



Transformasi Pembelajaran di Era Internet of Things: Suatu Tinjauan Konseptual dalam Perspektif Transformative Learning

Rina Poibe Panjaitan^{1✉}, Ricky Pramono Hasibuan²

Universitas Kristen Indonesia, Indonesia¹, Sekolah Tinggi Teologi HKBP, Indonesia²
e-mail : rinapoibe@gmail.com¹, rickyhasibuan@stt-hkbp.ac.id²

Abstrak

Transformasi digital dalam gereja membuka peluang baru bagi pembelajaran iman yang partisipatif dan reflektif. Artikel ini bertujuan membangun konstruksi konseptual integrasi Internet of Things (IoT) dengan transformative learning (TL) dalam konteks komunitas gereja digital, khususnya HKBP Pardamean. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis studi pustaka dan refleksi kontekstual terhadap praktik pembinaan remaja di gereja tersebut. Hasil menunjukkan bahwa fitur utama IoT seperti konektivitas real-time, umpan balik adaptif, dan visualisasi data mendukung proses TL yang melibatkan refleksi kritis, disorienting dilemma, dan perubahan perspektif belajar. Di HKBP Pardamean, praktik digital-friendly telah memberikan landasan awal untuk integrasi ini, meskipun belum secara sistematis menerapkan prinsip-prinsip pedagogi TL. Artikel ini menawarkan model konseptual yang dapat diterapkan dan direplikasi di komunitas gereja lain untuk membangun ekosistem pembelajaran yang reflektif, kontekstual, dan partisipatif. Integrasi IoT dalam kerangka TL dapat menjadi katalis transformasi spiritual dan pedagogis jika dirancang secara sadar dan humanistik.

Kata Kunci: *Internet of Things, transformative learning, pembelajaran iman, gereja digital*

Abstract

The digital transformation of church-based education offers new opportunities for participatory and reflective faith learning. This article aims to construct a conceptual framework that integrates the Internet of Things (IoT) with transformative learning (TL) in the context of digital church communities, particularly at HKBP Pardamean. Employing a qualitative library research method enriched with contextual reflection, this study identifies key IoT features—real-time connectivity, adaptive feedback, and data visualization—as supportive elements of TL processes such as critical reflection, disorienting dilemmas, and perspective transformation. Findings indicate that HKBP Pardamean's current digital-friendly practices provide a foundational base, although not yet fully aligned with TL pedagogical principles. This article proposes a conceptual model that can be applied and replicated in other faith communities aiming to build reflective, contextual, and participatory learning ecosystems. If designed consciously and humanistically, IoT integration within the TL framework may serve as a catalyst for spiritual and pedagogical transformation.

Keywords: *Internet of Things, transformative learning, faith education, digital church*

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam pendidikan Indonesia tidak hanya terjadi di ruang-ruang kelas formal, tetapi juga menjangkau komunitas keagamaan seperti gereja. Salah satu contoh konkret terlihat di HKBP Pardamean, Distrik V Sumatera Timur, yang telah menerapkan pendekatan digital-friendly dalam pembinaan iman remaja. Melalui pemanfaatan teknologi seperti *live streaming*, pemutaran film kekristenan, penggunaan layar proyektor, dan keterlibatan remaja dalam tim multimedia, gereja ini menunjukkan keterbukaan terhadap media digital sebagai sarana komunikasi iman. Namun, pendekatan ini masih dominan bersifat informatif dan komunikatif satu arah, belum sepenuhnya menyentuh ranah reflektif dan transformasional dalam proses pembinaan. Padahal, sebagaimana dikemukakan Widiyanti et al., keberhasilan pemanfaatan media digital dalam pembelajaran sangat bergantung pada kemampuan untuk menyesuaikan materi dan pendekatan dengan karakteristik peserta didik (Widiyanti et al., 2023, p. 1366). Di HKBP Pardamean, pendekatan digital-friendly masih cenderung bersifat satu arah, sehingga belum sepenuhnya menyentuh dimensi reflektif dan transformatif dalam pembinaan iman.

Pada saat yang sama, Internet of Things (IoT) telah berkembang sebagai sistem teknologi yang menghubungkan perangkat untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara otomatis. Dalam konteks pendidikan, teknologi ini diyakini mampu menciptakan pembelajaran yang personal, adaptif, dan data-driven (Arsana, 2021, p. 196; Mufid & Musafa, 2022, p. 440). Studi oleh Shiddiqi et al. (2020) menunjukkan bahwa IoT dapat mendukung efisiensi dalam manajemen pembelajaran dan pelacakan aktivitas peserta didik secara real-time (Shiddiqi et al., 2022). Sementara itu, Spaho et al. (2025) mengembangkan kerangka Personalized Online Learning (POL) yang memanfaatkan IoT untuk mempersonalisasi konten dan metode belajar berdasarkan data biometrik dan perilaku pengguna (Spaho et al., 2025). Namun, fokus utama dari studi-studi ini masih berada pada optimalisasi teknis, belum pada dimensi pedagogis yang mendalam.

Di sisi lain, pendekatan transformative learning (TL), sebagaimana dikembangkan oleh Jack Mezirow (Mezirow, 1997) dan diperluas oleh Cranton (2016) menawarkan kerangka pedagogis yang menekankan refleksi kritis, disorienting dilemma, dan pembentukan perspektif baru sebagai inti dari proses pembelajaran sejati. Liu (2020) dalam studi mengenai penggunaan ePortfolio, telah menunjukkan bahwa teknologi dapat memfasilitasi transformasi diri jika digunakan untuk refleksi yang terarah. Namun demikian, kebanyakan penelitian TL masih berfokus pada platform digital konvensional (seperti LMS atau e-portfolio), belum secara spesifik mengintegrasikan fitur-fitur khas IoT (seperti sensor, data analitik, dan sistem umpan balik otomatis) ke dalam kerangka TL secara sistematis dan kontekstual. Padahal, menurut Mezirow, inti dari transformative learning adalah terjadinya perubahan dalam kerangka berpikir atau frame of reference, yaitu struktur asumsi dan harapan yang kita gunakan untuk memahami pengalaman (Mezirow, 1997). Transformasi ini mencakup refleksi kritis terhadap keyakinan lama, evaluasi rasional atas perspektif alternatif, dan pengambilan makna baru melalui dialog intersubjektif. Mezirow menekankan bahwa kerangka acuan (*frames of reference*) terbentuk sejak awal kehidupan melalui pengalaman budaya dan sosial, dan kerangka ini cenderung bersifat defensif serta tidak mudah berubah. Oleh karena itu, pembelajaran transformatif membutuhkan kondisi khusus yang memunculkan ketegangan kognitif dan mendorong peserta untuk meninjau ulang asumsi-asumsi dasar mereka (Mezirow, 1997).

