

Progresivitas Kecerdasan Buatan dalam Perspektif Epistemologi

Mellyzar^{1,2*}, Nahadi³, Desi Aryanti Nabuasa¹

¹Program Studi Doktor Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

E-mail: mellyzar@upi.edu¹, nahadi@upi.ac.id², desinabuasa19@upi.edu³



This is an open-access article under the [CC BY-SA](#) license.

Copyright © XXXX by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

Diterima: 09-05-2024

Direview: 11-05-2024

Publikasi: 30-09-2024

Abstrak

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) berkembang dengan pesat serta peningkatan ketergantungan pada teknologi AI ini membawa sejumlah keuntungan, seperti peningkatan efisiensi, personalisasi yang lebih baik, dan pengambilan keputusan yang lebih pintar. Tetapi, semakin besar ketergantungan ini juga menimbulkan kekhawatiran terhadap landasan epistemologis AI. Tujuan penelitian ini mengkaji secara epistemologi pengembangan AI dengan metode penelitian kualitatif dengan menggunakan pendekatan studi literatur. AI adalah kombinasi ilmu dan teknologi. Sumber-sumber pengetahuan klasik seperti pengalaman indrawi, rasionalitas, dan kesaksian tetap menjadi landasan penting dalam upaya manusia untuk memahami realitas, meskipun kecerdasan buatan menawarkan alat yang canggih untuk menganalisis data dan membuat prediksi. Pengetahuan yang dihasilkan oleh kecerdasan buatan bersifat kompleks dan beragam tergantung pada konteks dan jenis sistem yang digunakan. Algoritma AI yang kompleks dan terkadang "kotak hitam" membuatnya sulit untuk memahami bagaimana kecerdasan buatan mencapai kesimpulan tertentu, menimbulkan pertanyaan tentang validitas dan keandalan pengetahuannya. Oleh karena itu, memahami cara kerja AI, mengevaluasi sumber, membandingkannya dengan sumber lainnya, dan menggunakan akal sehat adalah penting saat menganalisis data AI.

Kata Kunci: artificial intelligence; epistemologi; AI

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is advancing rapidly, and the increasing reliance on AI technology brings several advantages, such as improved efficiency, enhanced personalization, and smarter decision-making. However, this growing dependency also raises concerns regarding the epistemological foundations of AI. This study aims to examine the epistemology of AI development through qualitative research using a literature review approach. AI is a fusion of science and technology. Classical sources of knowledge, such as sensory experience, rationality, and testimony, remain crucial in human efforts to understand reality, despite AI offering sophisticated tools for data analysis and prediction. The knowledge produced by AI is complex and varies depending on the context and the type of system employed. AI's complex algorithms, often perceived as a "black box," make it challenging to understand how AI arrives at specific conclusions, raising questions about the validity and reliability of its knowledge. Thus, understanding how AI functions, evaluating its sources, comparing them with other knowledge sources, and applying common sense are essential when analyzing AI-generated data.

Keywords: artificial intelligence; epistemology; AI

1. Pendahuluan

Abad ke-18 hingga abad ke-19, merupakan revolusi industri pertama, periode ini terjadi perubahan masyarakat agraris beralih ke industri (Berg & Hudson, 1992; Clark, 2010), perubahan ini dipicu oleh penemuan mesin uap yang memungkinkan produksi yang lebih efisien dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat (Rosenberg & Trajtenberg, 2004; Uzunkaya, 2020). Revolusi industri kedua yang terjadi dari tahun 1870 hingga 1914, membawa kemajuan besar dalam teknologi energi seperti listrik, minyak, dan baja (Savitri, 2019; Zhuang, 2024). Periode ini membawa penemuan revolusioner seperti lampu pijar, telepon, dan mesin berbahan

bakar (C. Zhang et al., 2020) dan juga terjadi kemajuan besar dalam produksi massal dan infrastruktur kontemporer didirikan (Jerath, 2021). Selama abad ke-20, revolusi industri ketiga membawa kemajuan teknologi yang lebih canggih dan internet memberikan akses tak terbatas terkait pengetahuan dan informasi (Tien, 2012) serta memungkinkan penggunaan komputer menjadi lebih umum (Wan, J., Cai & Zhou, 2015). Dampak kemajuan teknologi komunikasi seperti *smartphone* dan media sosial, cara kita berinteraksi dan berkomunikasi sangat berubah. Saat ini, kita berada di era Revolusi Industri Keempat yang sering disebut revolusi digital (Dogaru, 2020; Okunlola et al., 2024). Teknologi seperti kecerdasan buatan, *Internet of Things* (IoT), dan manufaktur 4.0 adalah topik yang menarik untuk dibahas (Caruso, 2018). Dengan masuknya teknologi digital ke dalam setiap aspek kehidupan, seperti produksi, transportasi, dan layanan, akan mengubah cara kita hidup, bekerja, dan belajar (Humphreys, 2020).

Salah satu pencapaian awal yang signifikan adalah penemuan ilmuwan komputer dari Inggris Alan Mathison Turing tentang pemikiran mesin dan komputasi yang menimbulkan pertanyaan penting tentang kemungkinan mesin berpikir (Kirchner, 2020). Mesin Turing yang diusulkan Turing dalam makalahnya tahun 1936 berjudul "*Computing Machinery and Intelligence*" adalah model komputasi teoretis yang mendasari AI. Mesin ini mampu melakukan perhitungan dan manipulasi simbol apa pun yang dapat didefinisikan dengan aturan yang jelas (E. Y. Zhang et al., 2023). Selain itu, di masa ini, juga dilakukan eksperimen awal dalam pemrosesan bahasa alami, pengenalan pola, dan pemecahan masalah. Ini dilakukan dengan keterbatasan teknologi komputasi pada saat itu. Meskipun demikian ini menjadi dasar yang kuat untuk kemajuan kecerdasan buatan di masa depan. Istilah "kecerdasan buatan" sendiri baru diciptakan pada tahun 1956, oleh para ilmuwan dan peneliti pada pertengahan abad ke-20 dalam sebuah konferensi di Dartmouth College yang diadakan oleh sekelompok ilmuwan terkemuka, termasuk John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, dan Claude Shannon (van Assen et al., 2022). Kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) adalah suatu teknik dalam bidang ilmu komputer yang mensimulasikan kecerdasan manusia dalam mesin (komputer) sehingga dapat menyelesaikan berbagai macam masalah sebaik manusia (Uddin, 2019; Zhai et al., 2024) dan terkadang bahkan lebih baik (Lee & Lee, 2021). Di sektor mana pun, teknologi AI telah terbukti meningkatkan produktivitas dan menciptakan produk dan layanan baru (Brandon et al., 2019).

