	1		18		1	19	1		20	1	
21	1		22		1	23	1		24	1	
25	1		26		1	27		1	28	1	
29	1		30		1	31		1	32		1
33		1	34		1	35		1	36		1
37	1		38		1	39		1	40		1
41	1		42		1	43		1	44		1
Total masing-masing kolom											
ACT/REF			SEN/INT			VIS/VER			SEQ/GLO		
	8	3		3	8		6	5		7	4
(nilai besar – nilai kecil) + huruf nilai besar											
5 ACT			5 INT			1 VIS			3 SEQ		

Hasil dari ILS Scoring Sheet dipetakan pada ILS Report Form sehingga dapat diketahui bahwa mahasiswa memiliki preferensi gaya belajar *Active - moderate*, *Intuitive - moderate*, *Visual – balanced* dan *Sequential – balanced* (Gambar 3.4).

ACT	X											REF	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	
SEN												INT	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	X	5b	7b	9b	11b
VIS												VRB	
	11a	9a	7a	5a	3a	X	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
SEQ												GLO	
	11a	9a	7a	5a	X	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b
- Balanced -													
- Moderate -													
- Strong -													

Gambar 3.4. ILS Report form

Validitas dan Reliabilitas Instrumen ILS

Felder dan Spurlin (2005), dalam penelitian berjudul *Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles*, ILS digunakan untuk mengidentifikasi preferensi gaya belajar individu dalam empat dimensi utama: sensorik-intuitif, visual-verbal, aktif-reflektif, dan urutan-global. Instrumen ini diterapkan dalam berbagai konteks pendidikan untuk membantu pendidik menyesuaikan metode pengajaran dengan preferensi belajar mahasiswa, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. ILS telah digunakan secara luas dalam pendidikan teknik, namun juga dapat diterapkan dalam disiplin ilmu lainnya. Validitas ILS diuji melalui beberapa pendekatan:

i. Validitas Konvergen

ILS dibandingkan dengan instrumen lain yang mengukur gaya belajar atau preferensi belajar yang serupa. Korelasi yang signifikan antara skala ILS dan alat ukur lainnya menunjukkan validitas konvergen yang baik.

ii. Validitas Diskriminan

ILS menunjukkan korelasi rendah antara skala yang mengukur dimensi gaya belajar yang berbeda, mengindikasikan bahwa setiap

skala ILS mengukur dimensi yang berbeda dan spesifik dari gaya belajar.

iii. Analisis Faktor Konfirmatori (Confirmatory Factor Analysis)

Struktur empat dimensi ILS dikonfirmasi melalui analisis faktor konfirmatori, yang menunjukkan bahwa model dengan empat dimensi ini sesuai dengan data dan mengkonfirmasi struktur faktor yang dihipotesiskan.

iv. Uji Statistik

Uji statistik tambahan menunjukkan bahwa ILS dapat secara efektif mengklasifikasikan preferensi gaya belajar individu, mendukung penggunaannya dalam konteks pendidikan.

Reliabilitas ILS diukur menggunakan koefisien Alpha Cronbach, yang menunjukkan konsistensi internal setiap skala. Dalam studi yang dilakukan, nilai Alpha Cronbach berkisar dari 0.53 hingga 0.78, yang menunjukkan bahwa ILS memiliki reliabilitas yang memadai untuk mengukur preferensi gaya belajar. Reliabilitas yang lebih tinggi pada beberapa skala menunjukkan konsistensi yang baik dalam mengukur dimensi spesifik dari gaya belajar.

Hasil studi tersebut menghasilkan bahwa ILS adalah alat yang valid dan reliabel untuk mengukur preferensi gaya belajar. Pengaplikasiannya yang luas dalam berbagai disiplin ilmu menunjukkan bahwa instrumen ini berguna dalam membantu pendidik menyesuaikan metode pengajaran dengan gaya belajar mahasiswa. Validitas konvergen dan diskriminan, analisis faktor konfirmatori, dan nilai reliabilitas yang memadai mendukung keefektifan ILS dalam konteks pendidikan.

2. *State Objectives* (Menetapkan Tujuan)

Menyusun tujuan pembelajaran merupakan tahap penting dalam model ASSURE karena memberikan arah, fokus, spesifik, terukur dan struktur untuk proses pembelajaran serta mendukung perencanaan metode, media dan materi pembelajaran pada tahap selanjutnya. Tujuan pembelajaran dalam tahap ini mencakup tujuan pembelajaran umum dan pembelajaran khusus. Tujuan pembelajaran umum memiliki ruang lingkup yang lebih luas dan menyeluruh untuk mata kuliah. Tujuan pembelajaran umum sesuai dengan capaian

pembelajaran mata kuliah (CPMK) yang harus bisa meningkatkan efektivitas pembelajaran. Tujuan pembelajaran khusus merupakan turunan atau perincian yang lebih spesifik dan terukur dari CPMK atau sering disebut sub CPMK. Karena dalam mata kuliah IoT setiap topik adalah spesifik dan dirancang untuk dijalankan dalam satu kali pertemuan maka tujuan pembelajaran khusus untuk setiap pertemuan tersebut adalah sub CPMK. Pendekatan yang digunakan adalah Taxonomy Bloom dan ABCD. Taxonomy Bloom membantu dalam merumuskan tingkat kompetensi yang ingin dicapai mahasiswa mencakup pengetahuan (*cognitive*), sikap (*affective*), dan keterampilan (*psychomotor*). Dalam lingkup pengetahuan diperlukan juga dukungan pembelajaran holistik dengan mengintegrasikan dimensi pengetahuan meliputi *factual knowledge*, *conceptual knowledge*, *procedural knowledge*, dan *metacognitive knowledge*. Dalam pendidikan tinggi terutama untuk mata kuliah IoT yang bersifat pilihan menuntut adanya cara berpikir kritis, kreatif, reflektif dan memecahkan masalah hal ini dikenal dengan istilah *High Order Thinking Skills* (HOTS). HOTS dalam Taxonomy Bloom menggunakan kategori seperti C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi) atau C6 (merancang), pendidik dapat memastikan bahwa tujuan pembelajaran dari suatu topik pembelajaran diperoleh mahasiswa dari tingkat dasar hingga tingkat yang lebih tinggi. Sehingga dalam Tabel 3.7. disebutkan tahap state objective terdapat 4 langkah yang dilakukan dalam untuk menghasilkan tujuan pembelajaran yang baik. Urutan langkah yang digunakan tersebut menghasilkan tujuan pembelajaran yang spesifik, terukur, relevan dan mendukung keberhasilan pembelajaran.

Tabel 3.7. Urutan langkah merancang tujuan pembelajaran

Urutan Langkah	Apa yang Dilakukan	Hasil yang Diharapkan	Keterangan	Rujukan
1. Relevansi dengan Ranah Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> - Tentukan fokus pembelajaran: kognitif, psikomotorik, afektif - Identifikasi jenis kompetensi yang ingin dicapai 	<ul style="list-style-type: none"> - Tujuan pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran - Fokus pada ranah yang sesuai untuk mencapai hasil belajar yang diinginkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Ranah pembelajaran menentukan jenis kemampuan (pengetahuan, keterampilan, sikap) yang harus dikuasai - Langkah ini adalah fondasi untuk 	Bloom, B. S. (1956). <i>Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain</i> . New York: David McKay Co Inc.

memastikan pembelajaran sesuai kebutuhan

2. Integrasi Dimensi Pengetahuan	<ul style="list-style-type: none"> - Pastikan tujuan mencakup: - Factual Knowledge: Fakta dasar. - Conceptual Knowledge: Hubungan antar konsep. - Procedural Knowledge: Langkah praktis. - Metacognitive Knowledge: Kemampuan refleksi 	<p>Tujuan pembelajaran yang mencakup pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensi pengetahuan membantu Menentukan kedalaman dan keluasan materi yang harus dikuasai. - Mendukung pembelajaran holistik 	<p>Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). <i>A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives</i>. New York: Longman.</p>
3. Fokus pada HOTS (C4–C6)	<p>Pilih tingkat proses kognitif dari Taksonomi Bloom:</p> <ul style="list-style-type: none"> - C4 (Menganalisis): Memahami bagian-bagian penting - C5 (Mengevaluasi): Membuat penilaian - C6 (Mencipta): Menggabungkan elemen menjadi solusi baru 	<p>Tujuan pembelajaran yang menargetkan keterampilan tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, atau penciptaan solusi baru</p>	<ul style="list-style-type: none"> - HOTS memastikan pembelajaran tidak hanya berfokus pada hafalan, tetapi juga mengembangkan pemikiran kritis, evaluatif, dan kreatif 	<p>Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). <i>A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives</i>. New York: Longman.</p>
4. Pendekatan ABCD	<p>Formulasikan Sub-CPMK dengan kerangka ABCD:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A (Audience): Siapa yang belajar - B (Behavior): Apa yang dilakukan - C (Condition): Dalam kondisi apa - D (Degree): Seberapa baik hasilnya 	<p>Tujuan pembelajaran yang spesifik, terukur, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pendekatan ABCD memberikan spesifikasi yang jelas pada tujuan pembelajaran - Memastikan tujuan dapat diukur dan dievaluasi dengan kriteria yang terukur 	<p>Mager, R. F. (1962). <i>Preparing instructional objectives</i>. Belmont, CA: Fearon Publishers</p>