Lebih jauh lagi, hampir tidak ada kajian yang menghubungkan secara eksplisit antara transformative learning, Internet of Things, dan konteks pembinaan iman digital di komunitas keagamaan, seperti yang telah dijalankan HKBP Pardamean. Inilah yang menjadi *gap* sekaligus *blind spot* dalam diskursus pendidikan digital dan teologi praktis saat ini: yaitu absennya model konseptual yang menjembatani potensi transformasional teknologi IoT dengan dinamika pembinaan iman yang kontekstual dan partisipatif.

Dari sini masalah penelitian dalam artikel ini dapat dirumuskan sebagai: bagaimana merancang konstruksi konseptual integrasi teknologi IoT dalam kerangka transformative learning untuk menciptakan

proses pembelajaran digital yang reflektif, kontekstual, dan transformatif dalam komunitas gerejawi seperti HKBP Pardamean? Kebaruan (*novelty*) dari kajian ini terletak pada sintesis konseptual yang menghubungkan teori transformative learning dengan implementasi IoT berbasis komunitas gereja. Artikel ini tidak hanya menjembatani teori dan praktik, tetapi juga menyajikan pendekatan baru yang menempatkan teknologi bukan sekadar sebagai alat bantu, melainkan sebagai mediasi pedagogis yang mampu memicu transformasi kesadaran spiritual dan sosial generasi muda dalam ekosistem digital gerejawi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis studi pustaka (*library research*) yang diperkaya dengan refleksi kontekstual terhadap praktik *digital-friendly* di HKBP Pardamean. Pendekatan ini dipilih karena kajian bersifat konseptual-kontekstual, yaitu mengembangkan sintesis teoritis mengenai integrasi *transformative learning* dan *Internet of Things* (IoT) dalam pendidikan, dengan mengambil inspirasi dari praktik pembinaan remaja berbasis digital di komunitas gereja.

Sumber data utama berasal dari literatur akademik: buku, jurnal ilmiah, dokumen kebijakan pendidikan digital, serta laporan gerejawi dan deskripsi program PAK Remaja di HKBP Pardamean. Literatur dipilih berdasarkan relevansi tematik dengan topik kajian, kredibilitas penerbit, serta aktualitasnya dalam merespons tantangan pendidikan di era digital. Penekanan diberikan pada dua kluster utama: (1) teori transformative learning sebagaimana dikembangkan Mezirow dan pengikutnya; (2) integrasi teknologi IoT dalam konteks pendidikan, baik dari segi teknis, pedagogis, maupun sosial-budaya. Data dari HKBP Pardamean dikaji sebagai refleksi kontekstual untuk memperkuat relevansi dan aplikabilitas model konseptual yang dikembangkan. Pengalaman mereka dalam menyelenggarakan PA Remaja dengan bantuan teknologi digital seperti proyeksi film kekristenan, diskusi reflektif, serta keterlibatan remaja dalam tim multimedia dijadikan bahan perbandingan dan ilustrasi dalam analisis.

Analisis dilakukan melalui content analysis, yakni identifikasi pola dan tema konseptual dari literatur dan praktik di lapangan (Marczyk et al., 2005). Pendekatan konseptual ini tidak bertujuan menguji hipotesis, melainkan merumuskan kerangka berpikir baru yang menjembatani teori transformative learning dengan dinamika ekosistem digital dalam komunitas keagamaan. Validitas dijaga melalui triangulasi referensi, pembacaan kritis sumber, serta upaya menyusun argumentasi yang koheren, sistematis, dan kontekstual. Dengan metode ini, diharapkan penelitian dapat menghasilkan konstruksi teoritis yang tidak hanya menjelaskan fenomena, tetapi juga memandu transformasi praksis pembelajaran di komunitas gereja *digital-friendly*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan Teknologi Digital di HKBP Pardamean

HKBP Pardamean terletak di Distrik V Sumatera Timur, merupakan salah satu gereja yang mempraktikkan pelayanan responsif terhadap perkembangan teknologi digital. Dengan jumlah jemaat lebih dari seribu jiwa dan hampir 150 remaja aktif, gereja ini menyadari pentingnya menjangkau generasi digital melalui sarana yang akrab dengan kehidupan sehari-hari mereka. HKBP Pardamean memiliki tim multimedia khusus yang melibatkan remaja secara aktif, baik dalam kegiatan teknis seperti pengoperasian proyektor, handycam, sound system, maupun dalam mempersiapkan konten pembelajaran berbasis media digital seperti renungan harian, film kekristenan, dan video edukatif. Remaja yang tergabung dalam tim ini tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga kreator dan fasilitator proses pembelajaran iman yang lebih menarik dan kontekstual.

Praktik pembinaan seperti pemutaran film kekristenan, diskusi reflektif, serta pembelajaran berbasis media sosial menunjukkan bahwa HKBP Pardamean sudah mengadopsi kerangka digital-friendly dalam pelayanan Pendidikan Agama Kristen (PAK). PA Remaja dan Katekisasi Sidi yang dilakukan secara rutin menggunakan infokus, layar proyektor, dan bahkan tayangan video dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik secara visual dan emosional. Hal ini telah terbukti meningkatkan minat dan partisipasi remaja dalam kegiatan gereja. Namun demikian, pendekatan ini masih didominasi oleh metode ceramah dan komunikasi satu arah, sehingga belum sepenuhnya menyentuh elemen-elemen *transformative learning* (TL), seperti refleksi kritis, disorienting dilemma, dan dialog rasional.

Pemanfaatan teknologi digital sangat penting di gereja HKBP Pardamean. Teknologi digital ini sangat membantu remaja, misalnya ketika remaja tidak dapat hadir karena sakit, atau berhalangan, atau ketika di luar kota. Mereka dapat menyaksikan video edukasi karena sudah dibagikan melalui group WhatsApp. Bagi remaja yang tidak sempat atau ketinggalan pelajaran dapat menanyakan kembali kepada teman-teman remaja dan pengajar tentang pelajaran yang dibahas sebelumnya dan dapat mengakses sendiri sesuai arahan dari pengajar PAK remaja. Namun tetap hal yang diutamakan ialah kehadiran secara langsung dalam mengikuti PAK remaja. Teknologi digital tetap tidak dapat menggantikan persekutuan PAK remaja.