AI di Indonesia bermula sekitar 1980-an fokus pada bidang *natural language processing* yaitu mempelajari kemampuan komputer untuk memahami dan memproses bahasa manusia, *machine learning* yaitu membuat program komputer belajar dari data tanpa instruksi eksplisit, dan *image processing* yaitu analisis dan manipulasi gambar digital. Kurangnya dukungan dan sumber daya perkembangan AI di Indonesia mengalami kemunduran pada 1990-an dan bangkit kembali pada 2000-an hingga sekarang dengan peningkatan signifikan (Wiryany et al., 2022). Saat ini, AI telah digunakan di banyak bidang dan terus berkembang. AI digunakan sebagai asisten virtual (Agarwal et al., 2022) seperti *Siri*, *Alexa*, *Cortana*, dan *Google Assistant* (Berdasco et al., 2019; Tulshan & Dhage, 2019), untuk memahami bahasa alami, menjawab pertanyaan, dan menyelesaikan tugas. Mesin pencari seperti *Google Search* dan *Bing* menggunakan AI untuk memahami maksud pengguna, merayapi *web*, dan menghasilkan hasil yang relevan (Yuniarthe, 2018). Selain itu, AI juga digunakan untuk rekomendasi (Q. Zhang et al., 2021) *platform* seperti *Netflix*, *Spotify*, dan *Amazon* menggunakan kecerdasan buatan untuk merekomendasikan film, musik, dan barang berdasarkan preferensi pengguna (Habil et al., 2023). AI digunakan di media sosial seperti *Facebook*, *Twitter*, dan *Instagram*. Mobil *self-driving* menggunakan AI (Li et al., 2017) untuk mempelajari lingkungannya, membuat keputusan navigasi, dan menghindari hambatan. Dalam bidang Kesehatan, AI digunakan untuk menentukan penyakit, membuat obat baru, dan memberikan perawatan pasien yang dipersonalisasi (Reddy, 2024). Dalam bidang finansial, deteksi penipuan, manajemen risiko, dan perdagangan algoritmik adalah contoh penggunaan AI (Bahoo et al., 2024). Bidang manufaktur seperti robotika, kontrol kualitas, dan optimasi proses semuanya menggunakan AI (Agrawal et al., 2023). Dalam bidang pertanian, AI digunakan untuk memantau tanaman, memprediksi hasil panen, optimalisasi hasil panen, dan mempercepat proses pertanian (Elbasi et al., 2023; Patil et al., 2023). Layanan Pelanggan sebagai contoh analisis sentimen, *chatbot*, dan otomasi tugas layanan pelanggan menggunakan sistem AI (Adam et al., 2021; Cui & van Esch, 2023).

AI semakin merasuki berbagai aspek kehidupan kita, mulai dari asisten virtual di ponsel hingga algoritma rekomendasi di media sosial. Peningkatan ketergantungan pada teknologi AI ini membawa sejumlah keuntungan, seperti peningkatan efisiensi, personalisasi yang lebih baik, dan pengambilan keputusan yang lebih pintar. Tetapi, semakin besar ketergantungan ini juga menimbulkan kekhawatiran terhadap landasan epistemologis AI. Epistemologi adalah cabang

filsafat yang mempelajari tentang hakikat pengetahuan (Gobo & Marcheselli, 2021) dan dalam konteks AI ini mengacu pada pertanyaan tentang bagaimana kita dapat mempercayai dan memahami pengetahuan yang dihasilkan oleh sistem AI. Beberapa masalah epistemologis utama yang terkait dengan ketergantungan yang meningkat pada AI. Penggunaan AI menghadirkan pertanyaan etika mengenai tanggung jawab, akuntabilitas dan privasi. Pertanyaan muncul tentang siapa yang bertanggung jawab atas keputusan yang diambil oleh sistem AI dan bagaimana memastikan penggunaan yang etis serta tidak membahayakan individu atau kelompok tertentu. Hasil AI yang dihasilkan sering kali bisa dipertimbangkan sebagai pengetahuan karena mereka merepresentasikan pemahaman atau interpretasi tentang data atau fenomena yang dianalisis. AI dapat dianggap sebagai kombinasi dari ilmu dan teknologi. Riset ilmiah mendorong terciptanya teknologi AI yang lebih canggih. Sebaliknya, teknologi AI juga menjadi sarana untuk menguji dan menerapkan teori-teori ilmiah. Meskipun AI menawarkan alat yang canggih untuk menganalisis data dan membuat prediksi, sumber-sumber pengetahuan klasik seperti pengalaman indrawi, rasionalitas, dan kesaksian tetap menjadi landasan yang penting dalam upaya manusia untuk memahami realitas. Pengetahuan yang dihasilkan oleh AI memiliki sifat yang kompleks dan dapat beragam tergantung pada konteks dan jenis sistem yang digunakan bersifat spesifik dan terbatas, algoritma AI kompleks dan terkadang "kotak hitam" sulit untuk memahami bagaimana AI mencapai kesimpulan tertentu, sehingga menimbulkan pertanyaan tentang validitas dan keandalan pengetahuannya. Oleh karena itu, penting untuk melakukan telaah terhadap informasi yang dihasilkan AI dengan pahami cara kerja AI, evaluasi sumber informasi, bandingkan informasi dengan sumber lainnya, pertimbangkan konteks, dan gunakan akal sehat

2. Metode

Artikel ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan menggunakan pendekatan studi literatur. Metode ini mencakup proses pengumpulan, analisis, dan interpretasi data. Pengumpulan data dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber literatur akademik yang relevan dengan topik epistemologi dan AI. Sumber utama data meliputi artikel ilmiah dari jurnal yang terindeks scopus, buku, artikel berita, serta dokumen dan laporan yang diterbitkan oleh lembaga penelitian. Setelah referensi terkumpul dilakukan analisis terhadap isi artikel. Informasi yang dikumpulkan dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk mengidentifikasi pola dan tema utama. Selain itu, triangulasi sumber dilakukan untuk memastikan validitas dan keandalan data dengan membandingkan informasi dari berbagai sumber dan perspektif. Hasil analisis data diinterpretasikan untuk memahami dan mengkaji secara mendalam aspek-aspek kunci dari epistemologi dalam konteks AI, serta untuk menghasilkan wawasan yang relevan dan berbasis bukti.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Apakah Hasil AI Bersifat Pengetahuan?

