

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori.

Pada penelitian ini tentu saja tidak lepas dari perspektif teoretis yang akan digunakan guna mendukung argumentasi dan membantu dalam menjelaskan tentang fenomena yang diungkap dalam penelitian ini. Beberapa landasan teori yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

2.1.1. Gaya Belajar dan Pembelajaran.

1. Gaya Belajar.

Gaya belajar adalah cara yang kompleks dimana para siswa menganggap dan merasa paling efektif dan efisien dalam memproses, menyimpan dan memanggil kembali apa yang telah mereka pelajari. Pendapat Pertama yaitu menyebutkan bahwa gaya belajar adalah cara yang kompleks dimana pembelajar akan memilih cara tersendiri yang dinilai efektif dan efisien (BlueJurnes & Gurdner, 1995). Gaya belajar merupakan kumpulan karakteristik pribadi yang membuat suatu pembelajaran efektif untuk beberapa orang dan tidak efektif untuk orang lain. Meninjau pendapat kedua, bahwa gaya belajar merupakan kumpulan karakteristik. Artinya gaya belajar ini dipengaruhi oleh karakter pembelajar itu sendiri (Pashler dkk., 2008). Gaya belajar adalah kombinasi dari bagaimana ia menyerap, dan kemudian mengatur serta mengolah informasi. Pendapat ketiga menurut Porter bahwa gaya belajar merupakan kombinasi dari bagaimana menyerap serta mengolah informasi. Sama halnya dengan pendapat pertama yaitu Dunn yang sejatinya adalah mengembalikan kepada pribadi si pembelajar itu tadi (De Porter, 1992).

Dari ketiga pendapat yang telah disebutkan sebelumnya, pada intinya adalah tentang bagaimana diri sendiri menciptakan metode, gaya, yang didukung sikap masing – masing yang tujuannya agar proses belajar menjadi lebih efektif dan efisien. Hal ini sangat mendukung untuk memasuki era *Human-Machine Society*. Artinya

pada saat ini gaya belajar sudah dilakukan secara mandiri. Tentang model gaya belajar ini bervariasi. Namun para peneliti dibidang pendidikan mengelompokkan kedalam 7 tipe gaya belajar (Marcia L dkk, 2022). Gaya belajar yang diketahui diantaranya sebagai berikut:

a. Visual (*Spatial*).

Gaya belajar visual ditandai dengan preferensi siswa untuk belajar dengan menggunakan media gambar, grafik, warna, imajinasi visual, dan spasial. Jika siswa memiliki pemahaman pada media tersebut berarti siswa tersebut memiliki tipe orang dengan gaya belajar visual.

b. Aural (*Auditory*).

Gaya belajar auditory terlihat dari cirinya yaitu merasakan kemudahan dalam memproses informasi dengan baik dan optimal dari berbagai audio yang didengarnya, seperti penjelasan guru, mendengarkan seminar, rekaman suara, radio, dan sejenisnya. Orang yang cocok dengan gaya belajar aural atau auditory ini lebih menyukai mendengarkan ceramah di kelas atau sekedar duduk diam mendengarkan rekaman guru.

c. Verbal (*Linguistic*).

Ciri khas gaya verbal adalah preferensi menggunakan kata. Orang bidang seni sangat menyukai gaya verbal ini, karena sesuai dengan apa yang dipelajari seperti berlatih opera, berpuisi, berdiskusi, orasi, dan melakukan kegiatan pertunjukan lainnya. Orang dengan gaya verbal lebih menyukai model pembelajaran secara berkelompok atau diskusi.

d. Kinestetik (*Physical*).

Gaya belajar kinestetik memiliki korelasi dengan penilaian secara psikomotorik, biasanya ditandai dengan cepatnya menerima dan mengolah informasi dari hal-hal fisik. Misalnya saja sentuhan, kehadiran alat peraga, dan partisipasi diri sendiri dalam proses belajar. Para siswa cenderung merasa perlu untuk mengalami sesuatu secara langsung untuk benar-benar memahami suatu hal.

e. Penalaran (*Logical*).

Biasanya para siswa akan cepat menyadari suatu bentuk pola, dan melihat keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya yang biasanya tidak disadari banyak orang. Rumus pasti adalah favorit bagi para siswa dengan gaya *logical* ini. Sangat cocok bagi para pembelajar yang menekuni dibidang ilmu komputer, pemrograman, data saintis, informatika, dan sejenisnya.

f. Sosial (*inter-personality*).

Gaya belajar interpersonal biasanya ditandai apabila para siswa tersebut memiliki kemampuan sosial yang baik seperti berkomunikasi dengan verbal maupun tulisan. Para siswa akan lebih nyaman berkonsultasi dan diskusi pelajaran bersama guru, maupun teman sekelas.

g. Intra-personal (*Solitary*).

Apakah seseorang suka belajar di keadaan sepi dan menyendiri? bisa jadi seseorang tersebut cenderung punya gaya belajar intrapersonal, yaitu dengan mengerjakan semuanya sendiri, siswa bisa membuat dan mengetahui personal interest dan tujuan. Biasanya siswa lebih senang membaca buku atau belajar dari gadget.

Hal yang perlu diingat bahwa setiap orang tidak hanya mempunyai satu gaya belajar saja, namun ada gabungan gaya belajar misalnya visual dan auditori. Perlu diingat juga, mengidentifikasi gaya belajar yang cocok dengan diri sendiri adalah hal yang penting. Sebelumnya dikenal dengan istilah VARK (*Visual, Auditory, Read/Write, Kinesthetic*) seperti yang banyak diulas oleh para peneliti. VARK adalah dasar dari 7 gaya yang diungkap sebelumnya (Urval dkk., 2014). Namun, penting untuk diingat bahwa dunia pendidikan terus berkembang, dan begitu pula pemahaman akan tentang bagaimana individu belajar. VARK ini juga dibahas dalam buku Neil Fleming pada salah satu penelitian (Faisal, 2019).

Dalam dunia kelas pintar (*smart classroom*) tentu akan ada perangkat khusus untuk mendeteksi gaya belajar para mahasiswanya (Pashler dkk., 2009). Diketahui pula bahwa gaya belajar memang membuktikan dapat mempengaruhi

proses belajar hingga pada tingkat capaian pembelajaran itu sendiri. Kembali pada personalisasi seseorang untuk mempelajari sesuatu perlu pendekatan yang spesifik pada materi, metode, dan media yang digunakan dalam pembelajarannya (Setyosari, 2020).

2. Pembelajaran.

Pembelajaran adalah suatu kegiatan di mana subjek diajarkan untuk menguasai pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Ini juga merupakan proses mengajarkan anak-anak untuk menjadi dewasa dalam pengetahuan, keterampilan, dan sikap (Arikunto, 2014). Pembelajaran juga berarti mengajar siswa dengan menggunakan asas pendidikan dan teori belajar; keduanya merupakan faktor penting dalam keberhasilan pendidikan. Selain itu, pembelajaran dianggap sebagai komunikasi dua arah (Sagala, 2017). Secara umum, pembelajaran didefinisikan sebagai proses sistematis dan disengaja yang dimaksudkan untuk memfasilitasi pemerolehan pengetahuan dan keterampilan, penguasaan kebiasaan dan sikap, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Tujuan utama pembelajaran adalah untuk membantu siswa belajar dengan lebih baik, mengubah perilaku mereka, dan mencapai tingkat keberhasilan terbaik mereka.

Teori pembelajaran tentang sembilan peristiwa pembelajaran (*9 Events of Instruction*) menjelaskan cara-cara untuk membantu siswa belajar. Teori ini menekankan bahwa pembelajaran harus dirancang secara sistematis, dan desain dibuat mencakup elemen-elemen tersebut (Li dkk., 2025). Seorang pendidik sering mengatakan bahwa media sangat penting untuk proses pembelajaran. Ini menunjukkan bahwa materi dalam pengetahuan yang disampaikan, metode dalam cara menggunakan media, dan media itu sendiri adalah satu kesatuan (Hamalik, 2017).

UNESCO mencanangkan 4 Pilar Pendidikan (*learning to know, learning to do, learning to be, dan learning to live together*) yang lebih bersifat filosofis tentang tujuan Pendidikan. Konsep Metode, Materi, dan Media adalah aspek didaktis-metodologis yang mendukung pencapaian pilar-pilar filosofis tersebut. 3 pilar yaitu

Metode, Materi, dan Media adalah landasan filosofis pedagogis untuk komponen operasional yang memungkinkan proses pembelajaran terjadi dan mencapai tujuan seperti Apa yang diajarkan/dipelajari, Bagaimana itu diajarkan/dipelajari, dan Melalui apa itu diajarkan/dipelajari (Darla, 2023).

Dari definisi yang diketahui maka dapat diilustrasikan bahwa pembelajaran memiliki 3 elemen utama dalam prosesnya seperti Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.1, Elemen proses pembelajaran.

Elemen pembelajaran yang seperti tergambar pada Gambar 2.2 merupakan pilar pokok yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Metode adalah cara atau strategi yang digunakan guru untuk menyampaikan materi dan memfasilitasi proses belajar peserta didik. Metode adalah "bagaimana" materi itu disampaikan. Contoh metode pembelajaran meliputi ceramah, diskusi, kerja kelompok, simulasi, studi kasus, penemuan, dan sebagainya.
- Materi adalah isi atau substansi pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang ingin disampaikan kepada peserta didik. Materi adalah "apa" yang harus dipelajari. Materi pembelajaran bisa berupa teks, angka, konsep, prinsip, prosedur, dan lain-lain.
- Media adalah alat atau sarana yang digunakan untuk membantu proses penyampaian materi dan mempermudah pemahaman peserta didik. Media adalah "dengan apa" materi disajikan. Contoh media pembelajaran meliputi buku, papan tulis, proyektor, video, audio, gambar, model, aplikasi interaktif, dan lingkungan belajar itu sendiri.

2.1.2. Dimensi Pembelajaran.

Dalam ranah ilmu pendidikan, pembelajaran tidak hanya dipahami sebagai sebuah proses tunggal, melainkan sebagai fenomena multi-dimensi yang dapat dikategorikan berdasarkan berbagai aspek (Jung, 2011). Konsep dimensi pembelajaran merujuk pada kerangka kerja teoretis yang digunakan untuk mengklasifikasikan atau mengukur pembelajaran dari perspektif yang berbeda. Kerangka ini sangat krusial dalam perancangan kurikulum, implementasi metode pengajaran, dan evaluasi efektivitas, karena memungkinkan para pendidik untuk memahami kompleksitas proses belajar-mengajar secara lebih terstruktur. Secara umum, dimensi pembelajaran dapat dilihat dari beberapa perspektif, yaitu:

1. Dimensi Spasial (Ruang).

Pembelajaran dapat dikategorikan berdasarkan lokasi fisik di mana proses belajar terjadi, seperti di dalam kelas tradisional (*on-campus*), di luar ruangan, atau di lingkungan virtual (*virtual learning*).

2. Dimensi Temporal (Waktu).

Pembelajaran dapat dinilai dari segi waktu, seperti pembelajaran sinkronisasi atau tatap muka langsung, atau daring langsung, atau asinkron kapan saja, di luar waktu yang ditentukan (Sapir & Mizrahi-Shtelman, 2025).

3. Dimensi Interaksi.

Pembelajaran dapat dikategorikan berdasarkan tingkat interaksi, baik antara pendidik dan peserta didik baik interaksi langsung atau tidak langsung, antar sesama peserta didik (kolaborasi), atau interaksi dengan materi.

4. Dimensi Kematangan Teknologi.

Dengan pesatnya perkembangan teknologi, dimensi pembelajaran kini juga mencakup seberapa dalam teknologi diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran, mulai dari penggunaan minimal hingga personalisasi berbasis kecerdasan buatan (AI) (Z. A. Hasibuan et al., 2014).

Meskipun teori-teori ini menyediakan landasan yang kuat, masih terdapat celah dalam upaya mengintegrasikan berbagai dimensi tersebut ke dalam satu model yang

komprehensif, terutama yang berfokus pada tingkat kematangan adopsi teknologi. Model TEMUS (Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, Smart) yang dikembangkan dalam penelitian ini bertujuan untuk menjembatani celah tersebut. Model TEMUS mengadopsi konsep dimensi pembelajaran dengan secara spesifik mengkategorikan tingkat kematangan digitalisasi sebagai spektrum, dan menyediakan kerangka kerja yang terstruktur untuk mengevaluasi posisi pembelajaran dalam spektrum tersebut.

2.1.3. Sistem Informasi Pada Manajemen Pembelajaran

Dalam kajian sistem informasi, pemahaman mendasar tentang istilah "sistem" dan "informasi" adalah krusial. Sistem secara umum didefinisikan sebagai sekumpulan komponen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan bersama (Lowry, 2007). Sistem informasi merupakan kumpulan sejumlah komponen yang saling terkait yang menjalankan sebuah pekerjaan mulai dari mengumpulkan, memproses, menyimpan, sampai dengan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan, koordinasi, kontrol, analisis, dan visualisasi dalam suatu organisasi (McLeod, 2007). Karakteristik utama sebuah sistem meliputi adanya input, proses, output, umpan balik, dan Batasan. Informasi mengurangi ketidakpastian dan mendukung pengambilan keputusan. Dalam konteks informasi pembelajaran, sistem informasi dalam kegiatan pembelajaran menjadi produk pokok yang dihasilkan dari pemrosesan data oleh sistem berbasis komputer (Rainer dkk., 2020).