Karakteristik Integrasi IoT yang Mendukung Pembelajaran Transformatif

Transformative learning (TL) bukan sekadar perubahan perilaku atau penyerapan informasi baru, melainkan perubahan mendasar dalam cara individu memandang dunia, dirinya, dan relasi antara keduanya. Dalam perspektif ini, pembelajaran sejati terjadi ketika peserta didik mengalami disorientasi, berefleksi secara kritis terhadap asumsi lama, dan membangun cara pandang baru yang lebih adaptif dan bermakna (Cranton, 2016). Di era digital, IoT, yakni jaringan perangkat fisik yang saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui internet, menghadirkan tantangan sekaligus peluang besar dalam mendukung proses transformasi tersebut.

Karakteristik pertama dari IoT yang relevan dengan TL adalah konektivitas *real-time*, yang memungkinkan sistem pendidikan merespons secara langsung aktivitas peserta didik. Dalam lingkungan yang dilengkapi sensor otomatis dan sistem monitoring berbasis data, interaksi antara peserta didik dan lingkungan belajar menjadi lebih dinamis, kontekstual, dan responsive (Mufid & Musafa, 2022). Lingkungan belajar semacam ini menciptakan pengalaman belajar yang otentik, yang dapat memicu pergeseran cara berpikir ketika peserta didik berhadapan dengan situasi baru yang belum mereka pahami sebelumnya. Dalam praktiknya, pemanfaatan WhatsApp sebagai media IoT telah terbukti meningkatkan interaktivitas dan aksesibilitas pembelajaran melalui fitur *real-time feedback* antara guru dan peserta didik (Mufid & Musafa, 2022).

Kedua, IoT menyediakan interaktivitas adaptif, di mana teknologi mampu mempersonalisasi pengalaman belajar berdasarkan data perilaku pengguna. Dengan demikian, peserta didik dapat memperoleh materi sesuai dengan ritme dan preferensi belajarnya sendiri. Karakteristik ini sejalan dengan prinsip TL yang menempatkan peserta didik sebagai agen aktif dalam proses belajar, yang tidak hanya menerima informasi, tetapi juga memaknainya ulang melalui refleksi dan dialog. Dalam penelitian Liu terhadap penggunaan ePortfolio, teknologi menjadi alat untuk mengartikulasikan transformasi diri dan refleksi yang tidak terjadi dalam pembelajaran konvensional (Liu, 2020).

Ketiga, IoT memungkinkan terjadinya otomatisasi proses pembelajaran berbasis data, yang memungkinkan guru dan peserta didik memahami pola-pola belajar secara lebih objektif. Sistem yang merekam waktu akses materi, durasi pengerjaan tugas, dan jenis interaksi dapat menghasilkan insight yang membantu pendidik merancang pembelajaran reflektif. Bukan hanya efisiensi administratif yang dihasilkan, melainkan juga potensi untuk mengembangkan diskusi berbasis data tentang bagaimana dan mengapa seseorang belajar seperti itu, sebagaimana disarankan oleh Jackson (2008), yang menekankan pentingnya

learning to think differently dalam membangun *worldview* yang baru dan lebih kontekstual. Pelatihan IoT dengan pemanfaatan sensor, mikrokontroler, dan sistem real-time sebagaimana dilakukan oleh Manfaluthy & Ekawati (2019) menjadi langkah awal dalam membangun ekosistem pembelajaran berbasis teknologi yang responsif dan aplikatif.

Keempat, integrasi IoT berperan dalam menciptakan ruang belajar cerdas (*smart learning environment*), di mana teknologi tidak hanya sebagai alat bantu, tetapi sebagai bagian dari ekosistem belajar yang hidup dan berinteraksi. Bozalek dkk. (2015) menekankan pentingnya penggunaan teknologi digital dalam kerangka *activity theory*—di mana transformasi tidak terjadi hanya karena alat baru diperkenalkan, tetapi karena ada perubahan dalam struktur aktivitas, relasi kuasa, dan objek pembelajaran. Dalam sistem yang transformatif, IoT memungkinkan peserta didik tidak hanya mengakses materi, tetapi juga mengubah posisi mereka dalam sistem belajar: dari penerima pasif menjadi pencipta makna yang aktif.

Namun, potensi transformasional dari IoT hanya akan terealisasi jika diiringi oleh desain pembelajaran yang menyertakan refleksi kritis dan disrupsi epistemologis. Gardner dan Kelly (2008) menyebut bahwa teknologi pendidikan yang bermakna harus mampu membuka ruang untuk kegelisahan intelektual dan narasi ulang atas pengalaman belajar. Dalam konteks inilah IoT harus dipahami bukan sebagai solusi teknologis semata, tetapi sebagai jembatan menuju pemaknaan ulang peran diri, dunia, dan tujuan belajar dalam struktur sosial-budaya yang lebih luas.

Terakhir, pembelajaran berbasis IoT dapat menjadi sarana untuk mengembangkan agen pembelajar (*learner agency*). Ketika peserta didik diberi kebebasan untuk mengatur sumber belajar, mengevaluasi progres mereka secara reflektif, dan membangun narasi belajar pribadi melalui interaksi digital, proses transformasi kognitif dan afektif lebih mungkin terjadi. Seperti dicatat O'Donnell, teknologi digital yang terintegrasi secara kritis dapat menjadi katalis untuk menghubungkan antara pembelajaran, kesadaran diri, dan perubahan praksis dalam kehidupan sehari-hari (O'Donnell, 2021).

Dengan demikian, karakteristik utama IoT yang mendukung *transformative learning* mencakup: keterhubungan waktu nyata, interaktivitas adaptif, otomasi reflektif berbasis data, ruang belajar cerdas, serta penguatan agen belajar. Kesemuanya hanya akan berbuah transformasi sejati bila diintegrasikan secara pedagogis dalam kerangka pembelajaran reflektif, kolaboratif, dan kontekstual.