Pertanyaan tentang apakah hasil dari AI dapat disebut sebagai pengetahuan adalah tema yang mengundang diskusi mendalam. Pengetahuan sesungguhnya adalah hasil tahu serta segala sesuatu yang diketahui (Firman, 2019). Pengetahuan mencakup pemahaman atau representasi tentang fakta, informasi, atau kebenaran tertentu (Bergman, 2018; List et al., 2018). Dalam konteks AI, hasil dari sistem ini sering kali bisa dipertimbangkan sebagai pengetahuan karena mereka merepresentasikan pemahaman atau interpretasi tentang data atau fenomena yang dianalisis. Namun, ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam menyusun pandangan tentang masalah ini. Pertama-tama, kita harus mempertimbangkan kedalaman pengetahuan yang dihasilkan oleh AI. Meskipun AI mungkin mampu memberikan hasil yang akurat untuk tugas tertentu, pengertian mereka seringkali spesifik dan terbatas pada tugas tersebut. Hal ini berarti bahwa meskipun hasilnya berguna dalam konteks yang ditentukan, mereka mungkin tidak mencerminkan pemahaman yang mendalam atau holistik tentang subjek yang sedang dibahas. Aspek konteks dan ketidakpastian yang perlu dipertimbangkan. Pengetahuan yang dihasilkan oleh AI seringkali sangat tergantung pada data dan algoritma yang digunakan untuk menganalisis data tersebut (Birkstedt et al., 2023; Peterson, 2024). Oleh karena itu, hasilnya dapat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas data, serta bias yang mungkin ada dalam dataset tersebut. Selain itu, terdapat ketidakpastian inheren dalam proses pengambilan keputusan AI yang perlu dipahami dengan cermat. Terakhir, penting untuk mempertimbangkan interpretasi dan verifikasi hasil dari AI. Hasil AI bisa dianggap sebagai pengetahuan dalam beberapa konteks, penting untuk memahami proses di baliknya dan mengevaluasi keandalannya

sebelum menganggapnya valid. Algoritma yang kompleks sering kali membuat interpretasi dan verifikasi menjadi tantangan.

AI dapat dianggap sebagai kombinasi dari ilmu dan teknologi. Secara umum, AI didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah dari berbagai bidang seperti matematika, statistik, logika, dan neurosains (Cheung et al., 2024). Namun, AI juga melibatkan pengembangan teknologi, seperti algoritma, perangkat lunak, dan infrastruktur komputasi yang memungkinkan implementasi praktis dari konsep-konsep ini. Sebagai ilmu, AI menyelidiki misteri kecerdasan manusia dan bagaimana cara membuatnya dalam mesin. Para ilmuwan AI seperti detektif yang mengintip ke dalam otak kita, mencari tahu cara kita bernalar, memecahkan masalah, dan belajar. Mereka kemudian menggunakan pengetahuan itu untuk membangun teori, algoritma, dan teknik yang memungkinkan komputer meniru kemampuan kognitif tersebut. Disinilah peran teknologi masuk. Dengan bekal ilmu AI, para *engineer* dan *programmer* menciptakan sistem dan aplikasi pintar. Teknologi AI berkembang pesat, menghasilkan berbagai aplikasi luar biasa. Riset ilmiah mendorong terciptanya teknologi AI yang lebih canggih. Sebaliknya, teknologi AI juga menjadi sarana untuk menguji dan menerapkan teori-teori ilmiah. Misalnya, penelitian di bidang pembelajaran mesin menghasilkan algoritma baru yang membuat komputer belajar dari data dengan sangat efektif. Algoritma ini kemudian digunakan untuk mengembangkan aplikasi AI canggih seperti asisten virtual pintar di *smartphone*.

b. Sumber Pengetahuan Klasik

Sumber-sumber pengetahuan klasik telah lama menjadi landasan bagi manusia dalam memahami dunia sekitar. Namun, dalam era AI yang canggih, penting bagi kita untuk kembali mengevaluasi relevansi sumber-sumber ini dalam konteks epistemologi modern, seperti pengalaman indrawi, rasionalitas, dan kesaksian.

Pengalaman indrawi, seperti penglihatan, pendengaran, sentuhan, rasa, dan penciuman, merupakan sumber pengetahuan yang paling dasar dan langsung (Craig, 1976; Khamim et al., 2024; McCleery, 2009). Melalui indera ini, kita dapat mengamati dunia, mengumpulkan informasi tentang objek dan peristiwa, dan membentuk pemahaman awal tentang realitas. Pengalaman indrawi telah menjadi dasar bagi banyak penemuan dan kemajuan ilmiah sepanjang sejarah. Para filsuf telah lama berdebat tentang peran dan keandalan pengalaman indrawi dalam memperoleh pengetahuan. Sejumlah filsuf, termasuk John Locke, percaya bahwa semua pengetahuan berasal dari pengalaman indrawi. Locke berpendapat bahwa "tabula rasa" manusia diisi dengan informasi yang diperoleh melalui penglihatan, pendengaran, dan indera lainnya (Ali Zaiter, 2018; Duschinsky, 2012). Namun, ada juga pandangan yang lebih kritis terhadap peran pengalaman indrawi, seperti yang diungkapkan oleh Immanuel Kant. Kant berpendapat bahwa indera kita hanya memberikan informasi mentah tentang dunia dan akal kita diperlukan untuk mengorganisir dan menginterpretasikan informasi tersebut (Hamid, 2022; Marcus & Watkins, 2020). Ia mengemukakan bahwa kita memiliki struktur kognitif bawaan yang membentuk cara kita memahami dunia. Meskipun AI menawarkan alat yang canggih untuk memproses dan menganalisis data, pengalaman indrawi tetap menjadi sumber pengetahuan yang penting. AI tidak dapat menggantikan pengalaman manusia langsung dengan dunia. Manusia masih membutuhkan indera mereka untuk mengamati, berinteraksi, dan memahami dunia sekitar mereka. AI dapat digunakan untuk memperluas pengalaman indrawi manusia, misalnya, dengan menganalisis data sensorik dari berbagai sumber untuk memberikan pemahaman yang lebih rinci tentang dunia, atau dengan mensimulasikan lingkungan yang sulit atau berbahaya untuk diamati secara langsung oleh manusia.