Perumusan tujuan pembelajaran dimulai dengan melakukan relevansi dengan ranah pembelajaran. Ranah pembelajaran meliputi 3 aspek yaitu pengetahuan (*cognitive*), sikap (*affective*), dan keterampilan (*psychomotor*). Kemudian disertai dengan langkah integrasi dimensi pengetahuan untuk menentukan kedalaman materi yang harus dikuasai mahasiswa. Untuk mengidentifikasi 4 jenis pengetahuan yang harus dicapai mahasiswa, meliputi fakta dasar (*factual knowledge*), hubungan antar konsep (*conceptual knowledge*), langkah praktis (*procedural knowledge*), dan kemampuan refleksi (*metacognitive knowledge*). Selanjutnya adalah fokus pada pembelajaran untuk mencapai pemikiran tingkat tinggi (HOTS), yang meliputi 3 level yaitu C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta). Langkah terakhir memastikan tujuan pembelajaran yang dihasilkan memiliki struktur yang spesifik, terukur, relevan dan mendukung keberhasilan pembelajaran

3. *Select Methods, Media, and Materials* (Memilih Metode, Media, dan Materi)

Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran merupakan strategi atau pendekatan yang digunakan dalam proses belajar-mengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Metode ini tidak hanya berfokus pada cara pendidik menyampaikan materi (pengajaran), tetapi juga melibatkan aktivitas mahasiswa dalam memahami, menganalisis, atau mengaplikasikan materi karena tujuan akhirnya adalah bagaimana mahasiswa dapat memahami materi secara optimal melalui pendekatan yang sesuai. Metode pembelajaran harus mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang mencakup ranah kognitif, psikomotorik dan afektif. Sehingga dalam menentukan metode pembelajaran harus disesuaikan. Dalam tabel 3.8. disebutkan ciri dan karakteristik dari metode pembelajaran yang dapat digunakan sesuai dengan ranah pembelajaran dan tujuan pembelajaran.

Tabel 3.8. Ciri dan karakteristik dari Metode Pembelajaran

Metode Pembelajaran	Karakteristik	Ranah Kognitif	Ranah Psikomotorik	Ranah Afektif	Relevansi	Rujukan
Project-Based Learning (PjBL) / Team-Based Project (TBP)	Fokus pada solusi nyata, integrasi konsep dan keterampilan teknis, menghasilkan produk yang dirancang dan dievaluasi sendiri.	C4, C5, C6	P4, P5	A4, A5	Aplikatif, melibatkan integrasi berbagai komponen dan teknologi	Thomas (2000), A Review of Project-Based Learning
Problem-Based Learning (PBL)	Masalah nyata untuk mendorong analisis, evaluasi, dan penciptaan solusi berbasis kebutuhan, analisis dan kolaboratif.	C4, C5, C6	P4, P5	A4, A3	Mengidentifikasi, menganalisis, dan merancang solusi untuk masalah	Barrows (1986), Problem-Based Learning
Simulasi	Risikonya rendah, relevan untuk pengujian teknis atau proses sistem	C4, C5	P3, P4	A3, A4	Bereksperimen dengan skenario yang kompleks atau berbahaya tanpa biaya riil atau risiko kerusakan perangkat keras	David Kolb (1984), Experiential Learning Theory
Inquiry-Based Learning	Eksplorasi data atau pengujian hipotesis,	C4, C5, C6	P4	A4	Eksplorasi terhadap teknologi	Dewey (1938), Inquiry-

	mandiri atau kelompok				baru, tren, atau penemuan solusi inovatif melalui penyelidikan	Based Learning
Collaborative Learning / Diskusi Kelompok	Interaksi tim, berbagi ide, kolaborasi intensif dan pemikiran kritis, meningkatkan keterampilan interpersonal, cocok untuk tugas kompleks dalam kelompok untuk mencapai tujuan bersama.	C4, C6	P4, P5	A4, A3	Melibatkan berbagai disiplin ilmu dan kompleks, membutuhkan kerja tim yang efektif, berbagi ide, dan pemecahan masalah secara kolaboratif	Johnson & Johnson (1994), Cooperative Learning Theory, Johnson, Johnson, & Smith (1998), Cooperative Learning
Demonstrasi	Langkah teknis, aktivitas prosedural, Pendidik memperlihatkan langkah-langkah aktivitas, yang diikuti mahasiswa	C2, C4	P3, P4	A3	Efektif untuk prosedur instalasi perangkat keras IoT, wiring, atau konfigurasi awal yang kompleks, sebelum mahasiswa melakukannya secara mandiri	Bandura (1977), Social Learning Theory
Studi Kasus	Menghubungkan teori dengan praktik, membantu memahami penerapan konsep dalam	C4, C5	Tidak	A3, A4	Memahami konsep dan teknologi IoT diterapkan dalam berbagai skenario	Yin (2003), Case Study Research

	konteks nyata. menganalisis skenario atau masalah nyata		skenario dan evaluasi data berdasarkan konteks nyata		industri atau kehidupan nyata, serta menganalisis keberhasilan atau tantangan implementasinya	
Ceramah Interaktif	Langsung, memungkinkan diskusi untuk menghubungkan konsep, tanya jawab melibatkan mahasiswa	C2, C4	Tidak relevan, karena tidak melibatkan aktivitas teknis; hanya fokus pada transfer informasi	A2, A3	Pengantar untuk konsep dasar, definisi, dan arsitektur IoT yang kompleks secara terstruktur, interaksi untuk pemahaman awal	Anderson & Krathwohl (2001), Taksonomi Bloom Revisi
Flipped Classroom	Membalikkan pembelajaran tradisional: materi dasar dipelajari di luar kelas (misal: video, bacaan), waktu di kelas digunakan untuk aktivitas interaktif, diskusi, dan pemecahan masalah	C2-C6 (tergantung aktivitas di kelas)	P1-P5 (tergantung aktivitas di kelas)	A2-A5 (tergantung aktivitas di kelas)	Menguasai konsep dasar dan teori di luar kelas, waktu tatap muka dapat dimaksimalkan untuk praktik langsung, coding, pengerjaan proyek, dan diskusi mendalam tentang masalah IoT	Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day
Active Learning	Keterlibatan aktif dalam	C1-C6 (tergantung	P1-P5 (tergantung	A1-A5 (tergantung	Membutuhkan pemecahan	Bonwell & Eison

proses belajar, meliputi berbagai metode seperti diskusi, pemecahan masalah, studi kasus, PjBL, dll.	metode spesifik)	metode spesifik)	g metode spesifik)	masalah dan aplikasi, aktif terlibat dalam setiap tahap pembelajaran, bukan hanya mendengarkan	(1991), Active Learning: Creating Excitement in the Classroom
------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------	------------------	--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan alat atau bahan yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan memfasilitasi proses belajar. Media pembelajaran dirancang untuk mendukung metode pembelajaran yang dipilih dan menyesuaikan kebutuhan mahasiswa. Pemilihan media pembelajaran untuk IoT harus mempertimbangkan sifat mata kuliah ini yang kompleks, sangat teknis, membutuhkan praktik langsung, dan selalu berkembang. Media yang dipilih tidak hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai alat bantu untuk memfasilitasi keterampilan tingkat tinggi dan pengalaman praktik. Misalnya, untuk mencapai tujuan seperti "menganalisis arsitektur IoT" atau "mengimplementasikan prototipe", media seperti video tutorial dan demonstrasi interaktif sangat efektif untuk menunjukkan prosedur teknis yang kompleks atau cara kerja sistem secara visual dan bertahap. Simulasi perangkat lunak (misalnya, *Proteus*, *Tinkercad Circuits*) untuk memungkinkan mahasiswa bereksperimen dengan sirkuit dan kode tanpa risiko perangkat keras fisik, sedangkan kit pengembangan hardware IoT (seperti Arduino atau ESP32) esensial untuk memberikan pengalaman hands-on yang tidak tergantikan dalam membangun dan menguji prototipe nyata. Selain itu, platform belajar interaktif/LMS yang dilengkapi fitur kolaborasi menjadi pondasi untuk mengelola materi, memfasilitasi diskusi, dan mendukung kerja kelompok dalam proyek. Diagram interaktif, infografis, dan visualisasi data sangat penting untuk menjelaskan konsep abstrak dan hubungan antar lapisan dalam arsitektur IoT, sementara studi kasus multimedia menghubungkan teori dengan aplikasi dunia nyata, melatih kemampuan analisis masalah. Bahkan, penggunaan sistem kontrol versi seperti Git/GitHub menjadi teknologi media yang vital untuk