Manajemen Sistem Informasi Pendidikan, yang juga dikenal sebagai *Education Management Information System* (EMIS), adalah sistem untuk mengumpulkan, menggabungkan, memproses, dan berbagi data dan informasi untuk membantu perencanaan, pengelolaan, dan pengambilan keputusan di bidang pendidikan. Guru, administrator, dan legislator menggunakannya sebagai basis data lengkap tentang data siswa, karyawan, dan sumber daya (Asio dkk., 2022). Sistem informasi pendidikan juga mencakup aspek teknis seperti perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, kemudian aspek organisasi seperti struktur, proses, dan terakhir aspek manusia seperti pengguna, interaksi dalam sebuah pembelajaran (Kisworo, 2016). Teori sistem informasi

memberikan kerangka kerja untuk memahami bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mengelola dan menyampaikan informasi dalam konteks pendidikan (Adenle dkk., 2020).

Implementasi sistem informasi pendidikan tentu saja melibatkan pertimbangan tidak hanya alat-alat teknologi itu sendiri, tetapi juga bagaimana teknologi tersebut diintegrasikan ke dalam lingkungan pembelajaran, bagaimana interaksi antara guru, siswa, dan teknologi terjadi, dan bagaimana data yang dihasilkan dari interaksi tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran (Iglesias-Pradas dkk., 2021). Dalam hal evaluasi pembelajaran, sistem informasi dapat memfasilitasi pengumpulan, penyimpanan, dan analisis data evaluasi, serta menyediakan platform untuk menyampaikan umpan balik kepada pemangku kepentingan (Haleem dkk, 2022).

Integrasi sistem informasi dan pendidikan menuntut pendekatan holistik yang menggabungkan prinsip-prinsip desain sistem dengan teori-teori pembelajaran. Beberapa model sistem informasi pendidikan telah banyak berkembang dari upaya ini, dengan memanfaatkan komponen berteknologi untuk menciptakan kerangka evaluasi yang relevan dengan konteks pembelajaran digital (Aburub & Alnawas, 2019). Pada prinsipnya, pengguna harus membedakan antara sistem yang difokuskan secara langsung pada dukungan proses belajar mengajar dan sistem yang berfungsi untuk keputusan administrasi dan instruksional seperti tertuang dalam gambar 2.1 berikut (Breiter & Light, 2006):



Gambar 2.2, Topologi Sistem Informasi Pendidikan (Breiter & Light, 2006).

Dengan merancang platform evaluasi berdasarkan prinsip-prinsip sistem informasi, maka akan mempermudah memastikan bahwa data evaluasi dikelola dengan efisien, informasi disajikan dengan jelas, dan pemangku kepentingan dapat dengan mudah mengakses dan menggunakan hasil evaluasi untuk pengambilan keputusan.

2.1.4. Konsep Digitalisasi Pembelajaran.

Digitalisasi pembelajaran merujuk pada integrasi teknologi digital ke dalam seluruh aspek proses pendidikan, mulai dari penyediaan materi, metode pengajaran, hingga interaksi dan penilaian. Digitalisasi pembelajaran bukan hanya sekadar memindahkan materi cetak ke format digital, melainkan transformasi fundamental yang memungkinkan pengalaman belajar yang lebih fleksibel, adaptif, dan interaktif (Ellyzabeth dkk, 2022). Secara logis perlunya meninjau pendekatan pedagogi, ini adalah cara yang sangat intuitif dan komprehensif untuk memecah komponen-komponen inti dari proses pembelajaran, baik itu digital maupun konvensional (Mishra & Koehler, 2006). Pendekatan pedagogi tersebut yaitu:

1. Apa yang diajarkan/dipelajari (*Materi/Content*): Ini merujuk pada substansi, informasi, atau pengetahuan yang menjadi objek pembelajaran. Ini adalah isi dari proses edukasi.
2. Bagaimana itu diajarkan/dipelajari (*Metode/Pedagogy/Process*): Ini merujuk pada strategi, pendekatan, atau teknik yang digunakan untuk menyampaikan atau memperoleh Materi. Ini adalah cara interaksi pembelajaran terjadi.
3. Melalui apa itu diajarkan/dipelajari (*Media/Technology/Tools*): Ini merujuk pada alat, platform, atau saluran yang memfasilitasi penyampaian Metode dan Materi. Ini adalah sarana yang digunakan.

Untuk memahami kompleksitas dan efektivitas digitalisasi pembelajaran, penting untuk meninjau beberapa teori pendidikan yang relevan dalam konteks digital.

1. Konektivisme (*Connectivism*)

Teori ini menyatakan bahwa pembelajaran terjadi melalui koneksi dalam jaringan informasi dan pengetahuan. Pengetahuan tidak hanya reside di dalam

pikiran individu, tetapi juga dalam jaringan, basis data, dan organisasi. Digitalisasi memfasilitasi konektivisme dengan menyediakan platform dan alat yang memungkinkan peserta didik untuk terhubung dengan berbagai sumber informasi, ahli, dan sesama pembelajar di seluruh dunia (Siemens dkk., 2019). Konektivisme ini sangat memengaruhi Metode dan Media.

2. Teori Muatan Kognitif (*Cognitive Load Theory* - CLT).

Konsep dasar teori muatan kognitif menjelaskan batasan kapasitas memori kerja manusia saat memproses informasi baru. Teori muatan kognitif mengidentifikasi tiga jenis muatan kognitif yaitu, *intrinsic* (inheren dalam materi), *extrinsic* disebabkan oleh desain instruksional yang buruk, dan *germane* (usaha kognitif untuk membangun skema) (Sweller, 2011). Efektivitas sebuah digitalisasi pembelajaran, yang pada akhirnya akan diklasifikasikan ke dalam implementasinya, sangat dipengaruhi oleh seberapa baik aspek Materi dan Media mematuhi prinsip-prinsip CLT untuk memfasilitasi pemrosesan informasi yang optimal.

3. Teori Pembelajaran Multimedia (*Multimedia Learning Theory*).

Teori Pembelajaran Multimedia berfokus pada bagaimana manusia belajar lebih baik dari kata-kata dan gambar daripada hanya dari kata-kata. Teori ini mengusulkan prinsip-prinsip desain multimedia seperti, prinsip koherensi, segmentasi, redundansi, modalitas, dan sebagainya untuk mengoptimalkan pembelajaran (Mayer, 2024). Pembelajaran digital yang efektif diklasifikasikan ke dalam implementasi yang lebih tinggi, akan menerapkan prinsip-prinsip multimedia untuk memastikan informasi disajikan dengan cara yang paling efisien bagi memori kerja siswa.

4. Kerangka Komunitas Penyelidikan (*Community of Inquiry* - CoI).

Kerangka Komunitas Penyelidikan adalah model konseptual untuk menciptakan pengalaman belajar online yang bermakna melalui interaksi tiga elemen penting: *Teaching Presence* (desain dan fasilitasi instruktur), *Social Presence* (kemampuan peserta didik untuk memproyeksikan diri sebagai orang nyata), dan

Cognitive Presence (sejauh mana peserta didik dapat mengkonstruksi makna melalui diskusi dan refleksi). Kerangka Komunitas Penyelidikan secara fundamental berfokus pada Metode pembelajaran di lingkungan daring. Digitalisasi pembelajaran yang efektif tidak hanya menyediakan teknologi, tetapi juga memfasilitasi interaksi dan kolaborasi yang kaya (Garrison dkk., 2000). Model ini memberikan dasar teoretis untuk mengevaluasi bagaimana Metode pembelajaran digital dapat menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan aktif.

5. Kerangka Pengetahuan Konten Pedagogis Teknologi (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*).

TPACK mengidentifikasi jenis pengetahuan yang dibutuhkan guru untuk mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam pengajaran mereka. Ini adalah persimpangan dari Pengetahuan Teknologi, Pengetahuan Pedagogis, dan Pengetahuan Konten. TPACK secara langsung memengaruhi kualitas Metode dan Materi dalam konteks digitalisasi (Mishra & Koehler, 2006). Sebuah digitalisasi yang efektif, yang dievaluasi melalui elemen pembelajaran dan dikelompokkan dalam dimensi tertentu, akan mencerminkan tingkat TPACK yang tinggi dari pengajarnya, dimana teknologi digunakan secara pedagogis untuk meningkatkan pembelajaran, bukan hanya sebagai alat tambahan.

Dengan demikian digitalisasi pembelajaran, merupakan sebuah fenomena yang cukup kompleks melampaui sekadar penggunaan teknologi. Efektivitasnya sangat ditentukan oleh bagaimana elemen Metode, Materi, dan Media dirancang dan diimplementasikan berdasarkan prinsip-prinsip teoretis seperti yang diuraikan oleh CLT, Teori Pembelajaran Multimedia, Kerangka CoI, dan TPACK. Pemahaman yang mendalam terhadap teori-teori ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi indikator-indikator kunci dalam elemen pembelajaran yang pada akhirnya akan menjadi data masukan bagi model klasifikasi untuk menentukan posisi digitalisasi pembelajaran pada dimensi tertentu seperti pembelajaran tradisional atau pembelajaran cerdas (Richter & Jung, 2023).

2.1.5. Pembelajaran Campuran (*Blended Learning*).

Blended learning, atau pembelajaran campuran adalah sebuah pendekatan formal dalam pendidikan yang menggabungkan pembelajaran tatap muka di kelas dengan pengalaman pembelajaran berbasis daring. Tujuan utamanya adalah untuk memadukan keunggulan dari kedua mode ini, yaitu interaksi sosial dan personal dari pembelajaran tradisional dengan fleksibilitas, personalisasi, dan kontrol dari pembelajaran digital (Miyaji, 2015). *Blended learning* dapat digunakan sebagai jembatan yang logis antara dimensi pembelajaran tradisional dengan digitalisasi pembelajaran. Konsep ini membantu menjelaskan bagaimana institusi pendidikan mulai mengintegrasikan teknologi ke dalam kurikulum mereka tanpa harus beralih sepenuhnya ke lingkungan daring.

Seiring dengan pergeseran paradigma dari pembelajaran konvensional menuju digital, salah satu pendekatan yang paling banyak diadopsi adalah Blended Learning. Pendekatan ini secara metodis memadukan pengalaman pembelajaran tatap muka di kelas dengan komponen pembelajaran berbasis teknologi dan daring. Tujuannya adalah untuk menggabungkan aspek-aspek terbaik dari kedua mode tersebut, memanfaatkan interaksi sosial yang kaya dari pembelajaran tradisional sekaligus menawarkan fleksibilitas, aksesibilitas, dan personalisasi dari teknologi digital.

Blended learning tidak hanya sekadar penambahan teknologi pada pembelajaran tatap muka, melainkan sebuah desain ulang pedagogis yang secara fundamental mengubah peran pengajar dan peserta didik. Terdapat berbagai model implementasi blended learning yang merepresentasikan spektrum integrasi teknologi, antara lain (Garrison & Vaughan, 2008):

1. Model Rotasi: Siswa berotasi antara stasiun belajar tatap muka dan daring secara terjadwal.
2. Model Fleksibel (*Flex Model*): Materi pembelajaran utama disampaikan secara daring, dan pengajar memberikan dukungan tatap muka saat dibutuhkan.
3. Model *A La Carte*: Siswa dapat mengambil mata kuliah daring sebagai tambahan untuk mata kuliah tatap muka.

Setiap model ini mencerminkan tingkat dan cara yang berbeda dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam aspek Metode, Materi, dan Media pembelajaran. Oleh karena itu, kerangka evaluasi yang komprehensif diperlukan untuk mengukur efektivitas dan tingkat kematangan dari beragam implementasi ini. Dengan memahami teori blended learning, dapat ditarik kesimpulan bahwa digitalisasi pembelajaran adalah sebuah spektrum yang memiliki tingkatan, dan penelitian ini hadir untuk menyediakan model evaluasi yang mampu memetakan spektrum tersebut.

2.1.6. Pembelajaran Terbalik (*Flipped Learning*).

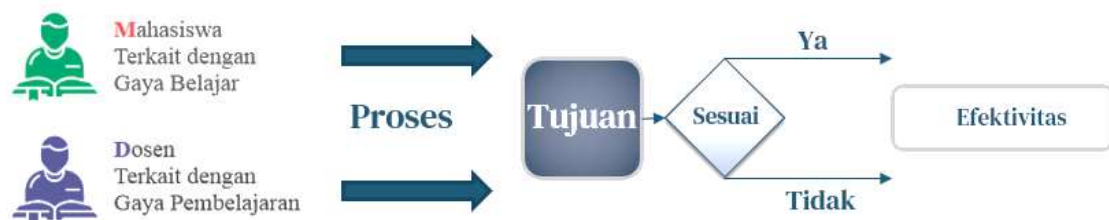
Flipped learning, atau pembelajaran terbalik, adalah model pedagogi di mana penyampaian materi biasanya dalam bentuk video atau bacaan dilakukan di luar jam kelas, sementara waktu di kelas digunakan untuk aktivitas interaktif, pemecahan masalah, dan proyek kolaboratif yang dibimbing oleh pengajar (Fisher dkk., 2024). *Flipped learning* adalah contoh spesifik dari *blended learning* yang berfokus pada metode pembelajaran. Implementasi sangat cocok dengan aspek Metode dan Media dalam model 3M pada penelitian saat ini, karena ia secara eksplisit memanfaatkan media digital video, platform daring untuk mengalihkan aktivitas pasif di luar kelas, sehingga waktu di kelas dapat digunakan untuk metode pembelajaran yang lebih interaktif dan berpusat pada siswa.

2.1.7. Efektivitas Pembelajaran.

Efektivitas pembelajaran merujuk pada sejauh mana tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan tercapai, yang mana siswa memperoleh pengetahuan, mengembangkan keterampilan, dan mampu menerapkan apa yang telah dipelajari dalam konteks yang bermakna (Dunlosky dkk., 2013). Tinjauan penelitian tentang evaluasi efektivitas pembelajaran menyoroti pentingnya menyelaraskan berbagai elemen proses pembelajaran untuk mencapai hasil yang diinginkan (Wang & Hsu, 2010). Demikian pula, sebuah meta-analisis tentang dampak teknologi pendidikan pada hasil membaca menemukan bahwa fitur aplikasi teknologi dapat secara signifikan memengaruhi

pembelajaran siswa, yang menggarisbawahi perlunya mempertimbangkan elemen desain khusus dari teknologi pembelajaran (Haleem dkk., 2022).