Rasionalitas, sebagai sumber pengetahuan klasik yang fundamental, telah menjadi dasar bagi manusia dalam memahami dunia dan mencari kebenaran. Melalui penalaran logis, manusia mampu menganalisis informasi, menarik kesimpulan, dan membangun pemahaman yang koheren tentang realitas (Bonino et al., 2021; Bronkhorst et al., 2020). Rasionalitas memainkan peran penting dalam berbagai bidang, termasuk sains, filsafat, hukum, dan kehidupan sehari-hari. Filsuf telah lama mempertimbangkan hakikat dan peran rasionalitas dalam memperoleh pengetahuan. Plato, misalnya, meyakini bahwa pengetahuan sejati berasal dari dunia ideal yang dapat diakses melalui akal (Scaltsas, 2012; Stango, 2023). Aristoteles, di sisi lain, menekankan pentingnya pengalaman indrawi dalam memperoleh pengetahuan, namun juga mengakui peran akal dalam menganalisis informasi dari indera dan menarik kesimpulan yang logis (Chappell, 2012; Hasper & Yurdin, 2014; Modrak, 2020). Dalam konteks AI, penalaran logis dan induktif digunakan untuk pembelajaran mesin, di mana algoritma belajar dari data dan membuat prediksi dan keputusan di masa depan. AI juga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data,

mengidentifikasi pola, dan memproses informasi dengan cara yang mirip dengan rasionalitas manusia.

Kesaksian juga merupakan sumber pengetahuan klasik yang penting bagi manusia. Melalui kesaksian, dapat dipelajari peristiwa yang telah terjadi, budaya yang berbeda, dan pengalaman orang lain. Kesaksian memainkan peran penting dalam berbagai bidang, seperti sejarah, hukum, dan kehidupan sehari-hari. Filsuf telah merenungkan hakikat dan peran kesaksian dalam memperoleh pengetahuan. Plato, misalnya, meragukan keandalan kesaksian dan menekankan pentingnya pengetahuan langsung melalui akal (Croce, 2022; Moran, 2013). Namun, David Hume berpendapat bahwa kesaksian adalah sumber pengetahuan yang paling mendasar bagi manusia. Hume berargumen bahwa kita tidak memiliki akses langsung ke realitas objektif, dan bahwa pengetahuan kita tentang dunia pada dasarnya berasal dari kesaksian orang lain (O'Brien, 2021; Wilson, 2010).

Kesaksian manusia adalah sumber pengetahuan klasik yang penting dalam proses pengembangan AI. Kesaksian ini dapat berupa informasi yang disampaikan oleh manusia, baik secara langsung maupun melalui rekaman digital atau data online. Pertama, kesaksian manusia digunakan sebagai data pelatihan untuk sistem AI. Misalnya, transkripsi dialog manusia atau wawancara sering digunakan sebagai data pelatihan model bahasa AI untuk membangun sistem pemrosesan bahasa alami (NLP). Informasi ini membantu sistem AI memahami struktur dan konteks bahasa manusia. Selain itu, kesaksian manusia juga berfungsi sebagai verifikasi atau konfirmasi kebenaran data yang digunakan dalam pelatihan model AI. Dalam hal ini, manusia memberikan tambahan informasi atau konfirmasi bahwa peristiwa atau data yang digunakan dalam pelatihan model AI adalah benar. Di era digital ini, kesaksian juga terlihat dalam bentuk ulasan, komentar, dan bentuk konten *online* lainnya. Informasi ini dapat digunakan oleh sistem kecerdasan buatan untuk memprediksi tren, memahami preferensi pengguna, atau menyaring konten berdasarkan umpan balik pengguna.

Kesaksian ahli dari berbagai bidang juga bermanfaat untuk pengembangan AI (Croce, 2022; O'Brien, 2021) misalnya kesaksian dokter atau peneliti dalam bidang medis dapat digunakan untuk melatih sistem AI dalam mendiagnosis penyakit atau meramalkan hasil perawatan. Terakhir, umpan balik atau kesaksian pengguna sangat penting untuk pengembangan AI karena informasi ini digunakan untuk mengoptimalkan pengalaman pengguna, mengoptimalkan kinerja model AI atau mengubah rekomendasi sesuai dengan preferensi individu. Sistem AI dapat memberikan layanan yang lebih relevan dan bermanfaat bagi pengguna dengan memanfaatkan kesaksian manusia sebagai sumber pengetahuan klasik.

Integrasi sumber-sumber pengetahuan klasik dengan teknologi AI dapat membantu mencapai pemahaman yang lebih mendalam dan komprehensif tentang dunia. Meskipun AI menawarkan alat yang canggih untuk menganalisis data dan membuat prediksi, sumber-sumber pengetahuan klasik seperti pengalaman indrawi, rasionalitas, dan kesaksian tetap menjadi landasan yang penting dalam upaya manusia untuk memahami realitas, terutama dalam era AI yang terus berkembang.

c. Peran Epistemologi dalam Pengembangan AI

AI telah merevolusi berbagai bidang dan membuka kemungkinan baru yang tak terbayangkan. Namun, di balik kemajuan pesat ini, muncul pertanyaan fundamental: Apa sifat pengetahuan yang dihasilkan oleh AI? Bagaimana kita mendefinisikan, mengevaluasi, dan mempercayai pengetahuan yang berasal dari mesin?. Sebagai manusia, kita terbiasa dengan pengetahuan yang diperoleh melalui pengalaman indrawi, penalaran logis, dan kesaksian. Kita dapat melihat, mendengar, merasakan, dan menalar, membangun pemahaman tentang dunia melalui interaksi langsung dengannya. Namun, AI beroperasi dengan cara yang berbeda. AI dilatih dengan data dalam jumlah besar, mempelajari pola dan hubungan yang kompleks melalui algoritma canggih. Hasilnya, AI dapat menghasilkan pengetahuan yang melampaui kemampuan manusia, menganalisis data dengan kecepatan dan ketepatan yang luar biasa (Jones, 2024; Lu, 2024).