kolaborasi dalam pengembangan kode proyek. Seluruh pemilihan ini harus diselaraskan dengan tujuan pembelajaran spesifik (baik ranah kognitif, psikomotorik, maupun afektif), karakteristik mahasiswa, serta ketersediaan anggaran dan sumber daya, demi memastikan bahwa pembelajaran IoT berjalan efektif dan mencapai kompetensi yang diharapkan.

Untuk mata kuliah IoT yang dipersonalisasi, pendidik perlu menyediakan variasi media dan materi yang dapat mengakomodasi preferensi gaya belajar yang berbeda:

- a. **Pembelajar Aktif:** Sediakan banyak peluang untuk hands-on projects, latihan coding interaktif, sesi lab, dan diskusi kelompok aktif dalam kelas. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM interaktif.
- b. **Pembelajar Reflektif:** Berikan waktu untuk refleksi individu, tugas esai/laporan analitis, atau jurnal belajar setelah kegiatan praktik. Sediakan materi bacaan mendalam. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM interaktif.
- c. **Pembelajar Sensing:** Fokus pada contoh aplikasi IoT di dunia nyata, studi kasus konkret, demonstrasi perangkat keras, dan data sensor sungguhan. Berikan panduan langkah demi langkah yang jelas. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM Page.
- d. **Pembelajar Intuitif:** Perkenalkan teori di balik IoT (protokol komunikasi, arsitektur cloud), berikan tantangan untuk merancang sistem baru, dan diskusikan potensi inovasi IoT di masa depan. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM Page.
- e. **Pembelajar Visual:** Gunakan diagram arsitektur IoT yang detail, video tutorial perakitan/pengkabelan, animasi simulasi aliran data, infografis tren IoT, dan demonstrasi visual fungsi perangkat. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM Label.
- f. **Pembelajar Verbal:** Sediakan materi bacaan komprehensif, transkrip video, sesi tanya jawab lisan, diskusi yang mendalam, dan penjelasan konsep yang jelas. Implementasi dalam LOM di LMS dapat digunakan LOM Label.

- g. Pembelajar Sekuensial: Sajikan materi dalam urutan logis, berikan instruksi langkah demi langkah yang terperinci untuk setiap tugas praktik, dan pastikan setiap konsep dibangun di atas yang sebelumnya.
- h. Pembelajar Global: Mulai dengan gambaran besar tentang ekosistem IoT, kemudian selami detail setiap komponen. Sediakan peta konsep, ikhtisar bab, dan proyek akhir yang memungkinkan mahasiswa melihat seluruh sistem.

Materi Pembelajaran

Pemilihan materi pembelajaran yang tepat merupakan sebuah proses untuk memastikan konten spesifik atau sub-topik yang disampaikan dan dipelajari selaras dengan tujuan dan kebutuhan mahasiswa. Untuk mata kuliah IoT, proses pemilihan ini harus dilakukan dengan cermat, mengingat karakteristik bidang yang dinamis, kompleks, dan sangat membutuhkan aplikasi praktis.

Prioritas utama dalam menentukan materi adalah keselarasan dengan tujuan pembelajaran (CPMK dan Sub-CPMK). Setiap unit materi atau sub-topik yang dipilih harus secara langsung dan eksplisit mendukung pencapaian salah satu atau lebih tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan. Sebagai contoh, jika sebuah tujuan pembelajaran (sub-cpmk) menetapkan bahwa mahasiswa "mampu menganalisis arsitektur IoT," maka materi yang dipilih harus mencakup sub-topik mendalam seperti "Definisi dan Sejarah IoT," "Lapisan-lapisan Arsitektur IoT (misalnya, lapisan persepsi, jaringan, platform, aplikasi)," dan "Identifikasi Komponen Fisik dan Virtual IoT." Keselarasan ini memastikan bahwa setiap waktu yang dihabiskan untuk mempelajari suatu materi berkontribusi langsung pada kompetensi yang diharapkan. Selain keselarasan tujuan, akurasi dan keandalan materi adalah fondasi yang tak tergoyahkan, terutama dalam disiplin teknis seperti IoT. Materi harus akurat secara faktual dan bersumber dari referensi yang kredibel, seperti literatur ilmiah, standar industri global (misalnya IEEE, IETF), atau dokumentasi resmi dari vendor teknologi yang kredibel. Keandalan ini menjamin bahwa mahasiswa mempelajari informasi yang valid dan dapat diterapkan. Sejalan dengan itu, relevansi dan kemutakhiran menjadi sangat penting mengingat laju perkembangan teknologi IoT yang pesat. Materi

yang dipilih harus mencerminkan tren industri terkini, teknologi yang banyak diadopsi, dan tantangan inovatif yang dihadapi di lapangan. Ini berarti menghindari materi yang usang dan secara proaktif mencari sumber daya terbaru yang relevan dengan ekosistem IoT saat ini. Aspek Kelengkapan dan Kedalaman materi juga harus dipertimbangkan secara cermat. Materi yang dipilih harus cukup komprehensif untuk mencakup semua aspek esensial dari sub-topik yang dibahas. Namun, kedalamannya harus disesuaikan secara proporsional dengan level mahasiswa (apakah mahasiswa pemula, menengah, atau lanjutan) dan tingkat kompleksitas tujuan pembelajaran. Misalnya, untuk tujuan analisis mendalam, materi harus menyediakan detail yang memadai, sementara untuk pengenalan dasar, fokus pada konsep inti tanpa terlalu banyak detail teknis yang membingungkan. Lebih lanjut, Keterbacaan dan Keterpahaman materi merupakan faktor penentu efektivitas belajar. Materi harus disajikan dengan bahasa yang jelas, lugas, dan konsisten dalam penggunaan terminologi IoT. Struktur yang rapi, seperti penggunaan judul, sub-judul, poin-poin, dan paragraf pendek, akan sangat membantu dalam memfasilitasi pemahaman. Dalam era digital, ketersediaan dan aksesibilitas materi juga menjadi pertimbangan penting. Instruktur perlu memastikan bahwa semua materi dapat diakses dengan mudah oleh mahasiswa, baik itu materi digital yang diunggah ke LMS, buku fisik yang tersedia di perpustakaan, atau video tutorial *online*. Aspek ini juga mencakup pertimbangan aksesibilitas bagi mahasiswa dengan kebutuhan khusus. Terakhir, materi yang efektif harus memiliki potensi untuk aktivitas pembelajaran. Materi yang baik bukan hanya untuk dibaca atau didengar secara pasif, melainkan harus mendorong interaksi dan aplikasi. Oleh karena itu, pemilihan materi yang menyediakan kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukan latihan, menganalisis studi kasus, berdiskusi, atau mengerjakan proyek (misalnya, *data set* untuk analisis, kode contoh untuk dimodifikasi) sangat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman. Secara praktis, wujud atau bentuk materi yang sangat sesuai untuk mata kuliah IoT bervariasi. Ini meliputi modul teks atau buku ajar digital yang menjadi fondasi konseptual, tutorial dan dokumen teknis resmi dari produsen *hardware* atau penyedia *platform cloud* untuk panduan praktik yang presisi, kode contoh dan proyek kode sumber terbuka yang memungkinkan

pembelajaran *coding* dan implementasi, data set dari sensor IoT untuk latihan analisis data, studi kasus aplikasi IoT nyata yang relevan untuk pemahaman konteks industri, tugas praktikum/laboratorium yang menjadi inti keterampilan *hands-on*, skenario simulasi untuk latihan dalam lingkungan terkontrol, serta artikel jurnal ilmiah atau laporan tren industri untuk pengembangan pemahaman mendalam dan kemampuan evaluasi kritis.