Lebih jauh, sebuah studi tentang integrasi model penerimaan teknologi dan model kesesuaian tugas teknologi menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran dipengaruhi oleh manfaat yang dirasakan dan kesesuaian antara teknologi dan tugas pembelajaran (Z. Hasibuan & Selviandro, 2013). Para peneliti juga menekankan pentingnya memahami efek sinergis dari berbagai faktor yang berkontribusi terhadap keberhasilan lingkungan belajar, seperti karakteristik pembelajar, strategi pengajaran, dan inovasi teknologi (Yaw Obeng & Coleman, 2020). Mengukur efektivitas pembelajaran adalah langkah krusial dalam memastikan bahwa proses belajar mengajar berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Arikunto, 2014). Pada gambar 2.3 merupakan gambaran bagaimana penyelarasan dan sinergi pada elemen perspektif Dosen dan Mahasiswa dalam menjalankan implementasi digitalisasi pembelajaran dengan tujuan dan kesesuaian yang sama dapat menentukan efektifitas pembelajaran.



Gambar 2.3, Penyelarasan dan sinergi antar perspektif efektifitas pembelajaran.

Efektivitas pembelajaran merupakan tolok ukur keberhasilan suatu proses atau sistem pembelajaran dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Konsep efektivitas tidak hanya terbatas pada hasil akhir berupa nilai akademik, melainkan juga mencakup aspek-aspek yang lebih luas seperti pemahaman konsep, pengembangan keterampilan, perubahan perilaku, motivasi, kepuasan peserta didik, dan relevansi pembelajaran dengan kebutuhan dunia nyata. Dalam konteks digitalisasi pembelajaran, efektivitas ini juga harus mempertimbangkan bagaimana teknologi memfasilitasi atau menghambat pencapaian tujuan-tujuan tersebut (Joyce & Calhoun, 2024).

Dasar pengukuran efektivitas pada digitalisasi pembelajaran, tentu harus di pahami secara komprehensif. Beberapa perspektif teoretis dapat digunakan diantaranya sebagai berikut:

1. Perspektif Kognitivisme dan Konstruktivisme.

Konsep dasar pada teori kognitivisme yaitu berfokus pada proses mental internal peserta didik, seperti memori, pemecahan masalah, dan pemrosesan informasi. Efektivitas dalam pandangan ini tercermin dari kemampuan siswa untuk memahami, mengingat, dan menerapkan pengetahuan. Sementara itu pada teori konstruktivisme menekankan bahwa peserta didik aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan. Efektivitas di sini terlihat dari kedalaman pemahaman, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan siswa dalam membangun makna (Ertmer & Newby, 2013).

Relevansi dengan digitalisasi pembelajaran efektivitas pembelajaran yang diukur melalui pilar pokok seperti tergambar pada Gambar 2.2 sebelumnya yaitu Metode, Materi, Media, dan ketika dilakukan pengelompokan implementasi pembelajaran akan sangat dipengaruhi oleh bagaimana Materi dan Metode dirancang untuk memfasilitasi proses kognitif dan konstruksi pengetahuan.

2. Taksonomi Tujuan Pembelajaran Bloom (*Bloom's Taxonomy*).

Konsep dasar taksonomi yang dikembangkan oleh Benjamin Bloom ini mengklasifikasikan tujuan pembelajaran ke dalam hirarki mulai dari tingkat terendah hingga tertinggi yaitu, mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), menerapkan (*applying*), menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*). Efektivitas pembelajaran dapat dinilai dari sejauh mana peserta didik mencapai tujuan di berbagai tingkatan taksonomi ini (Eisner, 2000).

Relevansi dengan efektivitas digitalisasi pembelajaran yaitu Taksonomi *Bloom* menyediakan kerangka kerja yang sangat berguna untuk mengukur jenis efektivitas yang dicapai. Pembelajaran digital yang efektif tidak hanya membantu siswa mengingat fakta, tetapi juga mendorong mereka untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. digitalisasi pembelajaran diharapkan mampu

memfasilitasi pencapaian tujuan pembelajaran pada tingkat yang lebih tinggi dalam Taksonomi *Bloom* melalui metode dan materi yang adaptif dan interaktif.

3. Motivasi dan Keterlibatan Peserta Didik (*Engagement*).

Konsep dasarnya adalah meskipun bukan teori tunggal, motivasi dan keterlibatan (*engagement*) adalah faktor krusial dalam menentukan efektivitas pembelajaran. Peserta didik yang termotivasi dan terlibat aktif cenderung menunjukkan hasil belajar yang lebih baik, persistensi yang lebih tinggi, dan kepuasan yang lebih besar. Teori-teori seperti *Self-Determination Theory* atau *Flow Theory* sering digunakan untuk memahami pendorong motivasi dan pengalaman optimal (Lee & Reeve, 2012).

Relevansi dengan digitalisasi pembelajaran adalah dalam lingkungan digital, desain Media dan Metode memainkan peran vital dalam memicu dan mempertahankan motivasi serta keterlibatan. Efektivitas digitalisasi pembelajaran juga diukur dari sejauh mana ia berhasil menciptakan lingkungan yang mendorong siswa untuk terlibat secara kognitif, emosional, dan perilaku. Digitalisasi pembelajaran seringkali dirancang untuk meningkatkan keterlibatan melalui personalisasi, interaktivitas, dan aksesibilitas yang tinggi, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada efektivitas pembelajaran.

2.1.8. Model Evaluasi Pembelajaran.

Untuk mengevaluasi seberapa efektif digitalisasi pembelajaran, model klasifikasi menggabungkan elemen utama seperti metode, materi, dan media ke dalam dimensi digitalisasi pembelajaran seperti *Traditional*, *Enhance*, *Mobile*, *Ubiquitous*, dan *Smart*. Model-model ini menggabungkan gagasan penting dari berbagai model evaluasi pembelajaran yang telah mapan. Teori-teori ini memberikan fondasi teoretis untuk evaluasi sistematis, identifikasi berbagai tingkat dampak, dan mempertimbangkan proses dan produk pembelajaran. Kerangka penelitian terbaru ini, yang komprehensif, terorganisir, dan relevan untuk konteks digitalisasi, dibuat dengan bantuan pemahaman model-model ini.

1. Model Evaluasi *Kirkpatrick* (1959).

Model Kirkpatrick adalah salah satu model evaluasi pelatihan yang paling dikenal, mengukur efektivitas dalam empat level, diantaranya: Reaksi (tingkat kepuasan peserta), Pembelajaran (peningkatan pengetahuan atau keterampilan), Perilaku (perubahan perilaku di tempat kerja), dan Hasil (dampak nyata pada organisasi) (Rucks dkk., 2024)(Taggart dkk., 2024). Terlepas dari kenyataan bahwa Model *Kirkpatrick* berpusat pada pelatihan secara keseluruhan, prinsip pengukurannya yang bertingkat membantu dalam menunjukkan tingkat evolusi digitalisasi. Ini berkaitan dengan penilaian digitalisasi pembelajaran. Konsep "*Reaksi*" di pilar pokok pembelajaran mengacu pada komponen media dan metode, serta cara pengguna berinteraksi dan menanggapi proses pembelajaran dan platform. Sebaliknya, tujuan akhir yang ingin dicapai melalui efektivitas digitalisasi adalah tingkat pembelajaran dan hasil.

2. Model Evaluasi *Scriven* (1967).

Michael Scriven memperkenalkan konsep evaluasi formatif dilakukan selama pengembangan untuk perbaikan dan sumatif dilakukan di akhir untuk menilai kualitas secara keseluruhan. *Scriven* juga menekankan pentingnya evaluasi yang *goal-free*, di mana evaluator menilai dampak yang tidak terduga di samping tujuan yang ditetapkan (Scriven, 2007). Scriven lebih berorientasi pada dampak atau efek yang dihasilkan oleh suatu program atau kegiatan. Konsep dasar Model Scriven diantaranya, Evaluasi Formatif yang berfokus pada perbaikan proses selama program berlangsung. Evaluasi Sumatif yang berfokus pada penilaian hasil akhir atau dampak program. Evaluasi Bebas Tujuan (*Goal-Free Evaluation*) dengan prinsip evaluator tidak dibatasi oleh tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Evaluator bebas menyelidiki semua aspek program untuk menemukan dampak yang tidak terduga atau hasil yang menarik (Scriven, 2007) (Karimi, 2023).

3. Model Evaluasi CIPP (*Context, Input, Process, Product*) (Stufflebeam, 1960-an).

Model Evaluasi Capaian Pembelajaran Stufflebeam atau yang lebih dikenal dengan Model CIPP. Model ini menawarkan pendekatan yang komprehensif untuk mengevaluasi program atau kegiatan pembelajaran. Model CIPP adalah singkatan dari *Context, Input, Process, Product*. Model ini dikembangkan oleh Daniel L. Stufflebeam dan bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas suatu program, bukan hanya pada hasil akhir, namun juga pada proses dan konteks pelaksanaannya (Dizon, 2023). Keunggulan Model CIPP yaitu, Komprehensif, meliputi semua aspek penting dalam evaluasi program. Keterbatasan Model CIPP yaitu, Kompleks, membutuhkan waktu dan sumber daya yang cukup untuk melaksanakan semua tahap evaluasi. Subjektif, beberapa aspek evaluasi, seperti penilaian kualitas, dapat bersifat subjektif (Yüksel, 2023) (Caley dkk, 2021).

4. Model Evaluasi Instruksional ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

Model ADDIE adalah salah satu model pengembangan pembelajaran yang populer dan sering digunakan dalam berbagai konteks pendidikan dan pelatihan. Evaluasi dalam model ADDIE tidak hanya dilakukan pada akhir proses, tetapi terintegrasi dalam setiap tahapan. Setiap tahap memiliki tujuan dan aktivitas evaluasi yang spesifik. Prinsipnya kurang lebih sama seperti model lainnya, hanya saja tujuan yang berbeda. Model evaluasi ADDIE memberikan pendekatan yang terstruktur dan komprehensif untuk menilai efektivitas program pembelajaran. Aspek yang digunakan sangat kompleks, sehingga perlu fokus yang lebih mendalam. Dengan melakukan evaluasi secara sistematis pada setiap tahap, maka akan dapat memastikan bahwa program pembelajaran yang dirancang mencapai tujuan yang diinginkan dan memberikan manfaat bagi peserta didik. ADDIE adalah kerangka kerja generik yang digunakan oleh perancang instruksional dan pengembang pelatihan. Meskipun lebih fokus pada proses pengembangan pembelajaran, fase "Evaluasi" dalam ADDIE sangat penting dan seringkali mengacu pada model evaluasi lainnya. (Spatioti dkk., 2022) (Tu dkk., 2021).

5. Model Evaluasi Gaya Belajar Felder-Silverman (1988).

Model ini mengklasifikasikan gaya belajar siswa berdasarkan empat dimensi: Aktif/Reflektif, Sensoris/Intuitif, Visual/Verbal, dan Sekuensial/Global. Meskipun bukan model evaluasi, ini berfokus pada bagaimana mahasiswa belajar paling efektif (Hidayat dkk., 2023). Meskipun Model Felder-Silverman tidak secara langsung menjadi model evaluasi efektivitas, pemahamannya tentang berbagai gaya belajar siswa memengaruhi aspek "Metode" dan "Materi" dalam pilar pokok. Efektivitas digitalisasi sangat bergantung pada seberapa baik "Metode" dan "Materi" menerima berbagai gaya belajar. Digitalisasi pembelajaran dapat dikategorikan ke dalam dimensi digitalisasi yang lebih tinggi, seperti ubiquitous atau smart yang adaptif, jika mampu memenuhi berbagai gaya belajar. Menurut model ini, aspek peserta didik harus dipertimbangkan saat menilai kelengkapan dan adaptabilitas aspek metode, materi, dan media.

6. *Quality Matters* (QM).

Quality Matters adalah rubric yang banyak digunakan untuk menilai dan meningkatkan desain kursus pembelajaran online dan blended. Meskipun lebih berupa serangkaian standar dan pedoman, QM secara implisit berlandaskan pada model kualitas yang berfokus pada desain kursus yang efektif, terstruktur, dan berpusat pada peserta didik. Standar-standar QM mencakup aspek seperti tujuan pembelajaran, penilaian, materi dan aktivitas, interaksi, teknologi, dukungan peserta didik, dan aksesibilitas. QM sangat relevan karena membahas aspek desain dan implementasi pembelajaran digital yang secara langsung memengaruhi Metode, Materi, dan Media (3M). Sebagai contoh standar QM tentang "Materi Pembelajaran" akan memberi konteks pada bagaimana materi digital yang baik seharusnya dievaluasi. QM juga secara tidak langsung menginspirasi gagasan tentang tingkatan kualitas mirip dengan apa yang dibahas mengenai tingkatan TEMUS dalam penelitian ini, di mana kursus yang memenuhi lebih banyak standar QM dianggap lebih berkualitas.

7. *e-Learning Maturity Model (eMM)*

eMM, atau model kematangan e-learning, menilai tingkat kematangan atau evolusi e-learning dalam suatu institusi. Ini seringkali melibatkan berbagai dimensi seperti tata kelola, pengembangan konten, pengiriman, dukungan, dan evaluasi, dengan tingkatan dari inisial hingga optimalisasi (Almaiah & Alyoussef, 2019) (Marshall, 2012). Model ini sangat dekat dengan konsep Dimensi dalam penelitian ini. eMM secara langsung membahas bagaimana sebuah institusi atau program "berkembang" dalam implementasi e-learningnya, mirip dengan bagaimana dalam penelitian ini menggambarkan siklus atau tingkatan digitalisasi pembelajaran. eMM berfokus pada kematangan institusional, sedangkan model yang dirancang pada penelitian ini berfokus pada klasifikasi efektivitas spesifik dari suatu implementasi pembelajaran digital berdasarkan aspek Metode, Materi, dan Media, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kematangan institusi.