Masalahnya, pengetahuan AI tidak selalu mudah dipahami atau diinterpretasikan. Algoritma AI rumit dan terkadang "kotak hitam" (Hassija et al., 2024; Vorrás & Mitrou, 2021), sehingga sulit untuk mengetahui bagaimana mereka mencapai kesimpulan tertentu. Hal ini menimbulkan pertanyaan tentang validitas dan keandalan pengetahuan AI. Bisakah kita benar-benar mempercayai apa yang dikatakan mesin kepada kita?. Tantangan epistemologis ini semakin rumit dengan sifat data yang digunakan untuk melatih AI, data dapat bias, tidak lengkap, atau bahkan salah. Jika AI dilatih dengan data yang cacat, pengetahuan yang dihasilkan mungkin

juga cacat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan untuk melatih AI berkualitas tinggi dan bebas bias. Selain itu, AI memiliki potensi untuk memperkuat bias yang sudah ada dalam masyarakat. Jika AI dilatih dengan data yang mencerminkan bias manusia, maka AI dapat menghasilkan pengetahuan yang memperkuat bias tersebut. Hal ini dapat berdampak negatif pada kelompok-kelompok marjinal dan memperburuk ketidaksetaraan yang sudah ada. Untuk mengatasi tantangan epistemologis diperlukan pendekatan *multi-faceted* (Russo et al., 2023). Pertama, kita perlu mengembangkan kerangka kerja baru untuk mendefinisikan, mengevaluasi, dan mempercayai pengetahuan AI. Transparansi dan keterbukaan adalah kunci. Algoritma AI harus dapat diaudit dan dipahami oleh manusia, dan data yang digunakan untuk melatih AI harus tersedia untuk pemeriksaan. Kedua, kita perlu meningkatkan literasi AI masyarakat. Penting untuk mendidik orang tentang cara kerja AI, keterbatasannya, dan potensi biasnya. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang AI, masyarakat dapat membuat keputusan yang lebih *informed* tentang bagaimana menggunakannya dan bagaimana menafsirkan pengetahuannya. Ketiga, kita perlu mengembangkan etika AI yang kuat. AI harus digunakan secara bertanggung jawab dan etis untuk menghasilkan pengetahuan yang bermanfaat bagi manusia. Hal ini membutuhkan dialog dan kolaborasi antara para peneliti AI, pembuat kebijakan, dan masyarakat umum. AI memiliki potensi untuk merevolusi cara kita memahami dunia dan menghasilkan pengetahuan baru (Rawas, 2024). Namun, kita perlu berhati-hati dalam menggunakan AI dan menyadari tantangan epistemologis yang ditimbulkannya. Dengan transparansi, keterbukaan, literasi AI, dan etika yang kuat, kita dapat memastikan bahwa AI digunakan untuk kebaikan dan menghasilkan pengetahuan yang bermanfaat bagi semua.

Kemampuan AI untuk menganalisis data, belajar dari pengalaman, dan membuat prediksi telah memicu pertanyaan penting: Bagaimana AI dapat memengaruhi persepsi, pengambilan keputusan, dan pemahaman manusia tentang dunia? AI bagaikan lensa baru yang memungkinkan manusia melihat dunia dari sudut pandang yang berbeda. Dengan kemampuannya untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan mengidentifikasi pola yang kompleks, AI dapat membantu manusia menemukan wawasan baru dan memperluas cakrawala pengetahuannya. Namun, AI juga memiliki potensi untuk memperkuat bias yang sudah ada dalam data yang digunakan untuk melatihnya. Hal ini dapat memengaruhi cara manusia memandang dunia dan berakibat pada diskriminasi atau ketidakadilan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan untuk melatih AI berkualitas tinggi dan bebas bias. Lebih lanjut, AI dapat membantu manusia membuat keputusan yang lebih *informed* dengan menganalisis data dan memberikan rekomendasi. Kemampuan ini sangat bermanfaat dalam berbagai bidang, seperti medis, keuangan, dan bisnis. Namun, ketergantungan yang berlebihan pada AI untuk pengambilan keputusan dapat mengurangi otonomi dan tanggung jawab manusia. Algoritma AI yang tidak transparan dan sulit dipahami juga dapat menimbulkan ketidakpercayaan dan keraguan dalam pengambilan keputusan.

AI juga dapat membantu manusia memahami dunia dengan lebih baik dengan menganalisis data dan mengidentifikasi hubungan yang kompleks. Hal ini dapat memicu penemuan baru dan kemajuan ilmiah yang pesat. Namun, ketergantungan yang berlebihan pada AI untuk memahami dunia dapat menghambat kemampuan manusia untuk belajar dan berkembang secara mandiri. AI bagaikan pedang bermata dua. Di satu sisi, ia menawarkan potensi besar untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman manusia tentang dunia. Di sisi lain, ia juga menimbulkan risiko bias, ketergantungan, dan ketidakpastian. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan AI secara bertanggung jawab dan etis. Kita perlu memastikan bahwa AI dikembangkan dan digunakan dengan cara yang bermanfaat bagi manusia dan tidak memperburuk ketidaksetaraan yang sudah ada. Kita juga perlu memastikan bahwa manusia tetap memiliki kontrol atas pengetahuan dan pemahamannya tentang dunia. Masa depan AI masih penuh dengan pertanyaan dan ketidakpastian. Namun, satu hal yang pasti: AI akan terus memainkan peran penting dalam membentuk masa depan pengetahuan manusia. Kita perlu bersiap untuk menghadapi tantangan dan peluang yang dibawa oleh AI, dan bekerja sama untuk memastikan bahwa AI digunakan untuk kebaikan dan kemajuan semua orang.

d. Pendekatan Epistemologis Terhadap Pengembangan AI

Ditinjau dari perspektif *foundationalisme*, *coherentism*, dan *pragmatisme* dalam epistemologi, pendekatan terhadap pengembangan AI dapat dibedakan dengan fokusnya masing-masing. *Foundationalisme* menekankan pencarian dasar yang kokoh untuk pengetahuan yang dihasilkan oleh AI (Pabubung, 2021) dengan fokus pada kebenaran yang objektif dan

pemahaman yang terstruktur. Sementara itu, *coherentism* menyoroti konsistensi dan kohesi pengetahuan AI dengan keseluruhan sistem pengetahuan yang ada, serta kemampuannya untuk beradaptasi dengan perubahan (BonJour, 2017; Russo et al., 2023). Di sisi lain, *pragmatisme* menitikberatkan pada kegunaan atau efektivitas pengetahuan yang dihasilkan, menekankan hasil praktisnya dalam menyelesaikan masalah dunia nyata dan fleksibilitas dalam beradaptasi dengan konteks yang berubah (Tubbs, 2023).