Dimensi Transformative Learning dalam Konteks Pendidikan Digital

Transformative learning (TL) sebagaimana dirumuskan oleh Jack Mezirow adalah proses perubahan kerangka acuan (*frames of reference*) yang berlangsung melalui refleksi kritis terhadap asumsi yang selama ini tidak dipertanyakan. Mezirow merumuskan TL dalam empat tahapan utama: dilema disorientatif, refleksi kritis, wacana reflektif, dan tindakan, yang saling berkaitan dalam mendorong perubahan perspektif secara menyeluruh (Sinaga, 2023). Proses ini mencakup berbagai dimensi, baik kognitif, afektif, maupun relasional, yang bekerja secara dinamis dalam pengalaman belajar peserta didik. Di tengah pergeseran pendidikan ke arah ekosistem digital, penting untuk meninjau kembali bagaimana dimensi-dimensi TL dapat dibaca ulang dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi, khususnya melalui kehadiran Internet of Things (IoT).

Dimensi pertama dan paling mendasar dalam TL adalah *disorienting dilemma*, yakni pengalaman yang mengguncang kerangka berpikir lama seseorang. Dalam konteks pembelajaran digital, teknologi seperti IoT dapat menciptakan situasi semacam ini ketika peserta didik diperhadapkan dengan cara belajar yang sangat berbeda dari pembelajaran konvensional. Misalnya, ketika seorang siswa terbiasa belajar melalui ceramah lisan kemudian harus menggunakan sensor data untuk memantau proses belajar mandiri, ia mungkin mengalami kebingungan, kecemasan, atau bahkan penolakan. Namun pengalaman semacam itu justru menjadi titik masuk yang penting dalam proses transformasi (Cranton, 2016). Mezirow menyebut bahwa disorientasi epistemologis menjadi titik tolak dari proses perubahan makna, karena individu terdorong untuk mengevaluasi ulang keyakinan yang selama ini dianggap benar. Hal ini hanya menjadi transformasional jika diikuti dengan

refleksi kritis terhadap asumsi diri sendiri dan keterbukaan terhadap diskursus rasional dalam komunitas belajar (Mezirow, 1997).

Dimensi berikutnya adalah *critical reflection*, yakni kemampuan untuk secara sadar dan mendalam mengevaluasi keyakinan, nilai, dan asumsi masa lalu. Teknologi digital mendukung dimensi ini jika digunakan dalam kerangka pedagogi reflektif. Misalnya, platform e-portfolio atau *learning analytics* yang menyediakan data personal memungkinkan peserta didik merefleksikan gaya belajar mereka, tingkat keterlibatan, dan dinamika keberhasilan/kegagalan dalam tugas-tugas tertentu (Liu, 2020). Refleksi menjadi lebih konkrit karena peserta didik tidak hanya mengandalkan ingatan atau persepsi subjektif, tetapi juga membaca jejak digital mereka sendiri.

Dimensi ketiga adalah *rational discourse*, yakni pertukaran ide secara terbuka dan argumentatif dalam komunitas belajar. Di era digital, bentuk diskursus ini dapat difasilitasi melalui forum daring, kolaborasi berbasis cloud, serta diskusi berbasis data dan pengalaman pribadi. Ketika siswa mendiskusikan hasil monitoring IoT mereka dalam kelompok, dan mempertanyakan mengapa satu siswa lebih aktif atau lebih pasif dalam pembelajaran digital tertentu, maka diskursus tersebut mengarah pada pemaknaan ulang atas pengalaman belajar. Proses ini menuntut keterbukaan terhadap pandangan orang lain, pengakuan terhadap keterbatasan diri, dan kemampuan berargumentasi dengan dasar yang masuk akal (Gardner & Kelly, 2008).

Dimensi keempat adalah *planning and enacting new roles*, yakni keberanian untuk bertindak berdasarkan pemahaman baru yang diperoleh dari refleksi dan diskursus. Dalam konteks IoT, ini berarti siswa bukan hanya menyesuaikan diri dengan sistem digital yang ada, tetapi juga menggunakan teknologi tersebut untuk merancang strategi belajar yang lebih sesuai bagi dirinya. Misalnya, seorang siswa mungkin menyusun jadwal belajar mandiri berdasarkan analitik waktu belajar paling produktif, atau secara sadar membatasi interaksi dengan perangkat tertentu demi fokus belajar. Tindakan semacam ini mencerminkan terjadinya perubahan kesadaran menjadi praktik nyata.

Mezirow juga menambahkan bahwa transformasi sejati tidak terjadi dalam isolasi, melainkan dalam komunitas reflektif yang mendukung dan menantang peserta didik secara bersamaan (Cranton, 2016). Di sinilah peran penting teknologi digital dalam membangun ekosistem kolaboratif. IoT yang terhubung dengan sistem manajemen pembelajaran dan forum digital dapat memperluas ruang dialog antar peserta didik lintas ruang dan waktu, memperkaya sudut pandang dan mempercepat dinamika pertumbuhan kolektif.

Penting pula untuk mempertimbangkan dimensi identitas dan subjektivitas dalam pembelajaran digital. Jackson menyatakan bahwa *transformative learning* bukan hanya soal berpikir baru, tetapi belajar menjadi, yakni transformasi identitas sebagai pembelajar (Jackson, 2008). Dalam dunia yang makin tergantung pada data dan algoritma, siswa perlu membangun identitas digital yang otonom, sadar akan data dirinya, dan mampu mengambil keputusan belajar berbasis refleksi, bukan manipulasi sistem. Hal ini mensyaratkan pembelajaran bukan hanya pada tingkat teknis, tetapi eksistensial.

Dengan demikian, integrasi IoT dalam pendidikan akan berkontribusi terhadap *transformative learning* sejauh ia mampu menciptakan dilema yang menggugah, memfasilitasi refleksi kritis, membuka ruang diskursus, mendorong tindakan transformatif, dan memperkuat identitas belajar yang sadar diri. Dimensi-dimensi ini tidak muncul begitu saja dengan hadirnya teknologi, melainkan harus dibangun secara sadar melalui desain pedagogis yang humanistik, kolaboratif, dan reflektif.