8. *Success Factors for E-learning*

Banyak penelitian empiris yang mengidentifikasi faktor-faktor penentu keberhasilan atau efektivitas *e-learning*. Meskipun bukan model tunggal dengan nama tertentu seperti *Kirkpatrick*, hasil-hasil penelitian ini seringkali mengelompokkan faktor-faktor tersebut ke dalam kategori seperti, faktor teknologi, faktor pedagogi, faktor pengguna, dan faktor institusional (Alhabeeb & Rowley, 2018) (Selim, 2007). Faktor-faktor ini bisa secara langsung dihubungkan dengan Aspek pada penelitian ini yaitu Metode, Materi, dan Media (3M). Seperti contoh pada faktor pedagogi bisa sangat relevan dengan Metode, faktor konten dengan Materi, dan faktor teknologi dengan Media. Artinya dalam penelitian ini merupakan penyederhanaan dan fokus dari berbagai faktor keberhasilan yang telah diidentifikasi dalam literatur *e-learning*, yang kemudian digunakan untuk klasifikasi ke dimensi pembelajaran.

9. *Technology Acceptance Model (TAM)*

Model ini utamanya berfokus pada faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan dan penggunaan teknologi oleh pengguna seperti, *perceived usefulness* dan *perceived ease of use*. Meskipun bukan model evaluasi efektivitas pembelajaran secara langsung, penerimaan teknologi adalah prasyarat penting untuk efektivitas di lingkungan digital (Granić, 2022) (Santally dkk., 2020). Aspek Media dalam 3M pada penelitian ini bisa sangat dipengaruhi oleh prinsip-prinsip TAM. Jika media pembelajaran digital sulit digunakan atau tidak dianggap bermanfaat oleh Dosen dan Mahasiswa, maka efektivitasnya akan terganggu, yang mungkin akan menempatkannya di dimensi pembelajaran yang lebih rendah. Model yang akan dikembangkan dalam penelitian ini dapat memperoleh pemahaman tentang penerimaan teknologi dari model TAM adalah penting dalam menilai kualitas aspek "Media" yang kemudian berkontribusi pada klasifikasi dimensi pembelajaran.

10. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)*

Model UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) adalah model teoritis yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana pengguna menerima dan menggunakan teknologi. Model ini menjelaskan bahwa niat dan penggunaan teknologi dipengaruhi oleh empat variabel utama: harapan kinerja, harapan usaha, pengaruh sosial, dan kondisi fasilitas (Bessadok & Hersi, 2025). UTAUT merupakan turunan dari TAM. Oleh karena itu pada penelitian ini juga dipengaruhi model UTAUT dengan menyoroti pentingnya dalam menilai aspek Media yang digunakan dalam digitalisasi pembelajaran.

2.1.9. **Machine Learning.**

Machine Learning adalah cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data, mengidentifikasi pola, dan membuat keputusan atau prediksi dengan intervensi manusia yang minimal. Berbeda dengan pemrograman tradisional di mana aturan secara eksplisit diatur, *Machine Learning* memungkinkan

mesin untuk belajar dari pengalaman data dan meningkatkan kinerjanya seiring waktu (Mitchell, 1997). Dalam konteks pendidikan, ML telah banyak diaplikasikan untuk berbagai tujuan, seperti memprediksi performa siswa, personalisasi pembelajaran, atau mengidentifikasi gaya belajar (Coelho & Silveira, 2017).

Dalam ranah pembelajaran mesin, proses mengevaluasi model klasifikasi merupakan komponen penting dalam penilaian pembelajaran. Pembelajaran terbimbing, khususnya, bergantung pada penggunaan fungsi objektif yang mencerminkan kinerja model pada tugas yang diinginkan (Hidayat dkk., 2023). Selama pengembangan model, berbagai aspek seperti arsitektur, hiperparameter, dan pendekatan pelatihan ditentukan berdasarkan kinerja yang diukur pada set validasi. Setelah model difinalisasi, kinerjanya kemudian diestimasi pada set pengujian terpisah (Arifin dkk., 2023). Mengevaluasi kinerja model klasifikasi sangat penting, karena memberikan wawasan tentang efektivitas model dan memandu penyempurnaan lebih lanjut. Tentu saja dalam melakukan pemodelan klasifikasi harus memiliki sifat data yang sesuai, 2 tipe data berikut ini yang kerap digunakan dalam pemodelan klasifikasi (Power, 2015).

1. Pendekatan *Supervised Learning* untuk Evaluasi Pembelajaran.

Pendekatan supervised learning dalam konteks evaluasi pembelajaran merupakan sebuah inovasi yang menarik. Dengan memanfaatkan kekuatan algoritma pembelajaran mesin, maka akan dapat mengolah data pembelajaran secara lebih mendalam dan objektif. Pendekatan supervised learning menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi evaluasi pembelajaran. Namun, penerapannya perlu dilakukan dengan hati-hati dan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk kualitas data, pemilihan algoritma, dan interpretasi hasil.

2. Pendekatan *Unsupervised Learning* untuk Evaluasi Pembelajaran.

Pendekatan unsupervised learning dalam evaluasi pembelajaran menawarkan cara yang berbeda untuk menggali informasi dari data tanpa memerlukan label atau target yang spesifik. Metode ini sangat berguna untuk menemukan pola-pola tersembunyi, mengelompokkan siswa, atau mengidentifikasi anomali dalam data

pembelajaran. *Unsupervised learning* menawarkan perspektif yang berbeda dalam evaluasi pembelajaran. Dengan kemampuannya untuk menemukan pola-pola tersembunyi, metode ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Penting untuk diingat bahwa *supervised learning* dan *unsupervised learning* saling melengkapi. Dalam banyak kasus, kombinasi keduanya dapat memberikan hasil yang lebih baik. Pemilihan metrik kinerja dalam mengevaluasi model klasifikasi sangat penting, karena setiap metrik menekankan aspek yang berbeda dari proses klasifikasi. Beberapa metrik yang umum digunakan meliputi presisi, *recall*, skor F1, akurasi, dan area di bawah kurva karakteristik operasi penerima (De Diego dkk., 2022). Misalnya, presisi mengukur proporsi positif sejati di antara semua prediksi positif, sementara *recall* berfokus pada proporsi positif sejati di antara semua positif aktual dalam kumpulan data. Pada sisi lain skor F1 adalah rata-rata harmonis presisi dan *recall*, yang memberikan ukuran kinerja model yang seimbang (Ferrer, 2023).

Beberapa teknik klasifikasi yang sering digunakan dalam pemodelan evaluasi pembelajaran pendidikan tinggi. Teknik-teknik ini sangat berguna untuk mengategorikan data pembelajaran, memprediksi hasil belajar, dan mengidentifikasi pola-pola yang berguna untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

1. Decision Tree.

Pohon keputusan adalah model yang merepresentasikan serangkaian keputusan dalam bentuk struktur seperti pohon. Setiap node internal mewakili atribut misalnya, nilai ujian tengah semester, setiap cabang mewakili nilai atribut, dan setiap daun mewakili kelas atau label misalnya, lulus atau tidak lulus. Kelebihannya adalah, mudah dipahami dan diinterpretasikan, dapat menangani data numerik dan kategorikal, dan tidak memerlukan banyak persiapan data. Sedangkan kekurangannya yaitu rentan terhadap *overfitting*, terutama pada data yang bising, dan Performanya dapat menurun jika terdapat banyak atribut yang saling berkorelasi (Shao dkk., 2022).

Algoritma ini sangat efektif untuk mengidentifikasi aturan keputusan (misalnya, "jika Metode X dan Media Y, maka kelasnya Z"). *Decision Tree* ini sangat relevan dengan penelitian yang akan dilakukan karena dapat mengungkap kombinasi spesifik dari aspek 3M yang paling berkontribusi terhadap setiap dimensi TEMUS. Interpretasi yang jelas ini sangat penting untuk memberikan saran praktis bagi pemangku kepentingan di bidang pendidikan.

2. Random Forest.

Random Forest adalah *ensemble learning method* yang terdiri dari banyak pohon keputusan. Setiap pohon dibuat dengan menggunakan sampel data yang berbeda secara acak dan subset fitur yang berbeda. Hasil akhir diperoleh dengan melakukan voting mayoritas dari semua pohon. Kelebihannya yaitu, kinerja yang sangat baik pada berbagai jenis data. Robust terhadap overfitting. Dapat menangani data dengan dimensi tinggi. *Random Forest* adalah metode ansambel yang membangun sejumlah besar *Decision Tree* secara acak. Algoritma ini mengatasi kelemahan *Decision Tree* (yaitu, rentan terhadap overfitting) dan meningkatkan akurasi serta stabilitas model secara signifikan. Kekurangan dari *random forest* sendiri yaitu, model dapat menjadi kompleks dan sulit diinterpretasikan. Membutuhkan komputasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pohon keputusan tunggal (Nachouki, 2022).

Pada penelitian yang akan dilakukan, dengan membangun banyak "aturan keputusan," Random Forest mampu menangani data yang kompleks dan tidak terstruktur dengan baik, seperti data dari kuesioner. Kemampuannya untuk menangani data yang hilang dan memberikan metrik penting fitur (*feature importance*) juga sangat menguntungkan, karena dapat menunjukkan aspek 3M mana yang paling dominan dalam menentukan klasifikasi ke dimensi TEMUS.

3. Support Vector Machine.

SVM adalah algoritma yang mencari hyperplane terbaik untuk memisahkan data menjadi dua kelas atau lebih. Hyperplane ini memaksimalkan margin antara data

dari kelas yang berbeda. Kelebihannya yaitu, sangat efektif untuk data yang dapat dipisahkan secara linear dan mampu menangani data dengan dimensi tinggi. SVM adalah algoritma yang sangat kuat dalam menemukan batas keputusan (decision boundary) yang optimal untuk memisahkan kelas, terutama dalam ruang berdimensi tinggi. Hal tersebut menjadikannya sangat efektif untuk mencapai akurasi klasifikasi yang tinggi. Selain itu memiliki kinerja yang baik pada data dengan jumlah sampel yang sedikit. Kekurangannya yaitu, sulit untuk memilih kernel yang tepat, dan kinerja dapat menurun jika terdapat banyak noise dalam data (Anggrawan dkk., 2023). SVM cenderung menjadi model "kotak hitam" (*black box*). Model ini sulit untuk diinterpretasikan, artinya tidak mudah untuk menjelaskan mengapa sebuah data diklasifikasikan ke dalam dimensi TEMUS tertentu. Pada pemrosesan dengan algoritma ini tidak dapat dengan mudah mengekstrak aturan yang jelas atau mengukur seberapa penting setiap aspek (Metode, Materi, Media) dalam proses klasifikasi. Namun demikian dapat juga dipertimbangkan dalam penelitian yang akan dilakukan ini.

4. K-Nearest Neighbor.

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah salah satu algoritma klasifikasi yang paling sederhana dan intuitif dalam machine learning. Algoritma ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa suatu data baru akan memiliki kelas yang sama dengan sebagian besar data terdekatnya. Kelebihan K-NN yaitu, sederhana dan mudah dipahami dan diimplementasikan. Tidak memerlukan asumsi distribusi data tertentu. Dapat memberikan hasil yang baik pada banyak masalah klasifikasi. Kekurangan K-NN yaitu, dapat menjadi lambat untuk dataset yang besar karena harus menghitung jarak ke semua data pelatihan. Sensitif terhadap Data: Kinerja sangat bergantung pada kualitas data pelatihan. Memilih nilai K yang optimal sangat penting dan bisa mempengaruhi hasil. Kinerja dapat menurun pada dataset dengan dimensi yang sangat tinggi (*curse of dimensionality*) (Onyema dkk., 2022).

KNN adalah algoritma berbasis instans yang beroperasi pada prinsip bahwa objek yang serupa cenderung berada dalam kedekatan satu sama lain. Dalam konteks

evaluasi pembelajaran, ini berarti bahwa RPS atau respon Dosen/Mahasiswa yang memiliki karakteristik serupa pada aspek 3M (Metode, Materi, Media) kemungkinan besar akan memiliki tingkat kematangan (dimensi TEMUS) yang sama. Algoritma ini sangat cocok untuk data yang tidak memiliki asumsi distribusi yang kompleks. Karena data evaluasi pembelajaran seringkali bersifat non-linear dan kontekstual, KNN menawarkan pendekatan yang intuitif untuk mengklasifikasikan RPS atau respon individu berdasarkan kemiripan dengan "tetangga" terdekatnya.

2.1.10. Implementasi Algoritma Klasifikasi.

Penggunaan algoritma *machine learning* untuk tujuan klasifikasi dalam bidang pendidikan merupakan pendekatan yang terus berkembang. Berbagai studi telah membuktikan efektivitas algoritma seperti Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, dan K-Nearest Neighbor (KNN) dalam mengatasi beragam masalah, mulai dari prediksi kinerja siswa hingga identifikasi gaya belajar.

Menyoroti pentingnya penilaian pelatihan daring yang efektif dan pembelajaran yang dipersonalisasi, didorong oleh peralihan ke platform digital selama pandemi, membuat ide untuk mengusulkan solusi yang menggabungkan visualisasi data dan model pembelajaran mesin, khususnya menggunakan Decision Tree dan Random Forest untuk mengatasi tantangan pelacakan dan analisis data pelatihan karyawan serta memberikan rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan menjadi sangat krusial (Wiratman & Wella, 2024).