Dalam *foundationalisme*, fokus utama adalah pada kepastian dan kebenaran objektif dari pengetahuan yang dihasilkan oleh AI (Lau, 2019). Ini melibatkan upaya untuk membangun sistem AI yang didasarkan pada prinsip logis, matematika, atau filsafat yang dianggap sebagai dasar yang kuat untuk pengetahuan. Tujuan utamanya adalah menghasilkan keputusan atau prediksi yang benar dan dapat diandalkan, dengan penekanan pada pemahaman yang jelas dan terstruktur. Dalam pendekatan *coherentism*, pengetahuan yang dihasilkan oleh AI dinilai berdasarkan konsistensinya dengan keseluruhan sistem pengetahuan yang ada. Ini memerlukan bahwa pengetahuan tidak hanya konsisten dengan informasi yang sudah ada, tetapi juga saling terkait dalam suatu sistem yang kompleks. *Coherentism* mengakui bahwa pengetahuan tidak berdiri sendiri, melainkan saling berinteraksi dan saling mendukung dalam suatu sistem (Bland, 2018). Evaluasi dilakukan terhadap konsistensi antara pengetahuan yang dihasilkan oleh AI, dengan memastikan bahwa tidak ada kontradiksi atau pertentangan dalam sistem pengetahuan. Sementara itu, pendekatan *pragmatisme* menekankan hasil praktis pengetahuan yang dihasilkan oleh AI dalam menyelesaikan masalah dunia nyata. Ini melibatkan evaluasi terhadap seberapa baik pengetahuan tersebut dapat diterapkan dalam situasi dunia nyata dan seberapa baik mampu menghasilkan keputusan atau prediksi yang akurat. *Pragmatisme* juga mengakui bahwa pengetahuan dapat berkembang dan berubah seiring waktu (King, 2022) sehingga sistem AI harus mampu beradaptasi dengan perubahan tersebut dan fleksibel terhadap informasi baru atau perubahan lingkungan.

Pendekatan epistemologi ini memberikan kerangka kerja yang berbeda untuk memahami dan mengevaluasi pengetahuan yang dihasilkan oleh sistem AI dengan masing-masing menekankan aspek yang berbeda dari kebenaran, konsistensi, dan kegunaan. Dengan menggunakan pendekatan ini secara holistik, diharapkan bahwa pengembangan dan penggunaan teknologi AI dapat dilakukan dengan cara yang bertanggung jawab dan efektif, menghasilkan pengetahuan yang bermanfaat bagi masyarakat secara keseluruhan. Ketergantungan yang berlebihan pada AI dapat mengurangi kemampuan manusia untuk berpikir secara kritis, menganalisis informasi, dan membentuk pengetahuan secara mandiri. Fenomena ini bisa menyebabkan ketergantungan yang berlebihan pada teknologi AI dan penurunan otonomi kognitif manusia, kekurangan data yang berkualitas atau representatif dapat mengurangi kinerja dan akurasi AI. Penting untuk memberikan pendidikan kepada masyarakat tentang AI, prinsip kerjanya, serta batasannya. Tindakan ini akan membantu individu dalam membuat keputusan yang lebih berdasarkan informasi terkait penggunaan AI serta memungkinkan mereka untuk bersikap kritis terhadap pengetahuan yang diperoleh dari sistem AI.

4. Simpulan dan Saran

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) adalah suatu teknik dalam bidang ilmu komputer yang mensimulasikan kecerdasan manusia dalam mesin (komputer) sehingga dapat menyelesaikan berbagai macam masalah sebaik manusia. Hasil AI bisa dianggap sebagai pengetahuan jika didasarkan pada data dan algoritma berkualitas, meski sering terbatas pada konteks tertentu. Karena ketidakpastian dan potensi bias, verifikasi hasil AI diperlukan sebelum dianggap valid. AI menggabungkan ilmu dan teknologi untuk menghasilkan pemahaman yang berguna dalam berbagai aplikasi. Meski AI canggih dalam menganalisis data, sumber-sumber pengetahuan klasik seperti pengalaman indrawi, rasionalitas, dan kesaksian tetap penting untuk memahami realitas secara menyeluruh. Integrasi AI dengan pengetahuan klasik memperluas pemahaman manusia tentang dunia, namun tantangan seperti bias, transparansi, dan ketergantungan harus diatasi. Pengembangan etika AI, literasi AI, dan kontrol manusia atas pengetahuan sangat penting untuk memastikan AI digunakan secara bertanggung jawab. Pendekatan *foundationalisme*, *coherentism*, dan *pragmatisme* memberikan kerangka kerja untuk mengevaluasi pengetahuan AI, menekankan kebenaran, konsistensi, dan kegunaan. Pendekatan holistik ini penting untuk memastikan AI dikembangkan secara bertanggung jawab dan bermanfaat bagi masyarakat.