Konstruksi Konseptual Integrasi IoT dan Transformative Learning

Integrasi teknologi dalam pendidikan kerap mengalami paradoks: di satu sisi menjanjikan percepatan dan personalisasi belajar, namun di sisi lain kerap gagal mendorong pembelajaran yang bermakna dan reflektif. Di sinilah pentingnya menyusun kerangka konseptual yang tidak hanya mendeskripsikan manfaat teknologis, tetapi juga menjelaskan bagaimana IoT dapat dikonstruksi secara pedagogis dalam kerangka teori

TL. Sintesis ini tidak hanya menjawab kebutuhan praktis dunia pendidikan digital, tetapi juga membangun dasar filosofis bagi pembelajaran yang membebaskan, kritis, dan berpusat pada subjek yang belajar.

a. Dasar Epistemologis dan Teoretis

Konstruksi konseptual ini berangkat dari asumsi dasar transformative learning, yaitu bahwa pembelajaran sejati melibatkan perubahan dalam kerangka berpikir seseorang melalui refleksi kritis terhadap pengalaman (Cranton, 2016). Mezirow membedakan dua jenis belajar: *instrumental learning* yang berfokus pada penyelesaian tugas, dan *communicative learning* yang berpusat pada pemahaman makna melalui interaksi sosial dan refleksi (Mezirow, 1997). Oleh karena itu, integrasi IoT tidak cukup jika hanya dimanfaatkan untuk efisiensi teknis, tetapi harus dikembangkan untuk mendukung pembelajaran komunikatif yang membuka ruang refleksi kritis dan dialog antar peserta didik. Dalam kerangka Society 5.0, penggunaan IoT diharapkan tidak hanya mendukung efisiensi teknis, tetapi juga menumbuhkan kemandirian belajar berbasis life-skills dan pengambilan keputusan otonom (Arsana, 2021). Hal ini penting karena menurut Mezirow, “*learning is not simply the acquisition of new skills or information, but the reinterpretation of experience guided by meaning-making through discourse*” (Mezirow, 1997). Transformasi ini terjadi ketika peserta didik mengalami “disorienting dilemma”, yakni kondisi yang menggoyahkan asumsi yang selama ini tidak disadari. Dalam konteks digital, pengalaman ini dapat dimunculkan melalui interaksi dengan sistem pembelajaran berbasis IoT yang memaksa peserta didik keluar dari pola belajar lama, dan menghadapkan mereka pada model yang adaptif, personal, dan seringkali asing (Liu, 2020).

Konsep disorientasi ini tidak bersifat negatif, melainkan menjadi pemicu potensial bagi pembelajaran yang bermakna. Ketika peserta didik terpapar teknologi baru yang mengubah cara mereka mengakses informasi, berkomunikasi, atau memproses pengalaman belajar, mereka terdorong untuk meninjau ulang kebiasaan, nilai, dan pola berpikir lama. Proses ini adalah langkah awal menuju refleksi kritis yang menjadi inti *transformative learning*.

Selanjutnya, TL tidak hanya terjadi secara individual, tetapi juga dalam ruang sosial yang interaktif. Dalam ekosistem digital yang diwarnai oleh IoT, peluang dialog terbuka dan kolaborasi meningkat secara signifikan. Forum digital, log interaksi, dan sistem umpan balik memungkinkan pembelajar untuk menafsirkan ulang pengalaman melalui interaksi dengan data dan sesama peserta didik. Diskursus inilah yang menjembatani antara pengalaman pribadi dan perubahan perspektif kolektif (Gardner & Kelly, 2008).

Selain itu, pendekatan TL dalam lingkungan digital membutuhkan pemahaman bahwa teknologi harus diposisikan bukan sekadar sebagai alat bantu, tetapi sebagai bagian dari mediasi kognitif dan afektif. Jackson menekankan bahwa transformasi sejati hanya terjadi ketika peserta didik terlibat secara utuh—secara rasional, emosional, dan eksistensial (Jackson, 2008). Dengan demikian, IoT sebagai bagian dari struktur belajar digital harus dikembangkan untuk memfasilitasi kedalaman keterlibatan ini, bukan sekadar menyederhanakan proses teknis pembelajaran.

Pendekatan epistemologis dalam transformative learning menuntut keterbukaan terhadap ketidakpastian dan ambiguitas. Pendidikan berbasis IoT harus dirancang bukan hanya untuk mentransmisikan informasi, tetapi juga untuk menciptakan kondisi yang memancing keraguan produktif, pertanyaan reflektif, dan rekonstruksi makna. Dalam konteks ini, teknologi digital dan perangkat IoT tidak berfungsi sebagai jawaban, tetapi sebagai katalisator pertanyaan-pertanyaan baru yang lebih bermakna.

b. Kerangka Operasional: Personalization, Adaptive Feedback, dan Refleksi Data-Driven

Agar integrasi IoT dalam pembelajaran tidak berhenti pada aspek teknis dan efisiensi, diperlukan kerangka operasional yang menyatukan dimensi teknologis dengan orientasi pedagogis transformatif. Kerangka Personalized Online Learning (POL) yang dikembangkan oleh Spaho et al. (2025) memberikan titik tolak penting dalam hal ini. Dalam kerangka tersebut, IoT digunakan untuk mengumpulkan data

biometrik, perilaku, sosial, dan preferensi belajar secara real-time. Data ini kemudian diproses untuk mempersonalisasi konten, metode, kecepatan, dan urutan belajar sesuai dengan kebutuhan masing-masing peserta didik.

Namun, pemanfaatan data oleh sistem tidak boleh berhenti pada tahap penyesuaian teknis. Dalam konteks TL, data belajar yang dihasilkan oleh IoT harus diolah secara pedagogis menjadi wahana refleksi. Misalnya, sistem analitik dapat menampilkan visualisasi tentang kebiasaan belajar seorang peserta didik: berapa lama ia fokus pada suatu materi, kapan ia paling aktif, dan bagaimana kecenderungan respons emosionalnya terhadap tantangan pembelajaran. Visualisasi ini jika dikaitkan dengan forum refleksi atau bimbingan, menjadi cermin digital yang memungkinkan peserta didik menyadari pola, keterbatasan, dan potensi dalam cara belajarnya.

Adaptive feedback dalam konteks ini bukan sekadar pemberian skor otomatis atau umpan balik teknis, tetapi harus diarahkan menjadi mekanisme pemantik refleksi kritis. Misalnya, alih-alih hanya mengatakan “jawaban Anda salah,” sistem dapat menyajikan pertanyaan pemandu: “Apakah Anda yakin asumsi yang Anda gunakan sudah tepat?” atau “Coba bandingkan pilihan Anda dengan cara berpikir alternatif ini.” Bentuk umpan balik seperti ini sejajar dengan prinsip TL yang menekankan pentingnya disorienting dilemma, pengalaman yang menggoyahkan kerangka berpikir lama.