Pembelajaran daring telah menjadi metode pembelajaran utama, terutama bagi para profesional, karena fleksibilitasnya dan pertumbuhan konten yang eksponensial. Namun, kelimpahan konten ini seringkali membuat peserta didik kewalahan, sehingga sulit menemukan konten yang sesuai dengan tingkat pengetahuan spesifik mereka, yang mengakibatkan pemborosan waktu dan pembelajaran yang tidak efektif. Sistem rekomendasi yang ada seringkali tidak mengklasifikasikan konten berdasarkan tingkat pengetahuan pengguna. Sehingga diperlukan mengusulkan kerangka kerja cerdas yang menggunakan pembelajaran mesin, khususnya pengklasifikasi Random Forest, untuk

mengklasifikasikan konten e-learning berdasarkan tingkat kesulitannya (pemula, menengah, lanjutan) dan merekomendasikan konten yang sesuai kepada pengguna (Thomas & Chandra, 2020).

Pada kasus berbeda yaitu dalam hal peningkatan prediksi kinerja mahasiswa di pendidikan tinggi, dengan mengintegrasikan *Random Forest Classifier* (RFC) dan algoritma optimasi meta-heuristik dapat memberikan wawasan berbasis data kepada para pendidik untuk intervensi yang tepat waktu dan mengurangi tingkat putus sekolah, yang pada akhirnya meningkatkan pengalaman pendidikan secara keseluruhan (Ma, 2024).

Hal serupa pada masalah kinerja mahasiswa pada kasus pendekatan penambahan data, khususnya dengan mengintegrasikan teknik optimasi baru dengan *Random Forest Classifier* (RFC). Ide dengan membangun sebuah kerangka kerja juga dapat menyajikan temuan-temuan penting terkait prediksi kinerja siswa menggunakan *Random Forest Classifier* (RFC) yang disempurnakan dengan pengoptimal inovatif (Chen & Jin, 2024).

Studi-studi ini menunjukkan bahwa algoritma seperti Random Forest, SVM, Decision Tree, dan KNN adalah pilihan yang solid dan teruji untuk tugas-tugas klasifikasi dalam konteks pendidikan. Relevansi dan keefektifan mereka dalam memetakan pola-pola rumit menjadi dasar yang kuat bagi pemilihan algoritma dalam penelitian ini untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan digitalisasi pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengadopsi metodologi yang valid, tetapi juga memperluas penerapannya ke dalam domain evaluasi digitalisasi yang inovatif.

2.1.11. Aspek Metode, Materi, dan Media (3M) dalam Digitalisasi Pembelajaran.

Dalam upaya untuk menyederhanakan dan mengobjektivasi evaluasi efektivitas digitalisasi pembelajaran, penelitian ini mengusulkan kerangka Aspek 3M, yang terdiri dari Metode, Materi, dan Media. Ketiga aspek ini dipilih karena secara fundamental merepresentasikan komponen kunci yang membentuk pengalaman pembelajaran digital dan secara langsung memengaruhi kualitas serta. Dasar perolehan aspek 3M adalah perpaduan antara prinsip-prinsip pedagogi dasar, komponen inti desain instruksional, dan elemen-elemen praktis yang terbukti krusial dalam menentukan efektivitas setiap inisiatif

digitalisasi pembelajaran. Dasarnya adalah Apa yang diajarkan/dipelajari, Bagaimana itu diajarkan/dipelajari, dan Melalui apa itu diajarkan/dipelajari.

Aspek 3M ini akan berfungsi sebagai variabel masukan bagi model *machine learning* untuk mengklasifikasikan suatu implementasi digitalisasi pembelajaran ke dalam Dimensi TEMUS yang relevan.

1. Aspek Metode (*Pedagogy/Approach*).

Aspek Metode mengacu pada strategi pedagogis, pendekatan pengajaran, dan interaksi yang diterapkan dalam proses pembelajaran digital. Ini mencakup bagaimana pembelajaran difasilitasi, jenis aktivitas yang mendorong partisipasi, dan peran pengajar serta peserta didik dalam lingkungan digital (Sun dkk., 2024). Kualitas metode sangat menentukan sejauh mana pembelajaran menjadi interaktif, kolaboratif, dan berpusat pada peserta didik. Metode digitalisasi pembelajaran merujuk pada desain interaksi pembelajaran yang difasilitasi oleh teknologi, termasuk strategi penyampaian, jenis komunikasi, aktivitas kolaboratif, mekanisme umpan balik, dan peran aktif peserta didik (Outhwaite dkk., 2020).

Dalam konteks digitalisasi, metode pembelajaran berkembang menjadi lebih beragam, meliputi penggunaan *blended learning*, *flipped classroom*, pembelajaran berbasis proyek daring, kolaborasi virtual, atau *self-paced learning* melalui platform *e-learning* (Aburub & Alnawas, 2019). Evaluasi efektivitas digitalisasi perlu menilai apakah metode yang dipilih sudah sesuai dengan karakteristik teknologi, memungkinkan interaksi yang kaya, dan mendorong keterlibatan aktif siswa. Metode digital yang efektif harus mampu memanfaatkan potensi teknologi untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih adaptif, interaktif, dan inklusif.

Mengevaluasi aspek metode memastikan bahwa teknologi tidak hanya digunakan sebagai "tren gaya" atau "tempelan", tetapi benar-benar mengubah dan meningkatkan cara pembelajaran disampaikan dan difasilitasi, serta bagaimana siswa belajar.

2. Aspek Materi (*Content/Resources*).

Aspek Materi berkaitan dengan konten pembelajaran dan sumber daya yang disediakan dalam format digital. Ini mencakup tidak hanya informasi yang disampaikan, tetapi juga cara penyajiannya, kualitas, dan kesesuaiannya dengan tujuan pembelajaran (Maybee, 2018). Materi yang efektif harus relevan, akurat, mudah diakses, dan menarik secara visual maupun konseptual. Materi digitalisasi pembelajaran adalah semua informasi, pengetahuan, dan sumber daya belajar yang disajikan dalam format elektronik, termasuk teks, gambar, audio, video, simulasi, dan tautan eksternal (Oliveira et al., 2021).

Dengan digitalisasi, materi pembelajaran bertransformasi dari format cetak menjadi beragam format digital, seperti e-book interaktif, video pembelajaran, simulasi, *augmented reality* (AR), *virtual reality* (VR), modul daring, hingga *open educational resources* (OER). Evaluasi efektivitas digitalisasi harus menilai kualitas materi digital akurat, relevan, *up-to-date*, aksesibilitasnya, interaktivitasnya, dan kemampuannya untuk mendukung berbagai gaya belajar (Asio dkk., 2022). Materi digital yang baik dapat memperkaya pemahaman siswa, memfasilitasi visualisasi kompleks, dan menyediakan sumber daya belajar yang lebih dinamis.

Mengevaluasi aspek materi memastikan bahwa konten yang disajikan melalui media digital tidak hanya tersedia, tetapi juga berkualitas tinggi, relevan, dan dirancang untuk memaksimalkan potensi teknologi dalam memfasilitasi pemahaman dan penguasaan konsep.

3. Aspek Media (*Platform/Technology*).

Aspek Media merujuk pada platform teknologi, perangkat keras, dan perangkat lunak yang digunakan sebagai sarana penyampaian dan fasilitas pembelajaran digital (Tatnall, 2020). Media merupakan infrastruktur teknis yang memungkinkan interaksi antara dosen, materi, dan mahasiswa, serta mendukung implementasi metode pembelajaran (Gil-Flores dkk., 2017). Kualitas media sangat memengaruhi pengalaman pengguna dan kelancaran proses pembelajaran. Media digitalisasi pembelajaran adalah platform teknologi seperti,

LMS, aplikasi mobile, *platform video conference*), perangkat keras seperti, komputer, *smartphone*, *VR headset*), dan perangkat lunak pendukung yang digunakan untuk menyajikan materi dan memfasilitasi metode pembelajaran.

Dalam era digital, media pembelajaran mencakup Learning Management Systems (LMS) seperti Moodle atau Canvas, aplikasi konferensi video (Zoom, Google Meet), perangkat lunak simulasi, platform kolaborasi daring, podcast, video tutorial, dan berbagai alat berbasis web atau aplikasi. Evaluasi harus mengukur ketersediaan, stabilitas, kemudahan penggunaan (*usability*), fungsionalitas, dan relevansi media yang digunakan. Media digital yang efektif harus mendukung interaksi yang lancar, memungkinkan aksesibilitas yang luas, dan memperkaya pengalaman belajar dengan fitur-fitur multimedia (Gadi dkk., 2022).

Mengevaluasi aspek media memastikan bahwa infrastruktur dan alat teknologi yang digunakan memadai, andal, dan mendukung metode serta penyampaian materi secara optimal, sehingga tidak menjadi penghambat, melainkan fasilitator pembelajaran.

Pendekatan 3M ini dipilih sebagai landasan evaluasi karena ketiga aspek ini merupakan komponen fundamental dan saling terkait dalam setiap proses pembelajaran. Kualitas digitalisasi pembelajaran hanya dapat dinilai secara komprehensif apabila ketiga aspek ini dipertimbangkan secara bersamaan. Misalnya, metode pembelajaran yang inovatif tidak akan efektif tanpa dukungan materi yang relevan yang disajikan melalui media yang sesuai. Oleh karena itu, kerangka 3M menyediakan lensa holistik untuk menganalisis efektivitas implementasi teknologi dalam pendidikan, yang kemudian akan dipetakan ke dalam tingkat kematangan TEMUS dalam penelitian ini.

Jika dilakukan pemetaan berdasarkan kelompok kesesuaian gaya belajar seperti tercantum pada sub-bab 2.1.2 sebelumnya kedalam aspek Metode, Materi, dan Media sesuai definisi yang diperoleh, maka bisa dilihat pemetaan kelompok seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1, Pemetaan kelompok kesesuaian gaya belajar pada aspek Metode, Materi, dan Media (3M).

Gaya Belajar	Metode yang Sesuai	Materi yang Sesuai	Media yang Sesuai
Auditori	Diskusi, presentasi, ceramah, rekaman audio	Materi yang melibatkan suara, seperti puisi, lagu, drama	Podcast, rekaman audio, alat musik
Visual	Demonstrasi, peta pikiran, grafik, diagram	Materi yang banyak menggunakan gambar, diagram, grafik, peta	Video, presentasi visual, buku bergambar
Kinestetik	Praktikum, eksperimen, role-playing, simulasi	Materi yang melibatkan aktivitas fisik, seperti proyek, permainan, olahraga	Alat peraga, laboratorium, alat olahraga
Verbal	Diskusi, debat, menulis, membaca	Materi yang banyak menggunakan kata-kata, seperti teks, puisi, artikel	Buku, majalah, kamus, perangkat lunak pengolah kata
Logika	Pemecahan masalah, analisis data, eksperimen	Materi yang bersifat abstrak, konseptual, dan logis	Grafik, tabel, diagram, software simulasi
Sosial	Diskusi kelompok, kerja sama, bermain peran	Materi yang berkaitan dengan interaksi sosial, seperti studi kasus, permainan kelompok	Ruang kelas, ruang diskusi, platform online untuk berkolaborasi
Intra-personal	Refleksi diri, jurnal, proyek individu	Materi yang bersifat pribadi, seperti biografi, filsafat	Buku harian, ruang tenang, alat refleksi diri

2.1.12. Dimensi Digitalisasi Pembelajaran *Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous*, dan *Smart* (TEMUS).

Pengembangan Dimensi TEMUS ini terinspirasi dari konsep model kematangan (*maturity models*) yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen proses dan teknologi seperti *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) dalam pengembangan perangkat lunak. Dalam konteks pendidikan, konsep ini telah diadaptasi

menjadi *e-Learning Maturity Model* (eMM), yang menggambarkan tahapan progresif adopsi dan integrasi e-learning dalam suatu institusi, mulai dari penggunaan dasar hingga optimalisasi penuh (Garbin dkk., 2022).

TEMUS mengadaptasi prinsip-prinsip model kematangan ini untuk fokus pada bagaimana teknologi diterapkan dan memengaruhi pengalaman belajar itu sendiri. Setiap dimensi dalam TEMUS merefleksikan evolusi paradigma teknologi dan pedagogi dalam pendidikan, di mana penggunaan teknologi tidak hanya sebagai alat bantu, melainkan sebagai elemen yang secara fundamental membentuk dan mengubah lingkungan serta proses pembelajaran. Penjelasan yang dapat difahami dari kelima dimensi tersebut yaitu:

1. Pembelajaran Tradisional (*Traditional Learning*).

Traditional learning adalah dimana pembelajaran masih bersifat native. Sumber resource bersifat tertutup dan hanya bergantung pada sosok guru. Waktu belajar juga dilakukan pada saat yang telah ditentukan, dan sifatnya terikat waktu atau istilahnya sudah terjadwal secara terstruktur (Oussous dkk., 2023). Model tradisional ini sudah dilakukan sejak dahulu kala. *Traditional Learning* pada era jaman penjajahan di Indonesia dengan dibuktikan munculnya istilah Sekolah Rakyat. Disisi lain *Traditional Learning* ini dapat juga dilakukan di tempat atau ruang berbeda dengan cara yang sama. Mungkin bisa saja bersifat personal namun tetap membutuhkan sosok pendampingan guru (Hidayat dkk., 2023).