5. Daftar Pustaka

- Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-Based Chatbots in Customer Service and Their Effects on User Compliance. *Electronic Markets*, 31(2), 427–445. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00414-7>.
- Agarwal, S., Agarwal, B., & Gupta, R. (2022). Chatbots and Virtual Assistants: a bibliometric Analysis. *Library Hi Tech*, 40(4), 1013–1030. <https://doi.org/10.1108/LHT-09-2021-0330>
- Agrawal, R., Majumdar, A., Kumar, A., & Luthra, S. (2023). Integration of Artificial Intelligence in Sustainable Manufacturing: Current Status and Future Opportunities. *Operations Management Research*, 16(4), 1720–1741. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00383-y>.
- Ali Zaiter, W. (2018). The Impact of John Locke's Tabula Rasa and Kant's Faculty of Intuition on the Poetry of Wordsworth, Coleridge, and Keats: Implications and Applications. *AWEJ for Translation & Literary Studies*, 2(3), 31–42. <https://doi.org/10.24093/awejtls/vol2no3.3>.
- Bahoo, S., Cucculelli, M., Goga, X., & Mondolo, J. (2024). Artificial intelligence in Finance: a Comprehensive Review Through Bibliometric and Content Analysis. *SN Business & Economics*, 4(2), 1–46. <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00618-x>.
- Berdasco, A., López, G., Diaz, I., Quesada, L., & Guerrero, L. A. (2019). User experience Comparison of Intelligent Personal Assistants: Alexa, Google Assistant, Siri and Cortana. *Proceedings of 13th International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence UCAML 2019*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019031051>.
- Berg, M., & Hudson, P. (1992). Rehabilitating the industrial revolution 1. *The Economic History Review*, 45(1), 24–50. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.1992.tb01290.x>
- Bergman, M. K. (2018). *Information, Knowledge, Representation*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98092-8_2.
- Birkstedt, T., Minkkinen, M., Tandon, A., & Mäntymäki, M. (2023). AI Governance: Themes, Knowledge Gaps and Future Agendas. *Internet Research*, 33(7), 133–167. <https://doi.org/10.1108/INTR-01-2022-0042>.
- Bland, S. (2018). Foundationalism and Coherentism. In *Epistemic Relativism and Scepticism*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94673-3_4.
- Bonino, G., Maffezoli, P., & Tripodi, P. (2021). Logic in Analytic Philosophy: A Quantitative Analysis. *Synthese*, 198, 10991–11028. <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02770-5>.
- BonJour, L. (2017). The Dialectic of Foundationalism and Coherentism. In *The Blackwell Guide to Epistemology* (pp. 117–142). <https://doi.org/10.1002/9781405164863.ch4>.
- Brandon, D., Erdenebileg, S., Chimgee, D., Enerel, A., & Bilguun, A. (2019). The Impact of AI on Work. *Journal of Business and Innovation*, 5(4), 48–61.
- Bronkhorst, H., Roorda, G., Suhre, C., & Goedhart, M. (2020). Logical Reasoning in Formal and Everyday Reasoning Tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1673–1694. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10039-8>.
- Caruso, L. (2018). Digital Innovation and the Fourth Industrial Revolution: Epochal Social Changes? *Ai & Society*, 33(3), 379–392. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0736-1>.
- Chappell, T. (2012). Varieties of Knowledge in Plato and Aristotle. *Topoi*, 31, 175–190. <https://doi.org/10.1007/s11245-012-9125-z>.
- Cheung, K. K. C., Long, Y., Liu, Q., & Chan, H.-Y. (2024). Unpacking Epistemic Insights of Artificial Intelligence (AI) in Science Education: A Systematic Review. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00511-5>.
- Clark, G. (2010). Industrial Revolution. In *Economic Growth* (pp. 148–160). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230280823_22.
- Craig, E. (1976). Sensory Experience and the Foundations of Knowledge. *Synthese*, 33(1), 1–24.
- Croce, M. (2022). On Testimonial Knowledge and its Functions. 200(2), 141. *Synthese*, 200(141), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03528-x>.
- Cui, Y., & van Esch, P. (2023). Artificial Intelligence in Customer Service Strategy for Seamless Customer Experiences. *Artificial Intelligence in Customer Service: The next Frontier for Personalized Engagement*, 73–97. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33898-4_4.
- Dogaru, L. (2020). The Main Goals of the Fourth Industrial Revolution. *Renewable Energy Perspectives*. *Procedia Manufacturing*, 46, 397–401. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.058>.
- Duschinsky, R. (2012). Tabula Rasa and Human Nature. *Philosophy*, 87(4), 509–529. <https://doi.org/10.1017/S0031819112000393>.
- Elbasi, E., Zaki, C., Topcu, A. E., Abdelbaki, W., Zreikat, A. I., Cina, E., & Saker, L. (2023). Crop Prediction Model Using Machine Learning Algorithms. *Applied Sciences*, 13(16), 1–20.

- <https://doi.org/10.3390/app13169288>.
- Firman, H. (2019). *Pengantar Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam*. Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Sekolah Pascasarjana UPI.
- Gobo, G., & Marcheselli, V. (2021). Epistemology: The Foundations of Scientific Knowledge. In *Science, Technology and Society: An Introduction* (Vol. 71, Issue 1, pp. 35–51). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08306-8_3.
- Habil, S., El-Deeb, S., & El-Bassiouny, N. (2023). AI-Based Recommendation Systems: the Ultimate Solution for Market Prediction and Targeting. *The Palgrave Handbook of Interactive Marketing*, 683–704. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14961-0_30.
- Hamid, N. (2022). Reason in Kant's Theory of Cognition. *Canadian Journal of Philosophy*, 52(6), 636–653. <https://doi.org/10.1017/can.2023.3>.
- Hasper, P. S., & Yuridin, J. (2014). Between Perception and Scientific Knowledge: Aristotle's Account of Experience. In *Oxford Studies in Ancient Philosophy*, (Vol. 47, pp. 119–150). Oxford University Press. <https://doi.org/9780198722717.003.0004>.
- Hassija, V., Chamola, V., Mahapatra, A., Singal, A., Goel, D., Huang, K., Scardapane, S., Spinelli, I., Mahmud, M., & Hussain, A. (2024). Interpreting Black-Box Models: a Review on Explainable Artificial Intelligence. *Cognitive Computation*, 16(1), 45–74. <https://doi.org/10.1007/s12559-023-10179-8>.
- Humphreys, D. (2020). Mining Productivity and the Fourth Industrial Revolution. *Mineral Economics*, 33(1), 115–125. <https://doi.org/10.1007/s13563-019-00172-9>.
- Jerath, K. S. (2021). The First and Second Industrial Revolution. Science. In *Technology and Modernity: An Interdisciplinary Approach* (pp. 103–118). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80465-7_6.
- Jones, N. (2024, April 15). AI Now Beats Humans at Basic Tasks — New Benchmarks Are Needed, Says Major Report. *Stanford University's 2024 AI Index Charts the Meteoric Rise of Artificial-Intelligence Tools*. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-01087-4>.
- Khamim, S., Ahida, R., Muslimah, M., & Muyassaroh, I. K. (2024). Sumber-Sumber Pengetahuan dalam Filsafat Ilmu. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 4940–4947. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.13151>.
- King, R. (2022). The Utility of Pragmatism in Educational Research. *Creative Education*, 13(10), 3153–3161. <https://doi.org/10.4236/ce.2022.1310199>.
- Kirchner, F. (2020). AI-perspectives: the Turing option. *AI Perspectives*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s42467-020-00006-3>.
- Lau, C. F. (2019). Hegel's Critique of Foundationalism and Its Implications for Husserl's Dream of Rigorous Science. In *Hegel and Phenomenology* (pp. 61–75). https://doi.org/10.1007/978-3-030-17546-7_4.
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Applying Artificial Intelligence in Physical Education And Future Perspectives. *Sustainability*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su13010351>.
- Li, J., Bao, H., Han, X., Pan, F., Pan, W., Zhang, F., & Wang, D. (2017). Real-Time Self-Driving Car Navigation and Obstacle Avoidance Using Mobile 3D Laser Scanner and GNSS. *Multimedia Tools and Applications*, 76, 23017–23039. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-4211-7>.
- List, A., Peterson, E. G., Alexander, P. A., & Loyens, S. M. (2018). The Role of Educational Context In Beliefs About Knowledge, Information, and Truth: an Exploratory Study. *European Journal of Psychology of Education*, 33, 685–705. <https://doi.org/10.1007/s10212-017-0359-4>.
- Lu, C. (2024). Rethinking Artificial Intelligence From the Perspective of Interdisciplinary Knowledge Production. *Ai & Society*, 28(3), 1–2. <https://doi.org/10.1007/s00146-023-01839-2>.
- Marcus, W., & Watkins, E. (2020). Kant on Cognition and Knowledge. *Synthese*, 197(8), 3195–3213. <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1624-4>.
- McCleery, I. (2009). A Sense of the Past: Exploring Sensory Experience in the Pre-Modern World. *Brain*, 132(4), 1112–1117. <https://doi.org/10.1093/brain/awp020>.
- Modrak, D. (2020). Internal Senses and Aristotle's Cognitive Theory. In *The Internal Senses in the Aristotelian Tradition*, 17–28. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33408-6_2.
- Moran, S. (2013). Knowledge from Testimony: Benefits and Dangers. *Journal of Philosophy of Education*, 47(3), 323–340. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12001>.
- O'Brien, D. (2021). Humeanism and the epistemology of testimony. *Synthese*, 99, 2647–2669.