Dalam konteks pemilihan materi pembelajaran IoT yang dipersonalisasi perlu disesuaikan dengan preferensi gaya belajar yang berbeda:

- a. Pembelajar *Sensing/Intuitive*: Sediakan materi dengan banyak studi kasus aplikasi IoT nyata (*sensing*) dan juga artikel jurnal ilmiah atau laporan tren industri (*intuitive*) yang membahas implikasi teoretis dan inovasi masa depan IoT.
- b. Pembelajar *Visual/Verbal*: Sajikan materi kunci dalam berbagai format. Misalnya, diagram interaktif, infografis, dan video tutorial untuk visual *learners*, dan modul teks atau buku ajar digital yang komprehensif dengan penjelasan rinci untuk verbal *learners*.
- c. Pembelajar *Active/Reflective*: Sediakan materi yang memungkinkan tugas praktikum/laboratorium dan kode contoh untuk *active learners* agar bisa langsung mencoba dan mempraktikkan. Sementara itu, untuk *reflective learners*, sediakan skenario simulasi atau data set dari sensor IoT yang memungkinkan mahasiswa menganalisis dan merenungkan masalah sebelum mengambil tindakan.
- d. Pembelajar *Sequential/Global*: Pastikan ada materi yang menyajikan konsep secara bertahap dan terstruktur (misalnya, modul berurutan) untuk *sequential learners*. Namun, juga sediakan diagram arsitektur *end-to-end* yang komprehensif atau peta konsep besar di awal untuk *global learners* agar mahasiswa dapat memahami gambaran besar sistem IoT sebelum menyelami detail.

4. *Utilize Media and Materials* (Menggunakan Media dan Materi)

Tahap ini adalah fase implementasi di mana semua perencanaan yang telah dilakukan pada tahap-tahap sebelumnya (menganalisis mahasiswa, menetapkan tujuan, serta memilih strategi, teknologi, media, dan materi) benar-benar diwujudkan di lingkungan

belajar. Dalam konteks mata kuliah *Internet of Things* (IoT), tahap ini bukan sekadar presentasi konten, melainkan proses dinamis yang melibatkan personalisasi mendalam dan adaptasi *learning path* mahasiswa, terutama ketika diimplementasikan melalui LMS dan memanfaatkan LOM Activities interaktif seperti H5P.

Implementasi media dan materi pada LMS menjadi inti dari tahap ini. LMS berfungsi sebagai pusat distribusi dan interaksi untuk semua aset pembelajaran digital. Di sinilah materi-materi yang telah dipilih—mulai dari modul teks, tutorial video, simulasi, hingga kode contoh—disajikan kepada mahasiswa. Namun, untuk mencapai efektivitas maksimal, terutama dengan pertimbangan gaya belajar individu, pendekatan personalisasi menjadi sangat krusial. Personalisasi ini secara khusus dapat dioptimalkan dengan memahami dimensi gaya belajar FSLSM:

- a. Untuk dimensi input, LMS memungkinkan penyajian materi yang disesuaikan:
 - i. Pembelajar Visual, materi difokuskan pada infografis, diagram interaktif, video, atau multimedia lain yang mendukung pemahaman konsep IoT secara visual. Misalnya, diagram arsitektur IoT yang dapat di-*zoom* atau di-*klik* untuk melihat detail setiap lapisan, video animasi tentang prinsip kerja sensor, atau simulasi aliran data dalam jaringan IoT. Konten-konten ini dapat disematkan menggunakan LOM Label pada LMS, yang berfungsi sebagai *container* visual yang menarik.
 - ii. Pembelajar Verbal, materi lebih didominasi oleh teks penjelasan rinci, artikel ilmiah, atau transkrip narasi video. Peserta didik belajar efektif melalui membaca dan mendengarkan penjelasan verbal yang komprehensif. LOM Label juga dapat digunakan untuk menampung teks-teks ini, memastikan presentasi yang terstruktur dan mudah diikuti. Fleksibilitas ini memastikan bahwa setiap mahasiswa menerima informasi dalam format yang paling sesuai dengan preferensi pemrosesan mahasiswa.

Personalisasi dalam penggunaan media dan materi tidak berhenti pada dimensi Input saja, melainkan meluas ke dimensi lain seperti Persepsi dan Pemrosesan.

- Pembelajar Sensitif, yang cenderung praktis dan menyukai fakta, media dan materi menekankan contoh aplikasi nyata, studi kasus, atau data set dari sensor IoT untuk dianalisis. Mereka didorong untuk menggunakan *software* simulasi *online* seperti Tinkercad untuk membangun sirkuit, Thingspeak untuk mengumpulkan dan memvisualisasikan data, atau Blynk untuk membangun aplikasi *mobile* IoT, yang semuanya menyediakan pengalaman konkret.
- Pembelajar Intuitif, yang lebih menyukai konsep abstrak dan teori, diberikan materi yang mendorong eksplorasi prinsip dasar, implikasi teoretis, atau potensi inovasi masa depan IoT. Diskusi mendalam di forum LMS atau artikel ilmiah tentang tren IoT menjadi fokus mahasiswa.
- Dalam dimensi Pemrosesan, personalisasi dapat terintegrasi dengan LOM Activities seperti H5P yang telah dibahas sebelumnya. Pembelajar aktif lebih banyak berinteraksi dengan H5P Video Interaktif yang menuntut respon cepat dan tindakan, seperti kuis di tengah video atau skenario *drag-and-drop*. Sebaliknya, mahasiswa reflektif mendapatkan manfaat dari H5P *Course Presentation* yang diselingi pertanyaan reflektif atau tugas merangkum yang mendorong pemikiran dan perenungan mendalam sebelum melanjutkan.

Aspek yang perlu diperhatikan dalam tahap "Utilize Media and Materials" adalah penyesuaian berdasarkan tingkat gaya belajar (*balanced vs. moderate*) yang dapat menghasilkan *adaptive learning path*.

- Pembelajar yang memiliki tingkat gaya belajar *Balanced* (yang nyaman dengan kedua sisi dari suatu dimensi, misalnya, seimbang antara visual dan verbal) diberikan akses ke semua LOM media dan materi yang relevan, memungkinkan mahasiswa untuk memilih format yang paling disukai pada saat itu atau menggunakan berbagai format untuk memperkuat pemahaman.
- Pembelajar yang memiliki tingkat gaya belajar *Moderate* (yang memiliki preferensi kuat pada satu sisi dimensi, misalnya, sangat visual tetapi kesulitan dengan verbal), sistem dapat dirancang secara adaptif. Jika seorang mahasiswa *moderate* visual tidak berhasil menguasai materi setelah berinteraksi dengan LOM interaktif H5P yang difokuskan pada gaya

belajarnya (misalnya, H5P Video Interaktif), LMS dapat secara otomatis memunculkan materi gaya belajar lawannya dalam satu dimensi FSLSM. Contohnya, mahasiswa visual yang kesulitan mungkin diberikan materi teks penjelasan yang lebih dominan (untuk gaya belajar verbal) sebagai alternatif atau pelengkap. Mekanisme adaptif ini memastikan bahwa mahasiswa yang mengalami kesulitan tetap mendapatkan dukungan dengan menyajikan materi dalam format yang mungkin bisa membuka pemahaman mahasiswa. Fitur seperti "Restrict Access" dan "Activity Completion" pada LMS menjadi kunci untuk merealisasikan *adaptive learning path* ini. "Activity Completion" melacak apakah mahasiswa telah menyelesaikan atau menguasai suatu aktivitas (misalnya, skor minimal pada kuis H5P). Jika kriteria tidak terpenuhi, "Restrict Access" dapat digunakan untuk membuka konten alternatif yang dirancang untuk gaya belajar berlawanan, atau bahkan mengunci akses ke materi selanjutnya sampai revisi telah dilakukan. Ini memastikan pembelajaran yang terurut bagi *sequential learners* (dengan prasyarat aktivitas) sekaligus memberikan fleksibilitas bagi *global learners* untuk mengakses semua sub-topik dalam pembelajaran berbasis proyek.

5. *Require Learner Participation* (Membutuhkan Partisipasi Peserta Didik)

Merupakan tahap penting karena perencanaan instruksional beralih dari fase desain ke fase implementasi yang dinamis. Tahap ini tidak hanya tentang menyajikan media dan materi, tetapi juga memastikan bahwa mahasiswa secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Intinya adalah bagaimana menyediakan beragam aktivitas interaktif yang memungkinkan mahasiswa untuk berlatih, menerapkan pengetahuan, dan menerima umpan balik, sehingga terjadi internalisasi konsep dan pengembangan keterampilan yang mendalam. Keterlibatan aktif ini menjadi semakin esensial dalam mata kuliah *Internet of Things* (IoT), mengingat sifatnya yang sangat praktis dan berbasis proyek.