2. Pembelajaran yang dikembangkan (*Enhance Learning*).

Pembelajaran yang dikembangkan atau dikenal dengan *E-Learning* ini mulai mengenal teknologi penunjang yang dijadikan alat bantu dalam belajar. Belajar sudah mulai menggunakan perangkat – perangkat digital seperti alat hitung kalkulator, komputer, *Overhead Projector* (OHP). Munculnya digitalisasi menciptakan *platform* perangkat lunak (*software*) belajar seperti LMS, MOOC, Email, *Repository*, *Library* dan masih banyak lagi. *E-Learning* muncul saat teknologi jaringan dan komunikasi berkembang (Saba, 2012). Jaringan yang terhubung baik lokal maupun publik sangat penting untuk dapat menjalankan proses pembelajaran ini. Teknologi jaringan LAN,

MAN, atau WAN merupakan hal yang wajib ada di kampus untuk dapat mengimplementasikan *E-Learning* ini. Secara garis besar *E-Learning* sendiri merupakan model pembelajaran yang dilakukan secara tradisional, namun interaksinya sudah menggunakan teknologi informasi (Ezzaim dkk., 2024)(Rahmah dkk., 2022).

3. Pembelajaran Seluler (*Mobile Learning*).

Pada dasarnya *Mobile Learning* atau disingkat *M-Learning* ini hasil pengembangan dari model *E-Learning*. Perbedaannya terletak pada kemampuan teknologi penunjang yang dipakai. Para pengguna media belajar banyak yang menggunakan teknologi komunikasi seperti *smartphone*. Perkembangan teknologi jaringan yang begitu pesat membuat platform pembelajaran turut serta beradaptasi mengikuti perkembangan tersebut. Dengan memanfaatkan jaringan saluran komunikasi, pembelajaran sangat dimungkinkan dilakukan dengan jarak jauh. Beberapa keutamaan yang bisa diketahui bersama diantaranya, yaitu (1) Peserta didik dapat mengakses konten pendidikan sesuai dengan kenyamanan mereka, yang sangat berguna bagi para profesional yang bekerja dan pelajar dengan jadwal padat. (2) Penggunaan elemen multimedia dan interaktif dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan efektif. (3) Pembelajaran mobile dapat mengurangi biaya yang terkait dengan pendidikan tradisional, seperti perjalanan dan akomodasi. (4) *Mobile learning* mendorong pembelajaran berkelanjutan dan pengembangan keterampilan, memudahkan individu untuk tetap mengikuti pengetahuan dan tren terbaru. Pembelajaran mobile mewakili pergeseran signifikan dalam cara pendidikan disampaikan dan diterima, memanfaatkan teknologi untuk membuat pembelajaran lebih mudah diakses, fleksibel, dan menarik (Ellis, 2022)(Althunibat, 2015).

4. Pembelajaran Kapanpun (*Ubiquitous Learning*)

Istilah *Ubiquitous* sendiri bermakna ada dimanapun, kapanpun, dan bebas. Ini merupakan dampak dari model sebelumnya yaitu *Mobile Learning*. Hal ini disebabkan efek dari penggunaan perangkat *smartphone* yang mana perangkat tersebut sering kerap menempel pada keseharian para pembelajar. Kapanpun dan

dimanapun mereka berada, dengan perangkat *smartphone* yang mereka gunakan akan menjadi sarana belajar. Namun sejauh mana sebenarnya peran teknologi dapat optimal pada model Ubiquitous ini, masalah tersebut masih perlu dikaji ulang. Mengingat sebelumnya dalam model pembelajaran yang semula memang terkonsentrasi pada teknologi, pada akhirnya pembelajaran dikembalikan kepada manusianya itu sendiri (Sam dkk., 2020).

5. Pembelajaran Cerdas (*Smart Learning*).

Pembelajaran Cerdas atau *Smart Learning* ini adalah sebuah model yang hanya akan terbentuk ketika model sebelumnya sudah berjalan yaitu *Ubiquitous Learning*. Pembelajaran Cerdas sendiri merupakan hasil dari implementasi *Ubiquitous Learning* dimana setiap proses yang pada awalnya dilakukan mesin dikembalikan lagi kepada unsur manusia itu sendiri. Maksudnya adalah setiap teknologi maupun sistem informasi yang telah digunakan dalam pembelajaran, itu semua akan melakukan data *record*, menganalisisnya, kemudian berubah menjadi *knowledge* / pengetahuan baru (Oliveira dkk., 2021). Karakteristik dan teknologi penunjang sama dengan *Ubiquitous Learning*, tetapi didalam Pembelajaran Cerdas peran *artificial intelligence* sangat dominan. Pada intinya pembelajaran itu dikembalikan kepada si pembelajar sendiri secara bebas, dengan bantuan teknologi *artificial intelligence* inilah para siswa mendapatkan feedback pengetahuan yang lebih berkembang lagi (Min-allah & Alrashed, 2020).

Mengacu pada definisi 5 dimensi yang diperoleh yaitu *Traditional*, *Enhance*, *Mobile*, *Ubiquitous*, dan *Smart* (TEMUS), maka jika selanjutnya dapat dilakukan pemetaan kesesuaian antara dimensi dengan aspek yang sebelumnya di bahas pada sub-bab 2.1.7 dalam Tabel 2.1 yaitu Metode, Mater, dan Media yang sesuai dengan 5 dimensi tersebut. Pada Tabel 2.2 berikut ini merupakan gambaran pemetaan kesesuaian pada 5 dimensi TEMUS terhadap aspek 3M.

Tabel 2.2, Pemetaan kesesuaian dimensi TEMUS terhadap aspek 3M.

Dimensi TEMUS	Karakteristik Utama Dimensi	Kesesuaian Metode	Kesesuaian Materi	Kesesuaian Media
1. <i>Traditional</i> (Tradisional)	Pembelajaran konvensional, tatap muka, teknologi minimal, penekanan pada penyampaian informasi satu arah.	Metode pengajaran dominan tatap muka, ceramah. Interaksi siswa-dosen terbatas di kelas. Penilaian umumnya berbasis kertas/ujian akhir.	Materi utama berupa buku cetak, modul fisik. Kurikulum statis, konten disampaikan secara linear.	Penggunaan teknologi sangat minim atau tidak ada. Tidak ada platform LMS yang terintegrasi.
2. <i>Enhance</i> (Peningkatan)	Mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan pembelajaran konvensional, mendukung aksesibilitas dan efisiensi.	Metode tatap muka ditambah dengan Penggunaan alat digital. Pengiriman tugas/pengumuman melalui email/LMS dasar. Penilaian menggunakan kuis online sederhana.	Materi digital tersedia sebagai pelengkap. Materi masih dominan statis, kurang interaktif.	Penggunaan Learning Management System (LMS) dasar. Alat komunikasi digital (email). Perangkat dasar (komputer, proyektor).
3. <i>Mobile</i> (Bergerak)	Memanfaatkan perangkat seluler untuk mendukung pembelajaran kapan saja dan di mana saja, mendorong fleksibilitas.	Metode memungkinkan akses belajar di luar kelas/waktu formal. Diskusi/kolaborasi bisa dilakukan di luar kelas melalui aplikasi seluler. Penilaian formatif melalui kuis di perangkat seluler.	Materi dirancang untuk perangkat seluler (mobile-responsive). Konten multimedia yang dapat diakses di smartphone. Ukuran file materi disesuaikan untuk mobile data.	Dominasi penggunaan aplikasi seluler khusus (m-learning apps) atau LMS yang mobile-friendly. Perangkat utama yang digunakan siswa/dosen adalah smartphone atau tablet. Konektivitas internet yang mendukung mobilitas.

Dimensi TEMUS	Karakteristik Utama Dimensi	Kesesuaian Metode	Kesesuaian Materi	Kesesuaian Media
4. <i>Ubiquitous</i> (Tersebar Luas)	Pembelajaran terjadi secara seamless di berbagai konteks dan lingkungan, dengan teknologi terintegrasi di mana-mana, relevan dengan kehidupan nyata.	Metode mengintegrasikan lingkungan fisik dan digital. Pembelajaran berbasis proyek yang memanfaatkan lingkungan sekitar. Umpan balik dan adaptasi pembelajaran berdasarkan konteks lokasi/waktu.	Materi kaya konteks dan personalisasi lokasi. Konten yang diperbarui secara dinamis berdasarkan data sensor/lokasi. Akses materi tanpa batas geografis.	Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT), sensor, perangkat wearable. Integrasi teknologi ke lingkungan fisik (kelas, kampus, kota). Jaringan yang stabil dan luas mendukung konektivitas di mana saja.
5. <i>Smart</i> (Cerdas)	Lingkungan belajar yang cerdas dan adaptif, memanfaatkan AI, data besar, dan analitik untuk personalisasi mendalam, umpan balik adaptif, dan pembentukan pengetahuan baru.	Metode pengajaran sangat personal dan adaptif berdasarkan profil pelajar. Intervensi pedagogis berbasis kecerdasan buatan (AI). Penilaian adaptif dan diagnostik otomatis.	Materi secara dinamis disesuaikan dengan kebutuhan dan gaya belajar siswa. Konten dihasilkan atau disesuaikan oleh AI. Materi yang memicu pembentukan pengetahuan baru berdasarkan interaksi siswa.	Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dan Machine Learning (ML) dominan. Sistem analitik data besar untuk melacak perilaku dan performa belajar. Platform yang mampu memberikan umpan balik real-time yang sangat personal dan adaptif. Otomatisasi proses belajar-mengajar.

Berikutnya adalah pemetaan pada gaya belajar yang digunakan untuk dikelompokkan berdasarkan dimensi TEMUS, berikut Tabel 2.3 untuk hasil pengelompokan gaya belajar dengan kesesuaian dimensi TEMUS.

Tabel 2.3, Pemetaan kesesuaian gaya belajar dengan dimensi TEMUS.

Gaya Belajar	Dimensi TEMUS yang Sesuai	Alasan Keterkaitan
Auditori	Enhance, Mobile	Pembelajaran berbasis audio seperti podcast, audiobook, atau video pembelajaran dapat mengakomodasi gaya belajar auditori. Dimensi Enhance dan Mobile menyediakan fleksibilitas dalam mengakses materi pembelajaran melalui perangkat audio.
Visual	Enhance, Smart	Materi visual seperti infografis, video animasi, atau simulasi sangat cocok untuk pembelajar visual. Dimensi Enhance memungkinkan penggunaan teknologi untuk menyajikan materi secara visual yang menarik, sementara dimensi Smart dapat memberikan personalisasi visual berdasarkan preferensi masing-masing individu.
Kinestetik	Mobile, Ubiquitous	Pembelajaran yang melibatkan aktivitas fisik dan pengalaman langsung sangat sesuai untuk pembelajar kinestetik. Dimensi Mobile memungkinkan pembelajaran melalui aplikasi yang interaktif, sedangkan dimensi Ubiquitous memungkinkan pembelajaran terjadi di mana saja dan kapan saja, misalnya melalui permainan edukasi atau simulasi virtual.
Verbal	Tradisional, Enhance, Smart	Pembelajar verbal menyukai pembelajaran yang melibatkan kata-kata dan diskusi. Dimensi Tradisional seperti ceramah dan diskusi kelompok dapat mengakomodasi gaya belajar ini. Dimensi Enhance dan Smart memungkinkan penggunaan alat bantu seperti forum diskusi online atau chatbot untuk meningkatkan interaksi verbal.

Gaya Belajar	Dimensi TEMUS yang Sesuai	Alasan Keterkaitan
Logika	Smart, Ubiquitous	Pembelajar logis menyukai pembelajaran yang berbasis logika dan analisis. Dimensi Smart memungkinkan penggunaan AI untuk memberikan soal-soal latihan yang disesuaikan dengan kemampuan individu, sementara dimensi Ubiquitous memungkinkan akses ke berbagai sumber informasi dan data untuk analisis lebih lanjut.
Inter-personal	Enhance, Mobile, Ubiquitous	Pembelajar interpersonal menyukai pembelajaran yang melibatkan interaksi sosial. Dimensi Enhance memungkinkan penggunaan platform kolaborasi online, sedangkan dimensi Mobile dan Ubiquitous memungkinkan pembelajaran bersama kapan saja dan di mana saja.
Intra-personal	Mobile, Smart	Pembelajar intrapersonal lebih suka belajar mandiri dan reflektif. Dimensi Mobile memungkinkan pembelajaran mandiri melalui aplikasi pembelajaran, sedangkan dimensi Smart dapat memberikan personalisasi pembelajaran berdasarkan preferensi dan kecepatan belajar individu.

2.2. Tinjauan Pustaka.

Digitalisasi pembelajaran telah menjadi topik sentral dalam pendidikan tinggi, terutama pasca-pandemi, mendorong pergeseran paradigma dari metode tradisional ke format digital yang lebih adaptif dan komprehensif. Untuk memahami secara mendalam efektivitas implementasi digitalisasi ini, berbagai penelitian telah dilakukan, berfokus pada beragam aspek mulai dari model kematangan digital, pemanfaatan teknologi canggih seperti *Machine Learning*, hingga evaluasi dampak dan persepsi. Tinjauan pustaka ini akan mengelompokkan penelitian-penelitian relevan yang menjadi fondasi bagi penelitian ini, mengidentifikasi kontribusi dan kesenjangan yang ada, serta memposisikan orisinalitas penelitian ini.

2.2.1. Model Kematangan Digital dalam Pendidikan.

Sejumlah penelitian telah berupaya mendefinisikan dan mengevaluasi tingkat kematangan digital dalam berbagai konteks pendidikan. (Outhwaite dkk., 2020) dalam studinya mengusulkan pendekatan metodologis baru untuk mengevaluasi dampak implementasi intervensi pendidikan, menekankan perlunya pemahaman mendalam tentang "bagaimana" suatu intervensi bekerja melampaui sekadar "apakah berhasil". Meskipun tidak spesifik pada digitalisasi, fokusnya pada evaluasi implementasi menjadi relevan dalam memahami kompleksitas adopsi teknologi. Senada, (Langseth dkk., 2023) membahas peran unit pendukung dalam transformasi digital dan mengusulkan sebuah model kematangan digital, menunjukkan pentingnya kerangka kerja terstruktur untuk menilai kesiapan dan kemajuan institusi. Sementara itu, (Oussous dkk., 2023) mengevaluasi solusi pembelajaran adaptif open source menggunakan model kematangan *Open-BRR*, memberikan wawasan tentang kualitas dan fitur teknis platform pembelajaran digital.