- <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02905-8>.
- Okunlola, J. O., Naicker, S. R., & Uleanya, C. (2024). Digital Leadership in the Fourth Industrial Revolution Enacted During the COVID-19 Pandemic: a Systematic Review. *Cogent Education*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2317258>.
- Pabubung, M. R. (2021). Epistemologi Kecerdasan Buatan (AI) dan Pentingnya Ilmu Etika dalam Pendidikan Interdisipliner. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 4(2), 152–159. <https://doi.org/10.23887/jfi.v4i2.34734>.
- Patil, P., Athavale, P., Bothara, M., Tambolkar, S., & Morea, A. (2023). Crop Selection and Yield Prediction using Machine Learning Approach. *Current Agriculture Research Journal*, 11(3), 968–980. <https://doi.org/10.12944/CARJ.11.3.26>.
- Peterson, A. J. (2024). AI and the Problem of Knowledge Collapse. *ArXiv Preprint ArXiv:2404.03502*, 2, 1–38. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.03502>.
- Rawas, S. (2024). AI: the Future of Humanity. *Discover Artificial Intelligence*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00118-3>.
- Reddy, S. (2024). Generative AI in Healthcare: an Implementation Science Informed Translational Path on Application, Integration and Governance. *Implementation Science*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13012-024-01357-9>.
- Rosenberg, N., & Trajtenberg, M. (2004). A General-Purpose Technology At Work: The Corliss Steam Engine In The Late-Nineteenth-Century United States. *The Journal of Economic History*, 64(1), 61–99. <https://doi.org/10.1017/S0022050704002608>
- Russo, F., Schliesser, E., & Wagemans, J. (2023). Connecting Ethics and Epistemology of AI. *Ai & Society*, 28(3), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01617-6>.
- Savitri, A. (2019). *Revolusi Industri 4.0: Mengubah Tantangan Menjadi Peluang di Era Disrupsi 4.0*. Genesis.
- Scaltsas, T. (2012). Knowledge as 'True Belief Plus Individuation'in Plato. *Topoi*, 31, 137–149. <https://doi.org/10.1007/s11245-012-9148-5>.
- Stango, M. (2023). History and the Manifestation of the Good in Plato's Republic. *Philosophies*, 8(2), 1--28. <https://doi.org/10.3390/philosophies8020037>.
- Tien, J. M. (2012). The Next Industrial Revolution: Integrated Services and Goods. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 21, 257–296. <https://doi.org/10.1007/s11518-012-5194-1>.
- Tubbs, N. (2023). Re-Educating Thinking: Philosophy, Education, and Pragmatism. *Journal of Philosophy of Education*, 57(2), 433–443. <https://doi.org/10.1093/jopedu/qhad031>.
- Tulshan, A. S., & Dhage, S. N. (2019). Survey on Virtual Assistant: Google assistant, Siri, Cortana, Alexa. *Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems: 4th International Symposium SIRS 2018*. Springer Singapore, 190–201. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5758-9_17.
- Uddin, M. N. (2019). Cognitive Science and Artificial Intelligence: Simulating the Human Mind and its Complexity. *Cognitive Computation and Systems*, 1(4), 113–116. <https://doi.org/10.1049/ccs.2019.0022>.
- Uzunkaya, S. Ş. (2020). From the First Industrial Revolution to Industry 4.0: Changes in Innovative Work Behaviours And Effects on The Global Economies. In *Strategic Outlook for Innovative Work Behaviours: Interdisciplinary and Multidimensional Perspectives* (pp. 207–219). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50131-0_12.
- van Assen, M., Muscogiuri, E., Tessarin, G., & De Cecco, C. N. (2022). Artificial intelligence: A Century-Old Story. In *Artificial Intelligence in Cardiothoracic Imaging* (pp. 3–13). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92087-6_1
- Vorras, A., & Mitrou, L. (2021). Unboxing the Black Box of Artificial Intelligence: Algorithmic Transparency and/or a Right to Functional Explainability. *EU Internet Law in the Digital Single Market*, 247–264. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69583-5_10.
- Wan, J., Cai, H., & Zhou, K. (2015). Industrie 4.0: Enabling Technologies. *International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*, 135–140. <https://doi.org/10.1109/ICAOT.2015.7111555>.
- Wilson, F. (2010). Hume and the Role of Testimony in Knowledge. *Episteme*, 7(1), 58–78. <https://doi.org/10.3366/E1742360009000811>.
- Wiryany, D., Natasha, S., & Kurniawan, R. (2022). Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi terhadap Perubahan Sistem Komunikasi Indonesia. *Jurnal Nomosleca*, 8(2), 242–252.
- Yuniarthe, Y. (2018). Application of Artificial Intelligence (AI) in Search Engine Optimization

- (SEO). *2017 International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIIIT)*. <https://doi.org/10.1109/ICSIIIT.2017.15>.
- Zhai, Y., Zhang, L., & Yu, M. (2024). AI in Human Resource Management: Literature Review and Research Implications. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01631-z>.
- Zhang, C., Yang, J., Zhang, C., & Yang, J. (2020). Second Industrial Revolution. In *A history of Mechanical Engineering* (pp. 137–195). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0833-2_5.
- Zhang, E. Y., Cheok, A. D., Pan, Z., Cai, J., & Yan, Y. (2023). From Turing to Transformers: A Comprehensive Review and Tutorial on the Evolution and Applications of Generative Transformer Models. *Sci*, 5(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/sci5040046>.
- Zhang, Q., Lu, J., & Jin, Y. (2021). Artificial Intelligence in Recommender Systems. *Complex & Intelligent Systems*, 7(1), 439–457. <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00212-w>.
- Zhuang, Q. (2024). The Journey of Energy Transition. In *From Coal to Hydrogen: A Long Journey of Energy Transition* (pp. 225–238). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55586-2_14.