Selain itu, personalisasi pembelajaran melalui IoT dapat diformulasikan sebagai ruang dialektika antara data dan makna. Sistem dapat memberikan laporan kemajuan belajar tidak hanya kepada peserta didik, tetapi juga kepada fasilitator atau guru, yang kemudian dapat membuka ruang diskusi berdasarkan data tersebut. Contohnya, ketika seorang peserta didik menunjukkan pola keterlibatan yang fluktuatif, guru dapat mengajak peserta tersebut untuk merefleksikan penyebab, emosi yang menyertainya, serta cara mengatasinya secara sadar. Proses ini menjadi transformasional karena peserta didik tidak hanya belajar tentang materi, tetapi juga tentang dirinya sendiri.

Kerangka operasional ini dapat diadopsi dalam praktik komunitas seperti HKBP Pardamean, yang telah menjalankan pendekatan digital-friendly melalui kegiatan PA Remaja. Saat ini, meskipun mereka telah menggunakan media digital seperti film kekristenan, layar proyektor, dan media sosial, refleksi digital masih bersifat verbal dan intuitif. Padahal, jika sistem digital yang mereka gunakan mampu mencatat dan menampilkan pola partisipasi remaja (misalnya, intensitas diskusi, frekuensi kehadiran, atau bahkan analisis emosi dari ekspresi wajah saat menonton video edukatif) maka akan tersedia data yang bisa digunakan untuk mengajak remaja berdialog tentang pengalaman mereka secara lebih mendalam. Kelas yang dilengkapi fasilitas IoT memungkinkan pembelajaran menjadi lebih personal dan fleksibel, karena informasi dapat diakses dan dipertukarkan tanpa batas ruang dan waktu. Dengan integrasi yang tepat, teknologi mampu membangun kesadaran belajar yang kontekstual. Pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung melalui teknologi dapat mengembangkan keterlibatan afektif dan reflektif peserta didik dalam komunitas digital. Misalnya, setelah pemutaran film, sistem dapat meminta remaja memilih secara anonim bagian mana yang paling menyentuh hati mereka, lalu menampilkan hasil agregatnya kepada kelompok. Dari sana, diskusi bisa dibuka: mengapa bagian itu penting? Apa yang ditantang dari cara berpikir mereka sebelumnya? Bagaimana perasaan itu berakar dari pengalaman hidup mereka? Proses ini mengubah teknologi dari alat bantu menjadi mediasi refleksi eksistensial, sebagaimana ditekankan dalam teori TL (Cranton, 2016).

Di sisi lain, refleksi berbasis data juga dapat dimediasi secara visual melalui dashboard pembelajaran. Siswa atau remaja dapat melihat jejak digitalnya topik mana yang sering ia hindari, kapan waktu konsentrasinya menurun, atau apa kecenderungan emosionalnya ketika menghadapi materi sulit. Informasi ini, jika dikemas dalam desain yang humanistik dan tidak menghakimi, menjadi bahan untuk dialog pribadi maupun kolektif tentang makna belajar, motivasi, dan tujuan hidup.

Dengan demikian, kerangka operasional integrasi IoT dan TL harus memfasilitasi alur yang utuh: dari pengumpulan data → personalisasi konten → umpan balik kontekstual → refleksi kritis → diskursus

kolaboratif → transformasi tindakan. IoT tidak hanya menyajikan data, tetapi harus membuka kemungkinan baru bagi peserta didik untuk berpikir ulang tentang siapa mereka, bagaimana mereka belajar, dan untuk apa mereka belajar.

c. Desain Pedagogis dan Transformasi Kultural

Untuk mewujudkan hal ini, diperlukan pemahaman bahwa teknologi seperti IoT hanyalah satu simpul dalam ekosistem yang lebih besar: ekosistem belajar. Penelitian dalam bidang manajemen rantai pasok berbasis AI menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi teknologi sangat ditentukan oleh kesiapan organisasi dan kesesuaian strategi (Ababou, 2024). Dalam pendidikan, hal ini berarti integrasi IoT harus didukung oleh kesiapan kurikulum, kompetensi guru, dan struktur kelembagaan yang fleksibel. Tanpa itu, IoT hanya akan menjadi perangkat baru dalam sistem lama yang stagnan.

Secara konkret, konstruksi integrasi IoT dan TL dapat digambarkan dalam lima elemen kunci:

- Pemicu disorientatif digital: peserta didik menghadapi bentuk pembelajaran baru berbasis data, sensor, atau algoritma yang berbeda dari pengalaman sebelumnya.
- Refleksi melalui analitik pembelajaran: sistem IoT merekam dan menampilkan data perilaku belajar (misalnya grafik keterlibatan, waktu aktif, pola respons), dan peserta didik diajak membaca serta menafsirkannya secara kritis.
- Dialog berbasis pengalaman digital: diskusi daring atau forum kolaboratif memfasilitasi pertukaran refleksi antar peserta didik dan guru, memunculkan perspektif alternatif atas pengalaman belajar digital.
- Rekonstruksi makna belajar: peserta didik merumuskan kembali tujuan, strategi, dan makna belajar berdasarkan refleksi dan diskursus.
- Aksi transformatif berbasis teknologi: peserta didik merancang strategi belajar mandiri baru, memilih sumber belajar yang sesuai, dan mengatur ritme belajar mereka berdasarkan kesadaran baru yang terbentuk.

Pendekatan ini mensyaratkan integrasi antara rancangan sistem digital dan rancangan pembelajaran. Desain teknologinya harus fleksibel, terbuka, dan responsif terhadap konteks pedagogis. Sementara desain pedagogisnya harus reflektif, dialogis, dan membebaskan. Ini sejalan dengan pendekatan design thinking dalam pendidikan, yang menempatkan kebutuhan manusia sebagai titik pusat inovasi teknologi (Butt, 2020; Summerfield & Smith, 2011).

Konstruksi konseptual ini juga memiliki implikasi pada kebijakan dan pelatihan guru. Guru perlu dibekali bukan hanya kemampuan teknis mengoperasikan sistem, tetapi juga kepekaan pedagogis untuk membaca data secara kritis dan mengarahkannya ke dalam dialog bermakna. Dengan demikian, teknologi IoT bertransformasi dari sekadar alat bantu belajar menjadi medium dialektika antara diri dan dunia, antara data dan makna, antara belajar dan menjadi.

Sebagai sintesis, konstruksi konseptual integrasi IoT dan TL bukanlah model linear atau formula teknis, tetapi ruang transformatif digital yang memungkinkan peserta didik bertemu dengan pengalaman belajar yang reflektif, adaptif, dan membebaskan. Keberhasilan implementasinya sangat ditentukan oleh desain yang menyeluruh: dari perangkat keras, perangkat lunak, strategi pembelajaran, hingga kerangka pikir yang menempatkan pembelajaran sebagai proses eksistensial.