Interaktivitas dalam partisipasi mahasiswa dapat diwujudkan secara efektif melalui pemanfaatan LOM Activities yang terintegrasi dalam LMS. LOM adalah unit-unit pembelajaran digital yang dapat digunakan kembali, diakses, dan dioperasikan di berbagai platform. Dengan mengintegrasikan aktivitas ini ke

dalam LMS, instruktur dapat menciptakan lingkungan belajar yang kaya dan adaptif. H5P adalah contoh teknologi LOM yang sangat powerful dalam konteks ini, memungkinkan penciptaan konten interaktif yang beragam dan dapat dipersonalisasi sesuai gaya belajar mahasiswa. Personalisasi partisipasi mahasiswa berdasarkan gaya belajar FSLSM meliputi:

- a. **Pembelajar Aktif:** Peserta didik dengan gaya belajar aktif cenderung belajar paling baik melalui "melakukan" atau "mencoba". LOM H5P Video Interaktif menjadi media partisipasi yang ideal. Dalam video ini, mahasiswa tidak hanya menonton pasif, tetapi juga terlibat aktif melalui kuis singkat di tengah video, poin *hotspot* yang memicu informasi tambahan, *drag-and-drop* untuk mengidentifikasi komponen, atau bahkan skenario pilihan ganda yang mengubah alur video. Dalam konteks IoT, video interaktif dapat menampilkan demonstrasi perakitan perangkat, proses *coding*, atau cara kerja sistem, dengan jeda untuk mahasiswa berinteraksi, menjawab pertanyaan tentang fungsi komponen, atau memprediksi hasil suatu konfigurasi. Ini memungkinkan mahasiswa menerapkan konsep secara langsung dalam simulasi atau skenario video.
- b. **Pembelajar Reflektif:** Sebaliknya, mahasiswa reflektif belajar terbaik melalui perenungan dan pemikiran. LOM H5P *Course Presentation* dapat dimanfaatkan secara optimal. H5P *Course Presentation* memungkinkan instruktur membuat serangkaian *slide* presentasi yang tidak hanya memuat informasi, tetapi juga diselingi dengan pertanyaan reflektif, *essay prompt*, atau *summary task* pada setiap bagian penting. Peserta didik dapat mengamati konten yang terstruktur dengan baik, mengambil jeda untuk memproses informasi, merangkum poin-poin penting dalam pikiran mahasiswa, dan merumuskan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang mendorong pemikiran kritis, sebelum melanjutkan ke segmen berikutnya. Ini mendukung proses internalisasi dan pemahaman mendalam tanpa tekanan langsung untuk bertindak.
- c. **Personalisasi Alur Belajar (*Sequential vs. Global Learners*):** Partisipasi juga dapat dipersonalisasi dalam struktur navigasi materi:

- Pembelajar Sekuensial: Mereka lebih menyukai materi yang disajikan secara terurut, langkah demi langkah, dan logis. Partisipasi untuk mahasiswa dapat dirancang dengan mekanisme prasyarat pada LMS, di mana satu sub-topik harus diselesaikan sebelum dapat mengakses sub-topik selanjutnya. Ini memastikan alur pembelajaran yang terstruktur dan terurut, sangat cocok untuk materi IoT yang bersifat membangun pengetahuan dari dasar (misalnya, memahami sensor sebelum memprogram mikrokontroler).
 - Pembelajar Global: Mereka cenderung lebih suka melihat gambaran besar terlebih dahulu dan kemudian mengisi detailnya, serta merasa nyaman dengan navigasi yang lebih bebas. Partisipasi dapat difasilitasi dengan memberikan akses ke semua sub-topik melalui peta konsep atau daftar isi non-linear di awal. Pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning* - PjBL) adalah metode yang sangat cocok untuk *global learners*, di mana mahasiswa mendapatkan gambaran keseluruhan proyek IoT dari awal, kemudian dapat menavigasi ke sub-topik yang relevan sesuai kebutuhan proyek, menghubungkan detail-detail kecil ke gambaran besar proyek.
- d. Partisipasi Melalui PjBL dan Alat Pendukung: PjBL sendiri secara inheren mendorong partisipasi aktif. LOM Forum pada LMS (seperti forum diskusi di Moodle) menjadi media partisipasi yang vital. Mahasiswa dapat berinteraksi, berkolaborasi, bertanya, dan berbagi kemajuan proyek dalam lingkungan yang terstruktur. Selain itu, penggunaan perangkat lunak simulasi *online* seperti Tinkercad (untuk simulasi sirkuit dan *coding* Arduino), *Thingspeak* (untuk platform IoT berbasis *cloud* dan visualisasi data), dan Blynk (untuk membangun aplikasi *mobile* IoT) secara langsung memfasilitasi partisipasi *hands-on*. mahasiswa berpartisipasi dengan merancang sirkuit virtual, menulis kode, mengunggah data sensor ke *cloud*, dan membangun antarmuka pengguna untuk mengontrol perangkat, semuanya bentuk partisipasi aktif dan reflektif dalam pemecahan masalah.

6. Evaluate and Revise (Evaluasi dan Revisi)

Evaluasi

Melalui tahap dilakukan pengukuran efektivitas seluruh proses desain dan implementasi pembelajaran yang telah dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan, serta menemukan area-area yang memerlukan perbaikan pada materi, media, strategi, dan bahkan partisipasi mahasiswa. Dengan demikian, produk pembelajaran dapat terus disempurnakan hingga mencapai tujuan secara optimal, memastikan relevansi dan dampak maksimal bagi mahasiswa. Dalam tahap evaluasi digunakan pendekatan Hannafin dan Peck (1988) yang menyatakan bahwa perlu adanya evaluasi formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan pada saat pengembangan dan penilaian sumatif yang dilakukan setelah selesai dikembangkan. Dick dan Carey (2015) menyebutkan bahwa langkah dalam evaluasi formatif dimulai dengan *expert review* oleh beberapa ahli terkait produk yang dikembangkan, kemudian uji coba *one-to-one* kemudian dilanjutkan dengan uji coba kelompok kecil / *small group*. Evaluasi sumatif dilakukan setelah produk pembelajaran dianggap final dan diimplementasikan dalam skala yang lebih besar (misalnya, dalam satu kelas penuh atau beberapa kelas). Fokus utamanya adalah pada penilaian keseluruhan dampak, efektivitas, dan kelayakan produk. Didalam melakukan evaluasi melibatkan 3 kompetensi ahli di bidang Instruksional Design, bidang Media dan Teknologi Pembelajaran dan bidang Materi Pembelajaran IoT seperti yang ada di tabel 3.9.

Tabel 3.9. Daftar ahli beserta kompetensi keahlian

Bidang Keahlian	Instansi
Instruksional Design	Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
	Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
Media dan Teknologi Pembelajaran	Direktorat Kajian Akademik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
	Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang

a. Evaluasi Formatif: Perbaikan Berkelanjutan Selama Pengembangan

Evaluasi formatif adalah serangkaian kegiatan penilaian yang dilakukan secara berkala dan berkesinambungan selama proses pengembangan atau implementasi awal produk pembelajaran IoT. Fokus utamanya adalah mendeteksi masalah sejak dini, memberikan umpan balik konstruktif, dan memandu perbaikan segera sebelum produk digunakan secara luas.

i. Responden Evaluasi Formatif:

Evaluasi ini dilakukan dalam bentuk tiga pengujian:

- Uji Ahli (*Expert Review*): Dilakukan oleh para pakar di bidang desain instruksional, media dan teknologi pembelajaran, serta konten pembelajaran IoT. Para ahli ini memberikan masukan konstruktif mengenai kualitas pedagogis, teknis, dan substansi model.
- Uji *One-to-One* (Evaluasi Satu per Satu): Setelah mendapatkan masukan dari para ahli, produk pembelajaran IoT diuji coba pada skala terkecil yang melibatkan satu hingga tiga orang mahasiswa yang mewakili target audiens. Proses ini dilakukan secara intensif di bawah pengawasan langsung perancang pembelajaran. Selama uji coba ini, pendidik mengamati dengan cermat reaksi mahasiswa, mendengarkan komentar dan pertanyaan mahasiswa, serta mencatat secara detail setiap area kebingungan, kesalahan interpretasi, atau masalah teknis yang muncul. Tujuan utama dari evaluasi *one-to-one* adalah untuk mengidentifikasi masalah yang paling jelas pada materi atau antarmuka, memungkinkan perbaikan cepat dan mendasar pada versi prototipe awal.
- Uji *Small Group* (Evaluasi Kelompok Kecil): Setelah revisi berdasarkan umpan balik *one-to-one*, produk pembelajaran kemudian diuji coba pada kelompok yang sedikit lebih besar. Pada

tahap ini, mahasiswa berinteraksi dengan produk secara lebih mandiri, mencerminkan kondisi penggunaan yang lebih realistis. Data dikumpulkan melalui observasi partisipan, kuesioner terstruktur, wawancara kelompok terfokus, atau tes formatif singkat. Tujuan dari evaluasi kelompok kecil ini adalah untuk mengidentifikasi pola masalah yang mungkin tidak terlihat pada uji *one-to-one*, menguji efektivitas materi dalam konteks interaksi kelompok yang lebih dinamis, dan memahami bagaimana mahasiswa berinteraksi satu sama lain atau dengan media pembelajaran IoT. Hasil evaluasi ini sangat penting untuk menyempurnakan produk sebelum dilakukan uji coba skala penuh.

ii. Teknik Pengumpulan Data

- Jenis Instrumen: Untuk Ahli digunakan instrumen *Learning Object Review Instrument* (LORI) sedangkan untuk uji *One to One* dan *Small Group* digunakan instrumen yang dikembangkan.
- Teknik Analisa Data: Analisis deskriptif sederhana untuk data kuantitatif.
- Tindak Lanjut Hasil Analisa Data: Seluruh masukan dan temuan dari evaluasi formatif digunakan secara langsung untuk merevisi model pembelajaran dan komponen-komponennya sebelum melanjutkan ke tahap uji coba yang lebih luas.

b. Evaluasi Sumatif: Penilaian Akhir Efektivitas dan Kelayakan

Evaluasi sumatif dilakukan setelah produk pembelajaran IoT dianggap final dan telah melalui serangkaian perbaikan formatif. Ini merupakan penilaian menyeluruh yang bertujuan untuk mengukur dampak keseluruhan, efektivitas, dan kelayakan produk ketika diimplementasikan dalam skala yang lebih besar, misalnya di satu kelas penuh atau beberapa kelas. Fokusnya bergeser dari "bagaimana cara memperbaikinya?" menjadi "apakah ini berhasil?"

i. Responden Evaluasi Sumatif:

Evaluasi ini dilakukan dalam bentuk tiga pengujian:

- Uji Lapangan (*Field Test*): Ini adalah puncak dari fase evaluasi, di

mana produk pembelajaran IoT diimplementasikan dalam kondisi nyata di lingkungan kelas dengan populasi target yang representatif.

- Uji Kelayakan (*Feasibility Test*): Dilakukan *expert judgment* oleh para pakar di bidang desain instruksional, media dan teknologi pembelajaran, serta konten pembelajaran IoT. Para ahli ini memberikan penilaian terhadap kelayakan produk.
- Uji Efektivitas (*Effectiveness Test*): Ini adalah pengukuran langsung seberapa efektif produk pembelajaran dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan serta pengalaman pengguna dalam kondisi nyata. Subyek penelitian adalah mahasiswa mata kuliah IoT pada semester Genap 2024/2025

ii. Teknik Pengumpulan Data

- Jenis Instrumen: Untuk Uji Lapangan digunakan hasil nilai Tugas, UTS, UAS dan Project sedangkan Uji Kelayakan digunakan instrumen LORI, dan Uji Efektivitas digunakan *Normalized Gain* (N-Gain) menggunakan pre-test-post-test serta *System Usability Scale* (SUS)
- Teknik Analisa Data: Analisis kuantitatif dengan menggunakan instrumen yang telah digunakan.

Revisi

Revisi produk merupakan bentuk untuk meningkatkan kualitas dari pengembangan model. Revisi dilakukan setelah dilakukan uji coba kegiatan pembelajaran, dari hasil uji coba dapat dilihat sejauh mana kelemahan dan kekurangan model pembelajaran yang dikembangkan. Revisi produk dilakukan apabila hasil uji coba produk pembelajaran masih banyak kelemahan dan kekurangan, Nilai skor LORI dan SUS yang kurang baik serta N-Gain yang rendah. Seluruh saran, kritik, dan tanggapan dari para ahli dianalisis peneliti, kemudian digunakan sebagai dasar dalam memperbaiki produk yang dikembangkan meliputi penyesuaian materi pembelajaran, metode pengajaran, atau aktivitas pembelajaran untuk lebih baik mendukung gaya belajar mahasiswa.

D. Analisa Instrumen Evaluasi

Instrumen evaluasi penelitian adalah fondasi penting dalam proses pengumpulan data. Memilih atau merancang instrumen yang tepat adalah langkah kritis dalam memastikan bahwa penelitian dapat menjawab pertanyaan penelitian dengan akurat dan efisien (DeVellis, 2016). Instrumen evaluasi penelitian dapat berbentuk kuesioner, wawancara, observasi, tes, dan lain-lain. Menurut Sugiyono (2017), Instrumen evaluasi penelitian merupakan bagian yang sangat penting dari sebuah penelitian yang valid, instrumen digunakan untuk mengukur nilai variabel yang akan diteliti atau yang digunakan untuk keperluan pengumpulan data pada sebuah penelitian.

Dalam penelitian ini instrumen evaluasi penelitian yang digunakan meliputi *learning object material* yang digunakan pada LMS, *Normalized Gain* (N-Gain), dan usability produk yang dikembangkan (LMS yang dipersonalisasi).

1. *Learning Object Review Instrumen* (LORI)

Penilaian materi dan media harus dilakukan oleh para ahli dengan menggunakan instrumen validasi yang sudah standar dan banyak digunakan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. *Learning Object Review Instrument* (LORI) adalah alat evaluasi yang dirancang untuk menilai kualitas objek pembelajaran digital. LORI dikembangkan oleh *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) dari IEEE, dan sering digunakan oleh pendidik, pengembang konten, dan peneliti untuk menilai efektivitas dan kualitas objek pembelajaran, seperti modul *e-learning*, video pembelajaran, simulasi, dan materi digital lainnya. LORI 2.0 menawarkan kerangka kerja untuk mengevaluasi berbagai aspek kualitas dari objek pembelajaran, yang meliputi konten, desain, interaktivitas, dan aksesibilitas. Versi ini dikembangkan oleh John Nesbit, Karen Belfer, dan Tracey Leacock pada tahun 2009. LORI 2.0 mengevaluasi objek pembelajaran berdasarkan delapan dimensi kualitas utama, dengan setiap dimensi dinilai pada skala lima poin, dari rendah (1) hingga tinggi (5). Instrumen ini digunakan para ahli untuk memvalidasi *learning object material* yang digunakan pada LMS. Bentuk instrumen validasi LORI versi 2.0 seperti yang ditampilkan pada tabel 3.10.

Tabel 3.10. Instrumen Validasi LORI versi 2.0

No.	Dimensi Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kualitas Isi Materi (<i>Content Quality</i>) Akurasi, keseimbangan dalam penyajian ide, tingkat detail yang sesuai, dan kemampuan untuk digunakan kembali dalam berbagai konteks pembelajaran.					
2.	Keselaran Tujuan Pembelajaran (<i>Learning Goal Alignment</i>) Keselaran antara tujuan pembelajaran, aktivitas, penilaian, dan karakteristik pembelajar.					
3.	Umpan Balik dan Adaptasi (<i>Feedback and Adaptation</i>) Kemampuan objek pembelajaran memberikan konten atau umpan balik adaptif berdasarkan input pembelajar yang berbeda atau model pembelajaran.					
4.	Motivasi (<i>Motivation</i>) Kemampuan untuk memotivasi dan menarik minat populasi pembelajar yang ditargetkan.					
5.	Desain Presentasi (<i>Presentation Design</i>) Desain informasi visual dan auditori untuk meningkatkan pembelajaran dan efisiensi proses mental.					
6.	Kemudahan Interaksi (<i>Interaction Usability</i>) Kemudahan navigasi, prediktabilitas antarmuka pengguna, dan kualitas fitur bantuan antarmuka.					
7.	Aksesibilitas (<i>Accessibility</i>) Desain kontrol dan format penyajian untuk mengakomodasi pembelajar yang memiliki keterbatasan atau menggunakan perangkat mobile.					
8.	Kepatuhan Standar (<i>Standards Compliance</i>) Kepatuhan terhadap standar internasional dan operabilitas di platform teknis yang umum digunakan.					