Kontribusi dari kelompok penelitian ini adalah pengakuan akan pentingnya model kematangan dalam transformasi digital pendidikan, serta upaya untuk mengevaluasi implementasi atau solusi teknologi. Namun, keterbatasan utama yang teridentifikasi adalah bahwa model-model ini cenderung bersifat konseptual seperti yang dilakukan penelitian (Alhaj dan Sharah, 2020), berfokus pada tingkat institusi atau evaluasi produk/solusi perangkat lunak tertentu, bukan pada implementasi digitalisasi pembelajaran secara holistik pada tingkat mata kuliah dengan mempertimbangkan multi-perspektif. Selain itu, mereka belum memanfaatkan potensi *Machine Learning* untuk klasifikasi kematangan secara otomatis dan objektif.

2.2.2. Pemanfaatan *Machine Learning* dalam Pembelajaran Digital.

Perkembangan *Machine Learning* (ML) dan *Deep Learning* telah membuka jalan baru untuk analisis dan personalisasi dalam pendidikan. (Changzhi dkk., 2025) menunjukkan potensi besar *Transformer* models dan *adversarial training* dalam perencanaan jalur belajar personalisasi di pendidikan tinggi, menegaskan bagaimana

Machine Learning dapat mengadaptasi dan merekomendasikan konten berdasarkan perilaku siswa. Dalam konteks yang berbeda, (Ferreira dkk., 2025) mengembangkan kerangka kerja *deep learning* (yolo-v8 + SVM) untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat keterlibatan siswa dalam pembelajaran jarak jauh secara real-time.

Kontribusi dari penelitian ini sangat signifikan dalam menunjukkan kemampuan ML untuk melakukan personalisasi dan klasifikasi pada aspek-aspek spesifik pembelajaran digital, yang sangat relevan dengan dimensi "*Smart Learning*". Namun, celah yang ada adalah bahwa penerapan ML dalam studi ini masih terfokus pada tugas-tugas spesifik (personalisasi jalur atau deteksi keterlibatan individu) dan bukan pada pengembangan model klasifikasi holistik untuk mengukur tingkat kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran secara keseluruhan pada suatu mata kuliah atau institusi.

2.2.3. Pendekatan Evaluasi Hasil dan Faktor Pendorong dalam Pembelajaran Digital.

Beberapa studi telah mengevaluasi dampak digitalisasi pembelajaran dari perspektif hasil belajar atau faktor-faktor yang memengaruhinya. (Ababneh dkk., 2023) membandingkan hasil akademik antara mode pembelajaran konvensional dan online, memberikan wawasan empiris tentang dampaknya pada nilai siswa. Penelitian (Saba, 2012) mengeksplorasi implikasi sistem *e-learning* dan efikasi diri terhadap hasil siswa menggunakan pendekatan model jalur (*path analysis*), mengidentifikasi faktor-faktor seperti kualitas sistem dan informasi yang memengaruhi kepuasan dan perilaku belajar. Sementara itu, (Oliveira et al., 2021) mengusulkan kerangka kerja berbasis model untuk mengevaluasi proses hasil pembelajaran, yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif pada personalisasi.

Kelompok penelitian ini memberikan pemahaman tentang pentingnya evaluasi hasil dan faktor-faktor yang memengaruhinya dalam lingkungan digital. Mereka juga menunjukkan metode evaluasi yang bervariasi. Namun, keterbatasannya adalah bahwa fokus utama mereka adalah pada hasil belajar atau faktor-faktor pendorong yang spesifik,

bukan pada evaluasi komprehensif kualitas dan kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran itu sendiri seperti penelitian oleh (Yang et al., 2018). Selain itu, metode evaluasi yang digunakan cenderung bersifat statistik atau analisis hubungan, dan belum mengadopsi Machine Learning untuk klasifikasi tingkat kematangan secara objektif dan multi-perspektif.

2.2.4. Konsep dan Evaluasi *Smart Learning Environments* (SLE).

Konsep "*Smart Learning*" telah menjadi visi masa depan pendidikan. Penelitian oleh (Oliveira dkk., 2021) memperkenalkan sistem *iCollab* yang bertujuan untuk memungkinkan interaksi adaptif, personal, dan context-aware dalam lingkungan pembelajaran cerdas, menunjukkan bagaimana teknologi dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih relevan dan responsif. Sejalan dengan itu, (Yang dkk., 2018) melakukan evaluasi ruang kelas cerdas dari perspektif infusi teknologi ke dalam pedagogi, meskipun hasil survei skala besar mereka menunjukkan bahwa persepsi siswa terhadap pembelajaran cerdas masih rendah, terutama dalam dimensi sumber daya dan peningkatan.

Kontribusi dari studi-studi ini adalah memperdalam pemahaman tentang karakteristik "*Smart Learning*" dan bagaimana teknologi diintegrasikan ke dalam pedagogi. Namun, kesenjangan yang perlu diisi adalah bahwa evaluasi yang dilakukan lebih berfokus pada pembangunan sistem cerdas atau persepsi siswa terhadap lingkungan cerdas, bukan pada pengukuran dan klasifikasi tingkat kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran secara sistematis dan holistik yang mencakup berbagai aspek seperti Metode, Materi, dan Media, serta tidak memanfaatkan *Machine Learning* untuk tujuan klasifikasi ini.

2.3. Tinjauan Kesenjangan Penelitian.

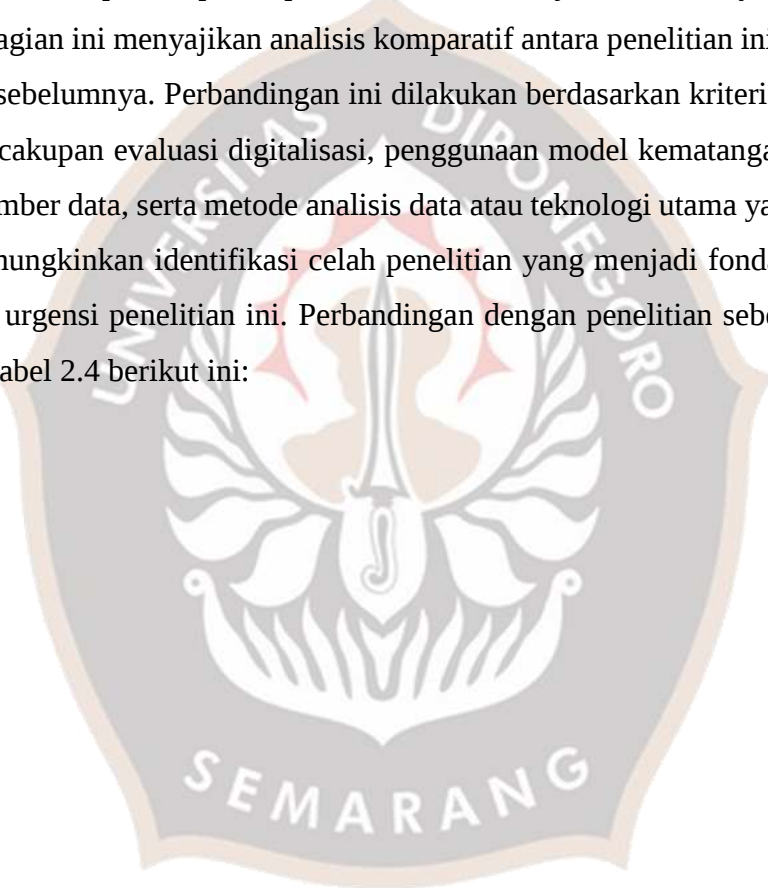
Berdasarkan tinjauan pustaka sebelumnya, teridentifikasi beberapa kesenjangan signifikan yang belum sepenuhnya diatasi oleh penelitian sebelumnya, yang sekaligus menjadi landasan bagi urgensi penelitian ini:

1. Kurangnya model evaluasi holistik dan terstruktur untuk tingkat kematangan digitalisasi pembelajaran. Meskipun ada model kematangan digital dan kerangka evaluasi hasil, namun belum ada model yang secara komprehensif mengintegrasikan aspek Metode, Materi, dan Media (3M) untuk mengevaluasi tingkat kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran secara keseluruhan misalnya, pada tingkat mata kuliah atau program studi, dan memetakannya ke dalam dimensi kematangan yang jelas seperti dalam 5 dimensi yang telah diusulkan dalam penelitian ini yaitu *Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, dan Smart (TEMUS)*.
2. Keterbatasan perspektif dalam evaluasi masih terjadi. Banyak penelitian cenderung berfokus pada satu atau dua perspektif seperti contoh hanya mengevaluasi siswa, atau hanya sebatas evaluasi sistem. Kurangnya integrasi multi-perspektif seperti sisi Dosen, sisi Mahasiswa, dan dan lebih penting dari sisi Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah dalam satu kerangka evaluasi yang sistematis mengakibatkan gambaran yang tidak sepenuhnya utuh mengenai efektivitas digitalisasi pembelajaran.
3. Diketahui bahwa jarang sekali pemanfaatan *Machine Learning* untuk klasifikasi tingkat kematangan implementasi pembelajaran. Meskipun *Machine Learning* telah digunakan untuk tugas-tugas spesifik dalam pendidikan seperti personalisasi atau deteksi keterlibatan, belum ada penelitian yang secara eksplisit memanfaatkan algoritma *Machine Learning* untuk mengotomatiskan klasifikasi karakteristik Metode, Materi, dan Media (3M) ke dalam dimensi kematangan digitalisasi pembelajaran seperti *Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, dan Smart (TEMUS)*. Metode evaluasi yang ada seringkali masih mengandalkan analisis statistik deskriptif atau inferensial, yang rentan terhadap bias subjektif dan kurang efisien untuk data kompleks dan berskala besar.
4. Ditemukan keterbatasan dalam operasionalisasi hubungan antar aspek. Meskipun beberapa studi membahas infusi teknologi ke dalam pedagogi atau kualitas sistem/informasi, belum ada model yang secara eksplisit dan terperinci menguraikan bagaimana setiap aspek dari sisi Metode, Materi, dan Media berkontribusi pada

setiap tingkatan kematangan digitalisasi, dan memberikan panduan yang jelas untuk perbaikan.

2.4. Perbandingan Penelitian Relevan.

Untuk menempatkan posisi penelitian ini secara jelas dan menyoroti kontribusi orisinalnya, bagian ini menyajikan analisis komparatif antara penelitian ini dengan studi-studi relevan sebelumnya. Perbandingan ini dilakukan berdasarkan kriteria kunci seperti fokus utama, cakupan evaluasi digitalisasi, penggunaan model kematangan, aspek yang dievaluasi, sumber data, serta metode analisis data atau teknologi utama yang digunakan, sehingga memungkinkan identifikasi celah penelitian yang menjadi fondasi utama bagi keunikan dan urgensi penelitian ini. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:



SEKOLAH PASCA SARJANA

Tabel 2.4, Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.

No	Penulis - Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Cakupan Evaluasi	Pemodelan	Aspek yang Dievaluasi	Perspektif	Metode dan Teknologi Utama	Batasan
1	(Saba, 2012)	<i>Implications of E-learning systems and self-efficiency on students outcomes: a model approach</i>	Implikasi kualitas sistem e-learning dan efikasi diri terhadap hasil siswa.	Faktor-faktor pendorong hasil elearning (kualitas sistem, kualitas informasi, efikasi diri).	Tidak	Kualitas sistem, kualitas informasi (terkait Media & Materi).	Survei siswa.	Analisis jalur (path analysis).	Hubungan kausal antar faktor penentu pada e-learning terhadap hasil belajar sudah ditentukan, Namun belum ada model yang dapat dijadikan evaluasi dari sudut pandang multi perspektif.
2	(Yang dkk., 2018)	<i>Evaluation of smart classroom from the perspective of infusing technology into pedagogy</i>	Evaluasi ruang kelas cerdas dari perspektif infusi teknologi ke dalam pedagogi.	Persepsi siswa terhadap lingkungan kelas cerdas.	Tidak	Teknologi dalam pedagogi, sumber daya (terkait Metode & Media).	Survei siswa skala besar.	Statistik deskriptif (SPSS).	Fokus pada persepsi siswa untuk smart classroom, Namun belum melihat secara multi perspektif.
3	(Alhaj & Sharah, 2020)	<i>Model-Driven Framework for Evaluating Learning Outcomes Process</i>	Kerangka kerja berbasis model untuk evaluasi proses hasil pembelajaran.	Proses evaluasi hasil pembelajaran.	Tidak	Proses evaluasi (pengumpulan, pemrosesan data, pelaporan).	Data asesmen tidak terstruktur.	<i>Model-driven</i> assessment, automasi parsial.	Membuat model evaluasi klasifikasi, Namun sebatas evaluasi hasil, belum pada pengukuran

No	Penulis - Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Cakupan Evaluasi	Pemodelan	Aspek yang Dievaluasi	Perspektif	Metode dan Teknologi Utama	Batasan
									secara multi perspektif.
4	(Outhwaite dkk., 2020)	<i>A new methodological approach for evaluating the impact of educational intervention implementation on learning outcomes</i>	Pendekatan metodologis baru untuk mengevaluasi dampak implementasi intervensi pendidikan.	Evaluasi proses implementasi intervensi.	Tidak	Proses implementasi (konteks, mekanisme).	Kualitatif dan kuantitatif.	Pendekatan pragmatis dua fase (analisis kualitatif & kuantitatif).	Memiliki kepentingan yang sama dalam evaluasi implementasi pembelajaran menggunakan pendekatan metodologis, Namun bukan pada digitalisasi pembelajaran seperti yang saat ini tengah terjadi di dunia pendidikan.
5	(Oliveira dkk., 2021)	<i>Enabling Adaptive, Personalised, and Context-Aware Interaction in a Smart Learning Environment: Piloting the iCollab System</i>	Pengembangan dan uji coba sistem pembelajaran cerdas (iCollab).	Fitur adaptif dan personalisasi sistem pembelajaran cerdas.	Tidak	Desain sistem dan interaksi adaptif (mirip Media & Metode adaptif).	Studi percontohan sistem.	Desain sistem, piloting.	Model lebih kepada SLE (<i>Smart</i>), Namun untuk dimensi belum dibentuk hanya 1 dimensi.