Integrasi IoT dan Transformative Learning dalam Pembinaan Remaja Digital-Friendly

Dalam TL, proses transformasi belajar tidak hanya ditandai oleh ketertarikan peserta terhadap metode, tetapi juga oleh keterlibatan mereka secara reflektif, afektif, dan eksistensial. Apa yang terjadi di HKBP Pardamean bisa dilihat sebagai tahap awal menuju transformasi tersebut. Misalnya, saat para remaja menonton film rohani dan kemudian mendiskusikannya, potensi untuk membongkar asumsi lama dan membangun

pemahaman baru sebenarnya sudah mulai dibentuk. Akan tetapi, proses ini bisa lebih bermakna apabila didukung dengan sistem umpan balik digital dan mekanisme personalisasi pembelajaran yang lebih terstruktur. Di sinilah IoT berperan sebagai pemantik dan fasilitator transformasi.

Seperti dijelaskan dalam bagian kerangka operasional, integrasi IoT dalam pembelajaran menekankan pentingnya data real-time, adaptive feedback, dan refleksi berbasis visualisasi. HKBP Pardamean, dengan tim multimedianya yang solid dan keterlibatan remaja yang tinggi, sebenarnya memiliki prasyarat untuk menerapkan sistem seperti ini. Sebagai contoh, kehadiran dan keterlibatan remaja dalam kegiatan PA dapat dicatat dan dianalisis menggunakan aplikasi digital sederhana. Data ini kemudian digunakan untuk memetakan pola partisipasi, mengidentifikasi dinamika emosional (misalnya melalui ekspresi wajah dalam rekaman video), dan menyesuaikan metode pembelajaran dengan kebutuhan masing-masing peserta.

Dengan sistem IoT yang terintegrasi, seorang remaja yang cenderung pasif dalam diskusi bisa diberikan umpan balik yang tidak menghakimi, namun mendorong pertanyaan reflektif. “Apakah Anda merasa topik ini relevan dengan kehidupan Anda?” atau “Apa yang membuat Anda kurang terlibat dalam diskusi hari ini?” Pertanyaan semacam ini bisa dipicu oleh sistem, lalu ditindaklanjuti oleh pembina remaja dalam forum diskusi berikutnya. Proses inilah yang disebut sebagai refleksi berbasis data: menggabungkan kecanggihan teknologi dengan kedalaman dialog batin dan spiritualitas.

Konsep disorienting dilemma dalam TL dapat dihadirkan melalui konfrontasi peserta didik dengan data tentang dirinya sendiri. Misalnya, sistem IoT dapat menampilkan perbandingan antara minat yang dinyatakan oleh remaja dalam survei dengan perilaku aktual mereka dalam mengikuti kegiatan gereja. Ketidaksesuaian antara ideal dan realitas bisa menjadi titik tolak untuk refleksi: mengapa saya mengaku ingin bertumbuh dalam iman, tetapi jarang hadir atau enggan berdiskusi? Dalam konteks ini, teknologi tidak menjadi alat pengawas, melainkan jendela kesadaran yang menumbuhkan tanggung jawab pribadi dan transformasi diri. Dalam konteks gereja, refleksi terhadap makna persekutuan digital menunjukkan bahwa platform digital audiovisual seperti Zoom dapat menjadi ruang aktual untuk bersekutu apabila diiringi dengan kesadaran akan kehadiran bersama dalam waktu yang sama serta partisipasi aktif yang bermakna, baik secara verbal maupun non-verbal (Harianja & Hasibuan, 2023). Hal ini memperkuat kerangka transformative learning yang menekankan pentingnya keterlibatan reflektif dan diskursif dalam pembentukan kesadaran spiritual.

Aspek lain yang dapat dikembangkan adalah visualisasi progress belajar. Sistem pembelajaran berbasis IoT dapat menyediakan dashboard individual bagi setiap remaja, yang menampilkan perkembangan spiritual, aktivitas belajar, dan bahkan jurnal reflektif digital. Dengan panduan dari pembina, remaja diajak untuk membaca ulang perjalanan mereka, menafsirkan makna dari setiap pengalaman, dan merancang langkah-langkah berikutnya dalam pertumbuhan iman. Hal ini sejalan dengan prinsip TL yang menekankan pentingnya self-authorship atau kemampuan peserta didik untuk menjadi penulis atas kisah pertumbuhan dirinya sendiri.

Dalam dialog dengan bagian dasar epistemologis TL, praktik di HKBP Pardamean juga menunjukkan bahwa teknologi telah menjadi bagian dari struktur mediasi kognitif dan afektif dalam pembelajaran iman. Namun, sejauh ini teknologi masih digunakan sebagai alat bantu teknis, bukan sebagai katalis refleksi. Dengan menambahkan lapisan interaktif yang memungkinkan peserta berinteraksi dengan data dirinya secara reflektif, teknologi dapat diangkat ke tingkat pedagogis yang lebih tinggi—yakni menjadi mediasi transformasi kesadaran. Hal ini mensyaratkan perubahan paradigma dalam desain pembelajaran: dari sekadar menyampaikan konten menjadi membangun pengalaman belajar yang menggugah dan menggerakkan.

Kesadaran akan pentingnya dialog dan diskursus juga sudah mulai tumbuh di HKBP Pardamean, terutama ketika kegiatan PA Remaja diselingi dengan diskusi kelompok kecil setelah pemutaran video. Akan tetapi, struktur diskusi tersebut perlu diarahkan lebih dalam ke ranah refleksi eksistensial dan spiritual. Pertanyaan-pertanyaan diskusi bisa dirancang tidak hanya untuk mengecek pemahaman konten, tetapi untuk menantang peserta menggali makna, menggugat asumsi, dan membayangkan kemungkinan baru dalam kehidupan mereka sebagai pengikut Kristus di era digital.

Selain itu, pendekatan transformasional dalam konteks ini juga harus mempertimbangkan dinamika komunitas sebagai ruang belajar kolektif. HKBP Pardamean, dengan struktur pelayanan kategorial dan tim multimedia yang aktif, memiliki potensi menjadi ruang inkubasi transformasi kolektif. Ketika remaja belajar bukan hanya secara individual, tetapi juga dalam komunitas yang saling mendukung dan menantang, transformasi tidak hanya menjadi proses pribadi, melainkan gerakan komunitas. Dalam hal ini, diskursus rasional dan spiritualitas komunitas menjadi bagian integral dari proses pembelajaran yang ditopang oleh teknologi.