Kelebihan dari instrumen LORI adalah komprehensif, fleksibilitas dan kolaboratif. Komprehensif meliputi penilaian berbagai aspek penting dari objek pembelajaran, memungkinkan evaluasi menyeluruh. Fleksibilitas artinya digunakan untuk berbagai jenis objek pembelajaran, dari gambar tunggal hingga kursus lengkap. Sedangkan kolaboratif memiliki makna bahwa dapat mendukung model partisipasi kolaboratif dalam penilaian, memungkinkan integrasi berbagai perspektif. Instrumen yang mengimplementasikan LORI digunakan untuk melakukan ulasan

melalui ahli sehingga hasil untuk setiap dimensi disajikan sebagai rata-rata skor yang disertai dengan komentar reviewer. LORI 2.0 merupakan alat evaluasi yang komprehensif dan fleksibel untuk menilai kualitas objek pembelajaran digital, membantu pendidik dan pengembang konten memastikan bahwa produk mahasiswa memenuhi standar tinggi atau berkualitas dalam hal konten, desain, aksesibilitas, dan kepatuhan standar. Analisis instrumen untuk mendapatkan media dan materi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus presentase yang digunakan sebagai berikut ini:

$$Presentase = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan:

skor total : skor hasil penjumlahan LORI

skor maksimal : skor perolehan maksimal LORI

Hasil presentase yang diperoleh kemudian dijadikan interpretasi dengan menyesuaikan dengan skala interpretasi dengan tabel distribusi nilai seperti yang ada pada tabel 3.11.

Tabel 3.11. Distribusi Nilai Analisa Instrumen LORI

Kategori	Keterangan
81% - 100%	Sangat Layak
61% - 80%	Layak
41% - 60%	Cukup Layak
21% - 40%	Kurang Layak
0% - 20%	Sangat Kurang Layak

Validitas dan Reliabilitas Instrumen LORI

Akpinar (2008), dalam penelitian berjudul *Validation of a Learning Object Review Instrument: Relationship between Ratings of Learning Objects and Actual Learning Outcomes* mengungkapkan bahwa LORI adalah instrumen yang digunakan untuk mengevaluasi *Learning Objects* (LO) atau objek pembelajaran. LORI, dikembangkan oleh Vargo, Nesbit, Belfer, dan Archambault (2003) dan disempurnakan oleh Nesbit dan Li (2004), menggunakan kriteria evaluasi sebagai berikut:

1. Kualitas Konten: Konten LO bebas dari kesalahan dan disajikan tanpa bias.
2. Keselarasan Tujuan Pembelajaran: Tujuan pembelajaran yang sesuai dinyatakan dengan jelas.
3. Umpan Balik dan Adaptasi: LO memberikan umpan balik berdasarkan input berbeda dari pelajar.
4. Motivasi: Konten LO relevan dengan tujuan dan minat pribadi pelajar.
5. Desain Presentasi: Desain informasi yang memungkinkan pengguna belajar dengan efisien.
6. Kemudahan Interaksi: Desain antarmuka pengguna yang informatif.
7. Aksesibilitas: Desain yang memungkinkan akses bagi pelajar dengan disabilitas sensorik dan motorik.
8. Kepatuhan terhadap Standar: LO mematuhi standar internasional yang relevan.

LORI menggunakan skala Likert lima poin, di mana nilai berkisar dari 1 (rendah) hingga 5 (tinggi). Penilai dapat memilih "tidak berlaku" jika merasa kriteria tersebut tidak relevan atau tidak kompeten untuk dinilai.

Reliabilitas LORI diuji dengan melihat korelasi antar penilaian dari berbagai evaluator. LORI menunjukkan konsistensi internal yang tinggi dengan nilai korelasi yang signifikan antara delapan item pertama dan skor keseluruhan LORI, yang menunjukkan bahwa kriteria tersebut saling mendukung dalam mengevaluasi LO. Studi validasi dilakukan dengan melibatkan 507 mahasiswa sekolah dasar dan menengah serta 24 guru. Setiap LO dinilai menggunakan LORI, kemudian diuji dalam lingkungan pembelajaran nyata dengan menggunakan tes pra dan pasca serta kuesioner kegunaan untuk mahasiswa dan guru. Hasilnya menunjukkan bahwa LORI tidak cukup memprediksi hasil belajar yang signifikan, meskipun ada korelasi antara penilaian kegunaan oleh guru dengan penilaian LORI. Studi ini juga menunjukkan bahwa LORI memerlukan pertimbangan lebih lanjut dalam hal penggunaan metadata untuk mengevaluasi LO secara lebih komprehensif.

2. Normalized Gain (N-Gain)

N-Gain Score, atau *Normalized Gain*, merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam penelitian pendidikan untuk mengukur peningkatan pemahaman

atau penguasaan konsep mahasiswa setelah intervensi pembelajaran. Metrik ini pertama kali diperkenalkan oleh Richard R. Hake (1998) dan menjadi populer karena kemampuannya menormalisasi gain (peningkatan) relatif terhadap potensi peningkatan maksimal, sehingga memungkinkan perbandingan yang lebih adil antar kelompok dengan nilai pre-test yang berbeda. Untuk mengukur efektivitas pembelajaran, digunakan Uji *N-Gain Score*, yang dihitung dengan rumus:

$$\text{N-Gain} = \frac{\text{Skor Post Test} - \text{Skor Pre Test}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pre Test}}$$

Nilai N-Gain untuk mendapatkan efektivitas hasil belajar digunakan ketentuan sebagai berikut:

N-Gain > 0,7	Tinggi
$0,3 \leq \text{N-Gain} \leq 0,7$	Sedang
N-Gain < 0,3	Rendah

Validitas dan Reliabilitas Instrumen LORI

N-Gain score sangat bergantung pada validitas instrumen tes yang digunakan untuk mendapatkan skor pre-test dan post-test. Sebuah instrumen tes yang valid adalah instrumen yang benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur. Untuk memastikan validitas instrumen N-Gain, digunakan uji statistik seperti korelasi Product Moment (Pearson) yang dibantu oleh perangkat lunak seperti SPSS (Novita dan Budiyo, 2021). Sementara itu, aspek reliabilitas N-Gain mengacu pada konsistensi pengukuran yang dihasilkan. Artinya, jika pengukuran dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama, N-Gain memberikan hasil yang konsisten. Sama halnya dengan validitas, reliabilitas N-Gain secara langsung dipengaruhi oleh reliabilitas instrumen pre-test dan post-test itu sendiri. Untuk memastikan reliabilitas instrumen, metode yang paling umum digunakan adalah uji Cronbach's Alpha. Jika nilai Cronbach's Alpha dari instrumen berada di atas ambang batas tertentu (misalnya > 0.60 atau > 0.70), maka instrumen tersebut dianggap reliabel, yang berarti data yang digunakan untuk menghitung N-Gain memiliki konsistensi internal yang baik (Masrukhin, 2018). Cronbach dan Furby, 2018, telah lama menyoroti kompleksitas dalam menilai reliabilitas gain score secara umum, menunjukkan bahwa ini bukan hanya sekadar perhitungan langsung melainkan

melibatkan pertimbangan teoretis tentang struktur error dalam pengukuran.

3. *System Usability Scale (SUS)*

Suatu produk perlu diukur penggunaannya yang meliputi kegunaan sistem, media, atau teknologi pembelajaran yang digunakan. Untuk mengukur efektivitas komponen teknologi atau media yang diintegrasikan penggunaannya ke dalam proses pembelajaran digunakan SUS. SUS dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah menjadi salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi pengalaman pengguna (*user experience*) karena kesederhanaan dan keandalannya. SUS terdiri dari sepuluh pernyataan yang dinilai oleh pengguna untuk memberikan gambaran tentang kegunaan sistem yang diuji meliputi kemudahan penggunaan, konsistensi antarmuka, dan kepercayaan diri pengguna dalam menggunakan sistem. Terdapat 10 pertanyaan bergantian antara positif dan negatif, setiap pernyataan direspon oleh pengguna pada skala Likert 5 poin, dari "Sangat Tidak Setuju" untuk nilai 1 hingga "Sangat Setuju" untuk nilai 5.