No	Penulis - Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Cakupan Evaluasi	Pemodelan	Aspek yang Dievaluasi	Perspektif	Metode dan Teknologi Utama	Batasan
6	(Langseth dkk., 2023)	<i>The Role of Support Units in Digital Transformation: How Institutional Entrepreneurs Build Capacity for Online Learning in Higher Education</i>	Peran unit pendukung dalam transformasi digital institusi.	Transformasi digital institusi (kapasitas HEI).	Ya (Model Kematangan Digital)	Konseptual (transformasi, adopsi teknologi).	Wawancara kualitatif (staf/fakultas).	Teori Institusional Baru, analisis kualitatif.	Model Transformasi Digital, Namun belum dibentuk model
7	(Oussous dkk., 2023)	<i>An Evaluation of Open Source Adaptive Learning Solutions</i>	Evaluasi solusi pembelajaran adaptif berbasis <i>open source</i> .	Evaluasi produk/solusi perangkat lunak (<i>Moodle</i>).	Ya (<i>OpenBRR Maturity Model</i>)	Fitur teknis dan fungsionalitas produk (terkait Media & Materi).	Kriteria evaluasi kualitatif & kuantitatif.	Kriteria evaluasi kualitatif & kuantitatif.	Evaluasi digitalisasi pembelajaran yang dilakukan pada sebuah media. Namun aspek seperti metode, dan materi tidak dibahas.
8	(Ababneh dkk., 2023)	<i>Comparison of Academic Results during Conventional and Online Modes of</i>	Perbandingan hasil akademik antara mode pembelajaran konvensional dan online.	Hasil akademik (nilai siswa).	Tidak	Perbandingan mode pembelajaran.	Inferensial t-test, statistik deskriptif.	Inferensial t-test, statistik deskriptif.	Perbandingan hasil belajar baik secara konvensional, maupun digitalisasi,

No	Penulis - Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Cakupan Evaluasi	Pemodelan	Aspek yang Dievaluasi	Perspektif	Metode dan Teknologi Utama	Batasan
		<i>Learning: A Case Study of Two Groups of Saudi University Students</i>							Namun belum membahas secara komprehensif pada tingkat kematangan dalam implementasinya.
9	(Changzhi dkk., 2025)	<i>Personalized learning path planning for higher education based on deep generative models and quantum machine learning: a multimodal learning analysis method integrating transformer, adversarial training and quantum state classification</i>	Perencanaan jalur belajar personalisasi dengan <i>Machine Learning</i> .	Personalisasi jalur belajar individu.	Tidak	Perilaku belajar siswa, data multimodal (terkait Materi & Metode personal).	Data perilaku siswa (teks, audio, video).	Deep Learning (Transformer, adversarial training).	Penggunaan <i>machine learning</i> untuk menentukan jalur belajar individu (personalisasi), Namun belum komprehensif pada tingkat kematangan evaluasi pembelajarannya

SEKOLAH PASCA SARJANA

No	Penulis - Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Cakupan Evaluasi	Pemodelan	Aspek yang Dievaluasi	Perspektif	Metode dan Teknologi Utama	Batasan
10	(Ferreira dkk., 2025)	<i>Development of a framework using deep learning for the identification and classification of engagement levels in distance learning students</i>	Identifikasi dan klasifikasi tingkat keterlibatan siswa menggunakan deep learning.	Deteksi keterlibatan siswa individu.	Tidak	Keterlibatan kognitif, perilaku, emosional siswa.	Data visual siswa.	Deep Learning (YOLOv8, SVM).	Pemodelan klasifikasi menggunakan keterlibatan siswa dan mendukung metode yang dikembangkan, Namun belum melihat perspektif yang lain seperti Guru dan lingkungan belajarnya.

SEKOLAH PASCA SARJANA

2.5. Peta Perjalanan Penelitian.

Perjalanan penelitian mengenai evaluasi digitalisasi pembelajaran telah mengalami evolusi yang signifikan, bergerak dari pembentukan konsep dasar hingga pada kebutuhan akan pendekatan yang lebih komprehensif dan terotomatisasi. Peta perjalanan ini dapat ditelusuri melalui beberapa fase utama, yang masing-masing menghadirkan tantangan dan mendorong inovasi, hingga akhirnya mengarah pada kebutuhan akan model evaluasi seperti yang diusung dalam penelitian ini.

1. Fase Konseptual & Definisi (Pra-2018 Dasar Teori).

Tahapan awal ini berpusat pada pembentukan dasar konseptual dan definisi-definisi fundamental yang membentuk pemahaman kita tentang sistem, informasi, dan lingkungan pembelajaran yang didukung teknologi. Pada periode ini, fokusnya adalah pada penetapan apa itu "sistem" sebagai komponen yang saling berinteraksi (Lowry & Turner, 2007), serta "informasi" dan "sistem informasi" sebagai produk olahan data (Saba, 2012). Selanjutnya, konsep-konsep seperti *Ubiquitous Learning* yang menekankan pembelajaran yang berpusat pada manusia dan *Smart Learning* yang menyoroti peran dominan *Artificial Intelligence* (Min-Allah & Alrashed, 2020) mulai didefinisikan. Kesenjangan yang muncul dari fase ini adalah kebutuhan mendesak untuk menerjemahkan konsep-konsep teoretis ini ke dalam praktik evaluasi yang terstruktur guna mengukur efektivitas dan kematangan implementasinya di dunia nyata.

2. Era Awal Digitalisasi (2018 *E-Learning* / Traditional-Enhance).

Fase ini didominasi oleh implementasi dasar *e-learning* dan fokus pada kualitas sistem awal serta perbandingan antara mode pembelajaran konvensional dan digital. Penelitian pada periode ini, seperti studi (Wang dkk., 2019) yang membandingkan hasil akademik online dan konvensional, atau (Crittenden et al., 2019) dan (Rainer dkk., 2020) yang menganalisis implikasi kualitas sistem terhadap hasil *e-learning*, cenderung mengevaluasi aspek-aspek individual atau perbandingan

langsung. Kesenjangan yang jelas terlihat adalah evaluasi yang masih terfragmentasi, belum holistik pada tingkat implementasi mata kuliah, serta ketergantungan pada metode evaluasi tradisional seperti statistik deskriptif atau inferensial tanpa kerangka kematangan yang komprehensif.

3. Era Lingkungan Cerdas & Integrasi Teknologi Lanjut (2018 - 2019).

Dengan semakin matangnya teknologi, fokus penelitian bergeser ke pengembangan lingkungan pembelajaran cerdas (*smart learning environments*) dan integrasi teknologi yang lebih dalam ke dalam pedagogi. (Oliveira dkk., 2021) mengembangkan sistem pembelajaran cerdas adaptif, sementara (Yang dkk., 2018) mengevaluasi persepsi ruang kelas cerdas dari perspektif infusi teknologi. Meskipun ada inovasi signifikan dalam teknologi, evaluasi pada fase ini masih cenderung terfokus pada persepsi pengguna atau pengembangan sistem tunggal, dan belum mencakup kematangan implementasi secara menyeluruh atau integrasi multi-perspektif yang komprehensif.

4. Era Peningkatan Metodologi Evaluasi & Konsep Kematangan (2020 - 2021).

Pada periode ini, terdapat dorongan kuat untuk mengembangkan metodologi evaluasi yang lebih sistematis dan memperkenalkan konsep kematangan. (Outhwaite dkk., 2020) mengusulkan pendekatan metodologis baru untuk mengevaluasi dampak implementasi intervensi pendidikan. Sementara itu, konsep model kematangan mulai diterapkan dalam konteks evaluasi solusi adaptif *open source* (Oussous dkk., 2023) atau pada tingkat institusional. Namun, kesenjangan yang masih ada adalah kurangnya model kematangan yang spesifik untuk implementasi digitalisasi pembelajaran meliputi Metode, Materi, dan Media di tingkat mata kuliah, serta belum adanya metode otomatis untuk klasifikasi kematangan.

5. Era *Artificial Intelligence / Machine Learning* Lanjut & Otomatisasi Terbatas (2022 - 2023).

Fase terkini ini menyaksikan peningkatan signifikan dalam aplikasi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Machine Learning* (ML) untuk tujuan spesifik dalam

pembelajaran digital. (Langseth dkk., 2023) menerapkan model Transformer untuk personalisasi jalur belajar, (Ferrer, 2023) mengembangkan kerangka berbasis model untuk evaluasi proses hasil pembelajaran dengan automasi parsial, dan (Ferreira dkk., 2025) menggunakan deep learning untuk klasifikasi tingkat keterlibatan siswa. Meskipun kemajuan dalam AI/ML sangat pesat, aplikasinya masih bersifat spesifik dan belum diterapkan secara holistik untuk klasifikasi kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran yang komprehensif, dengan mengintegrasikan aspek 3M dan multi-perspektif.



Gambar 2.3, Peta perjalanan relevansi penelitian.

Berdasarkan peta perjalanan pada Gambar 2.3, penelitian ini menempati posisi yang krusial dengan mengisi kesenjangan yang telah berkembang seiring waktu. Penelitian ini secara unik berfokus pada evaluasi tingkat kematangan implementasi digitalisasi pembelajaran pada tingkat mata kuliah atau program studi melalui pengembangan Model 3M-TEMUS. Hal ini mengisi kebutuhan akan kerangka evaluasi yang mengintegrasikan aspek Metode, Materi, dan Media (3M) secara holistik dan memetakannya ke dimensi kematangan TEMUS (*Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, Smart*). Lebih lanjut, penelitian ini melampaui pendekatan evaluasi tradisional dengan mengadopsi pendekatan multi-perspektif (melibatkan Dosen, Mahasiswa, dan Rencana Pembelajaran Semester / RPS) dan menerapkan algoritma *Machine Learning* (*K-Nearest Neighbor, Random Forest, Decision Tree*) untuk klasifikasi tingkat kematangan secara objektif dan otomatis, yang belum banyak

dieksplorasi dalam konteks ini. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan alat evaluasi yang lebih canggih, efisien, dan komprehensif dalam ekosistem digitalisasi pembelajaran yang terus berkembang.

2.6. Posisi Penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan-kesenjangan tersebut dengan menawarkan sebuah pendekatan inovatif dan komprehensif dalam evaluasi efektivitas digitalisasi pembelajaran. Pengembangan dan posisi penelitian saat ini terletak pada tiga pembahasan utama:

1. Pengembangan Model Evaluasi 3M-TEMUS.

Penelitian ini mengusulkan dan mengembangkan kerangka kerja 3M (Metode, Materi, Media) sebagai aspek input untuk mengevaluasi implementasi digitalisasi, yang kemudian dipetakan ke dalam Dimensi TEMUS (*Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, Smart*) sebagai model kematangan digitalisasi pembelajaran. Model ini menyediakan struktur holistik yang belum ada sebelumnya dalam literatur. Orisinalitas penelitian ini juga terletak pada pengembangan Dimensi Implementasi Digitalisasi Pembelajaran TEMUS (*Traditional, Enhance, Mobile, Ubiquitous, Smart*). TEMUS adalah model klasifikasi baru yang secara progresif mengategorikan tingkat kematangan implementasi digitalisasi, dari yang paling dasar hingga yang paling canggih dan adaptif.

2. Pendekatan Evaluasi Multi-Perspektif.

Untuk memastikan objektivitas dan kelengkapan evaluasi, penelitian ini secara inovatif akan mengintegrasikan data dari tiga perspektif kunci: Dosen, Mahasiswa, dan RPS Mata Kuliah. Pendekatan ini akan memberikan gambaran yang lebih utuh tentang bagaimana digitalisasi pembelajaran diimplementasikan dan diterima dari berbagai sudut pandang. Penelitian ini secara unik menggabungkan data dari Dosen, Mahasiswa, dan RPS Mata Kuliah, menghasilkan evaluasi yang lebih holistik dan representatif dibandingkan dengan studi sebelumnya yang cenderung

fokus pada satu perspektif saja. Integrasi data multi-perspektif ini kemudian diproses oleh model *machine learning* untuk menghasilkan klasifikasi TEMUS yang robust.

3. Teknologi *Machine Learning* untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan (*Maturity Level*)

Paling krusial, penelitian ini akan memanfaatkan kekuatan algoritma *Machine Learning* seperti *K-Nearest*, *Random Forest*, dan *Decision Tree* untuk secara otomatis mengklasifikasikan karakteristik 3M (Metode, Materi, Media) yang diperoleh dari data multi-perspektif ke dalam dimensi TEMUS. Pendekatan berbasis *Machine Learning* ini mengatasi keterbatasan metode evaluasi tradisional yang rentan bias dan tidak *scalable*, sekaligus memberikan solusi yang efisien dan objektif untuk analisis data evaluasi yang kompleks dan besar. Selain itu, penelitian ini akan membandingkan efektivitas algoritma *Machine Learning* yang berbeda.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teori evaluasi digitalisasi pembelajaran melalui model 3M-TEMUS, tetapi juga memberikan solusi praktis berupa model klasifikasi berbasis machine learning yang dapat digunakan oleh institusi pendidikan untuk mengukur, memetakan, dan meningkatkan kualitas implementasi digitalisasi pembelajaran secara objektif dan terukur.

SEKOLAH PASCA SARJANA