Namun, penerapan integrasi IoT dan TL dalam konteks seperti HKBP Pardamean juga menghadapi tantangan. Salah satunya adalah keterbatasan sumber daya, baik dalam hal perangkat keras, pelatihan SDM, maupun pengembangan konten reflektif yang kontekstual. Selain itu, kekhawatiran akan penyalahgunaan teknologi juga perlu diperhatikan, misalnya ketergantungan pada media atau penurunan kualitas persekutuan tatap muka. Oleh karena itu, pengembangan kerangka ini harus dilakukan secara bertahap dan partisipatif, melibatkan guru, pendeta, pembina remaja, dan tentu saja remaja itu sendiri.

Sebagai penutup bagian ini, HKBP Pardamean menyediakan contoh nyata tentang bagaimana praktik digital-friendly dalam komunitas gereja dapat menjadi pintu masuk bagi pembelajaran transformasional berbasis teknologi. Dengan menyelaraskan elemen-elemen IoT seperti personalisasi, umpan balik adaptif, dan refleksi data-driven dengan prinsip transformative learning, gereja tidak hanya mampu menjawab tantangan zaman, tetapi juga membuka ruang baru bagi pertumbuhan iman yang kritis, reflektif, dan kontekstual. Kerangka yang dikembangkan dalam artikel ini tidak dimaksudkan sebagai formula tetap, melainkan sebagai undangan untuk berimajinasi secara kreatif dan bertindak secara visioner dalam membangun ekosistem belajar gerejawi di era digital.

SIMPULAN

Penelitian ini merumuskan konstruksi konseptual integrasi *Internet of Things* dengan *transformative learning* untuk membangun ekosistem pembelajaran iman yang reflektif dan partisipatif di komunitas gereja digital-friendly seperti HKBP Pardamean. Temuan menunjukkan bahwa teknologi hanya akan menjadi katalis pembelajaran transformatif jika diintegrasikan secara sadar dalam desain pedagogis yang menekankan refleksi kritis, umpan balik adaptif, dan keterlibatan eksistensial peserta didik. Model yang ditawarkan dalam artikel ini mengarahkan kita untuk memahami IoT bukan sekadar sebagai alat bantu, melainkan sebagai ruang mediasi yang dapat membentuk kesadaran spiritual dan identitas belajar remaja secara kontekstual. Oleh karena itu, gereja dan lembaga pendidikan di era digital perlu memandang integrasi teknologi bukan hanya dari sisi teknis, tetapi sebagai peluang untuk merancang pembelajaran yang membebaskan, membangun, dan mentransformasi kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I. N. A. (2021). Internet Of Things pada Bidang Pendidikan dalam Masa Pandemi Covid-19 dan Menghadapi Era Society 5.0. *Prosiding Webinar Nasional IAHN-TP Palangka Raya*, 3, 195–202.
- Bozalek, V. (Ed.). (2015). *Activity theory, authentic learning and emerging technologies: Towards a transformative higher education pedagogy*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Butt, J. (2020). A Conceptual Framework to Support Digital Transformation in Manufacturing Using an Integrated Business Process Management Approach. *Designs*, 4(3), 17. <https://doi.org/10.3390/designs4030017>
- Cranton, P. (2016). *Understanding and promoting transformative learning: A guide to theory and practice* (Third edition). Routledge, Taylor & Francis Group.

- 562 *Transformasi Pembelajaran di Era Internet of Things: Suatu Tinjauan Konseptual dalam Perspektif Transformative Learning* - Rina Poibe Panjaitan, Ricky Pramono Hasibuan
DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v7i3.8079>
- Gardner, M., & Kelly, U. A. M. (Eds.). (2008). *Narrating transformative learning in education* (1st ed). Palgrave Macmillan.
- Harianja, M., & Hasibuan, R. P. (2023). Persekutuan Yang Holistik: Tinjauan Dogmatis Tentang Hakikat Gereja dari Perspektif Konfesi HKBP. *JURNAL DIAKONIA*, 3(2), 70–82. <https://doi.org/10.55199/jd.v3i2.75>
- Jackson, M. G. (2008). *Transformative learning for a new worldview: Learning to think differently*. Palgrave Macmillan.
- Liu, K. (2020). *Critical Reflection for Transformative Learning: Understanding e-Portfolios in Teacher Education*. Springer International Publishing AG.
- Manfaluthy, M., & Ekawati, R. (2019). Pelatihan Internet of Things (IoT Trainer) Berbasis ESP8266 Pada SMK Al-Muhadjirin Bekasi. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 1–5.
- Marczyk, G. R., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). *Essentials of research design and methodology*. John Wiley & Sons.
- Mariame Ababou. (2024). *Conceptual framework of Artificial Intelligence Integration within Supply Chain*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.11191146>
- Mezirow, J. (1997). Transformative Learning: Theory to Practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 74, 5–12.
- Mufid, Z., & Musafa, M. (2022). Implementasi Penggunaan Internet of Things (IoT) di Dunia Pendidikan selama Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Konseling Pendidikan Islam*, 3(2), 439–446.
- O'Donnell, R. (2021). *Transformative digital technology for effective workplace learning* (First edition). CRC Press.
- Shiddiqi, A. M., Ijtihadie, R. M., Ahmad, T., Wibisono, W., Anggoro, R., & Santos, B. J. (2022). Penggunaan Internet dan Teknologi IoT untuk Meningkatkan Kualitas Pendidikan. *Sewagati*, 4(3), 235–240.
- Sinaga, D. M. (2023). Pendekatan Transformative Learning Jack Mezirow Dalam Pendidikan Agama Kristen Terhadap Kelompok Lanjut Usia Pada Masa Pandemi. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(1), 2926–2935.
- Spaho, E., Çiço, B., & Shabani, I. (2025). IoT Integration Approaches into Personalized Online Learning: Systematic Review. *Computers*, 14(2), 63. <https://doi.org/10.3390/computers14020063>
- Summerfield, J., & Smith, C. C. (2011). *Making Teaching and Learning Matter: Transformative Spaces in Higher Education*. Springer Science+Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9166-6>
- Widiasanti, I., Ramadhan, N. A., Alfarizi, M., Fairus, A. N., Oktafiani, A. W., & Thahur, D. (2023). Pemanfaatan Sarana Multimedia dan Media Internet sebagai Alat Pembelajaran yang Efektif. *EDUKATIF: JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 5(3), 1355–1370. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i3.4939>