Tabel 3.12. Instrumen SUS

No.	Pernyataan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Saya akan menggunakan sistem ini secara sering					
2.	Sistem ini terdapat kerumitan yang tidak perlu					
3.	Sistem ini mudah digunakan					
4.	Saya memerlukan bantuan teknis untuk menggunakan sistem ini					
5.	Fitur dalam sistem ini sudah terintegrasi dengan baik					
6.	Ada terlalu banyak inkonsistensi dalam sistem ini					
7.	Sebagian besar orang akan belajar menggunakan sistem ini dengan cepat					
8.	Sistem ini terasa membingungkan/merepotkan					
9.	Saya merasa percaya diri saat menggunakan sistem ini					
10.	Saya perlu banyak mempelajari dulu sebelum bisa menggunakan sistem ini					

System Usability Scale (SUS) adalah alat yang populer untuk mengukur persepsi kegunaan suatu sistem. Terdiri dari 10 pertanyaan yang dinilai pada skala 100 poin, SUS memberikan gambaran tentang persepsi pengguna terhadap kegunaan suatu

produk atau sistem, seperti aplikasi perangkat lunak, perangkat keras, situs web, atau antarmuka pengguna. Perhitungan skor SUS melibatkan beberapa langkah sederhana dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tilde{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

\tilde{x} : skor rata-rata

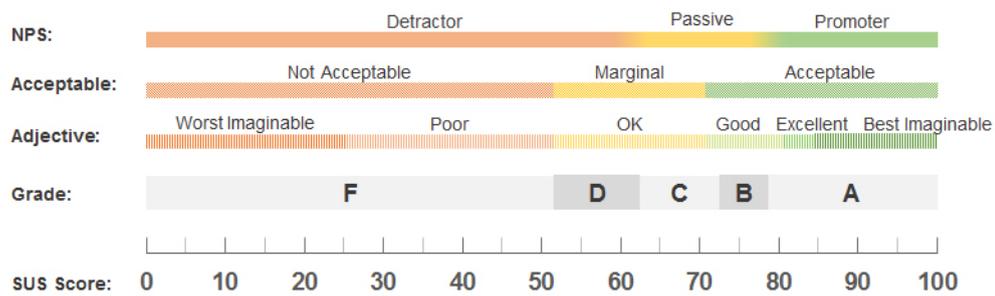
$\sum x$: jumlah skor SUS

n : jumlah responden

Untuk langkah-langkah menghitung skor SUS:

1. Pengisian Kuesioner
Responden mengisi kuesioner yang terdiri dari 10 pertanyaan. Setiap pertanyaan diberi skor pada skala Likert dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju).
2. Penyesuaian Skor
Untuk pertanyaan bernomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9): Kurangi 1 dari skor yang diberikan oleh responden. Sedangkan untuk pertanyaan bernomor genap (2, 4, 6, 8, 10): Kurangi skor yang diberikan oleh responden dari 5.
3. Penjumlahan Skor
Jumlahkan semua skor yang telah disesuaikan dari langkah sebelumnya.
4. Pengalihan ke Skala 0-100
Kalikan total skor yang diperoleh dengan 2.5 untuk mengubahnya menjadi skala 0-100.

Langkah selanjutnya adalah menginterpretasikan skor SUS tersebut kedalam kategori seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Kategori Penilaian SUS (Bangor dkk, 2009)

Dalam menafsirkan penilaian SUS dapat menggunakan 5 pendekatan:

1. Persentil

Skor SUS dapat dikonversi menjadi peringkat persentil. Persentil menunjukkan seberapa baik skor mentah dibandingkan dengan lainnya. Dalam mengetahui persentil dibutuhkan Z-score dengan melibatkan standar deviasi nilai total skor SUS. Z-score adalah nilai standar yang menunjukkan berapa banyak standar deviasi suatu skor berada di atas atau di bawah rata-rata, dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

Keterangan:

X = skor yang dicari nilai persentil

μ = rata-rata skor SUS

σ = standar deviasi

2. Nilai Huruf (*Grade*)

Mirip dengan sistem penilaian di huruf yang dikenal, skor SUS dapat dikonversi menjadi nilai huruf dari A hingga F. Nilai A menunjukkan performa superior, sedangkan F menunjukkan performa yang buruk. Skala ini diatur dalam kurva normal untuk distribusi yang lebih seimbang.

3. Kata Sifat (*Adjective*)

Menggunakan kata sifat untuk menggambarkan pengalaman, seperti "Baik", "Oke", dan "Buruk". Skor di atas 85 dikategorikan sebagai "Luar Biasa", skor sekitar 71 dianggap "Baik", dan skor sekitar 51 dianggap "Oke".

4. Kelayakan atau Penerimaan (*Acceptable*)

Menggunakan istilah "layak" atau "tidak layak" untuk menggambarkan skor SUS. Skor di atas 70 dianggap layak, di bawah 50 dianggap tidak layak, dan antara 50-70 dianggap layak secara marjinal.

5. Promoter dan Detractor

SUS juga berkorelasi dengan *Net Promoter Score* (NPS). NPS digunakan untuk mengukur loyalitas terhadap sebuah produk atau layanan. Promoter cenderung memberikan skor 9 atau 10 dan memiliki rata-rata skor SUS mendekati 81. Detractor memberikan skor 6 atau lebih rendah dan memiliki rata-rata skor SUS sekitar 53 atau lebih rendah. Sedangkan diantaranya diartikan sebagai pasif.

Batasan dari ke-lima pendekatan interpretasi SUS seperti pada Gambar 3.5. terangkum dalam Tabel 3.13.

Tabel 3.13. Batasan nilai interpretasi SUS

Grade	SUS	Percentile range	Adjective	Acceptable	NPS
A+	84.1-100	96-100	Best Imaginable	Acceptable	Promoter
A	80.8-84.0	90-95	Excellent	Acceptable	Promoter
A-	78.9-80.7	85-89		Acceptable	Promoter
B+	77.2-78.8	80-84		Acceptable	Passive
B	74.1 – 77.1	70 – 79		Acceptable	Passive
B-	72.6 – 74.0	65 – 69		Acceptable	Passive
C+	71.1 – 72.5	60 – 64	Good	Acceptable	Passive
C	65.0 – 71.0	41 – 59		Marginal	Passive
C-	62.7 – 64.9	35 – 40		Marginal	Passive
D	51.7 – 62.6	15 – 34	OK	Marginal	Detractor
F	25.1 – 51.6	2– 14	Poor	Not Acceptable	Detractor
F	0-25	0-1.9	Worst Imaginable	Not Acceptable	Detractor

Validitas dan Reliabilitas Instrumen SUS

Penelitian dari Fiandhika dan Kelana (2024), dengan judul *System Usability Scale Validation from The Expert Perspective*, serta penelitian dari Peres dkk (2013), *Validation of The System Usability Scale* (SUS) keduanya menyampaikan hal yang sama yaitu *System Usability Scale* (SUS) adalah alat yang banyak digunakan untuk

mengevaluasi kegunaan sistem, memberikan ukuran cepat dan andal tentang persepsi pengguna terhadap kegunaan suatu produk atau sistem. SUS dirancang untuk menilai kegunaan berbagai sistem, termasuk situs web, perangkat lunak, dan antarmuka manusia-mesin lainnya. SUS terdiri dari 10 item pertanyaan dengan skala Likert lima poin, yang bergantian antara item positif dan negatif untuk mengurangi bias. SUS telah terbukti andal di berbagai ukuran sampel dan jenis antarmuka. Studi melaporkan koefisien reliabilitas yang tinggi (Cronbach's alpha) sebesar 0.91. Skala ini dapat digunakan untuk mengukur dua faktor: kegunaan (8 item) dan kemudahan belajar (2 item), yang keduanya menunjukkan reliabilitas yang memadai. studi membandingkan skor SUS dengan ukuran kegunaan tradisional (misalnya, tingkat penyelesaian tugas tanpa kesalahan) dan menemukan korelasi positif yang signifikan namun kecil ($r = 0.218$, $p = 0.045$). Ini menunjukkan bahwa meskipun SUS dapat memberikan ukuran yang andal tentang persepsi kegunaan, metode lain sebaiknya digunakan untuk evaluasi yang lebih komprehensif. SUS terutama mengukur persepsi pengguna, yang mungkin tidak selalu berhubungan langsung dengan kinerja kegunaan aktual. Ini berarti bahwa meskipun pengguna mungkin menilai sistem sebagai mudah digunakan. Evaluasi ahli SUS adalah alat yang andal dan valid untuk mengukur persepsi kegunaan, sangat berguna untuk evaluasi cepat dan perbandingan antar sistem.