



Kajian Filsafat Ilmu dalam Physical Layer Network Coding Pada Sistem Komunikasi IoT

Firman Hadi Sukma Pratama¹, Syaad Patmanthara²,
Mokh Sholihul Hadi³

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Semarang 5 Malang 65145 Jawa Timur

* Penulis Korespondensi: firman.hadi.2505349@students.um.ac.id

Abstract. *The rapid growth of the Internet of Things (IoT) has driven numerous innovations in wireless communications that not only demand technical efficiency but also raise philosophical questions about the nature of scientific knowledge. One such innovation is Physical Layer Network Coding (PLNC), a communication technique that utilizes signal interference as a source of information to enhance system performance. This paper examines the philosophical dimensions of science within PLNC, focusing on three fundamental aspects: ontology, epistemology, and axiology. Ontologically, PLNC represents a new paradigm in wireless communication that reinterprets interference not merely as noise but as an opportunity. Epistemologically, knowledge of PLNC is derived through scientific methods such as mathematical modeling, experimentation, and simulation—yielding intersubjective and verifiable truths. Axiologically, PLNC holds practical value in terms of energy efficiency, data reliability, and contributions to the sustainability of IoT ecosystems, while also raising ethical considerations regarding privacy and information security. Thus, this study demonstrates that the development of PLNC cannot be separated from philosophical reflection, emphasizing the profound interconnection between technological advancement, scientific methodology, and human values.*

Keywords: Epistemology; IoT; Ontology; Philosophy Science; PLNC

Abstrak. Perkembangan Internet of Things (IoT) mendorong lahirnya berbagai inovasi komunikasi nirkabel yang tidak hanya menuntut efisiensi teknis, tetapi juga memunculkan pertanyaan filosofis tentang hakikat ilmu pengetahuan. Salah satu inovasi penting adalah Physical Layer Network Coding (PLNC), sebuah teknik telekomunikasi yang memanfaatkan interferensi sinyal sebagai sumber informasi untuk meningkatkan kinerja sistem. Artikel ini membahas dimensi filsafat ilmu dalam PLNC, dengan menyoroti tiga aspek utama: ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Secara ontologis, PLNC dipandang sebagai paradigma baru dalam komunikasi nirkabel yang menafsirkan ulang makna interferensi bukan sekadar gangguan, melainkan peluang. Secara epistemologis, pengetahuan mengenai PLNC diperoleh melalui metode ilmiah berupa pemodelan matematis, eksperimen, dan simulasi yang menghasilkan kebenaran intersubjektif dan dapat diverifikasi. Secara aksiologis, PLNC memiliki nilai praktis berupa efisiensi energi, peningkatan reliabilitas data, dan kontribusi terhadap keberlanjutan ekosistem IoT, sekaligus menimbulkan pertimbangan etis terkait privasi dan keamanan informasi. Dengan demikian, kajian ini menunjukkan bahwa pengembangan PLNC tidak dapat dipisahkan dari refleksi filosofis yang menegaskan hubungan erat antara kemajuan teknologi, metode ilmiah, dan nilai kemanusiaan.

Kata Kunci: Epistemologi; Filsafat Ilmu; IoT; Ontologi; PLNC

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) telah menciptakan ekosistem teknologi yang menghubungkan miliaran perangkat cerdas dan menuntut komunikasi nirkabel yang semakin efisien, andal, serta hemat energi. Salah satu tantangan utama pada sistem IoT adalah komunikasi uplink, di mana banyak perangkat harus mengirimkan data secara simultan ke pusat jaringan. Keterbatasan spektrum, interferensi sinyal, serta tingginya *Bit Error Rate* (BER) menjadi kendala yang memerlukan solusi inovatif (Prasetia & Widiyari, 2025).

Relaying konvensional digunakan untuk meningkatkan jangkauan dan memperbaiki kualitas sinyal. Namun, metode ini membutuhkan dua tahap transmisi (dari node ke relay dan dari relay ke *base station*) yang justru meningkatkan probabilitas error serta konsumsi energi. Dalam konteks IoT dengan perangkat yang jumlahnya besar, solusi ini tidak cukup efisien.

Dalam konteks ini, *Physical Layer Network Coding* (PLNC) muncul sebagai pendekatan baru yang memanfaatkan interferensi bukan sebagai gangguan, tetapi sebagai sumber informasi yang dapat meningkatkan kinerja sistem. Jika metode *relaying* konvensional berfokus pada penghilangan interferensi, PLNC justru memanfaatkan interferensi tersebut untuk menggabungkan sinyal secara langsung pada lapisan fisik. Pendekatan ini mampu menurunkan BER dan meningkatkan efisiensi spektrum, sehingga relevan bagi kebutuhan komunikasi IoT masa kini.

Tujuan penelitian ini adalah menelaah dimensi filsafat ilmu yang melandasi pengembangan PLNC, mencakup ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Kajian ini tidak hanya mendeskripsikan PLNC secara teknis, tetapi juga mengungkap hakikat realitas ilmiah yang dikandungnya, proses memperoleh pengetahuan ilmiah, serta nilai praktis dan etis yang dihasilkan.

Kebaruan Penelitian

Berbeda dari penelitian sebelumnya yang dominan menilai PLNC dari sisi teknis seperti efisiensi spektrum, throughput, atau analisis BER murni kajian ini menekankan refleksi filosofis. Kebaruan penelitian ini adalah memandang PLNC sebagai paradigma ilmiah baru dalam komunikasi IoT yang dapat dianalisis melalui kerangka filsafat ilmu, sehingga memperluas pemahaman tentang hubungan antara teknologi dan nilai-nilai ilmiah (Yasin et al., 2018).

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas kinerja PLNC. Chen, et al, (2021) meneliti alokasi sumber daya pada sistem PLNC, (Ding, et al, 2020) menyoroti tantangan komunikasi IoT, dan Lu, et al (2020) mengeksplorasi prinsip-prinsip PLNC dalam jaringan nirkabel. Namun, kajian-kajian tersebut belum mengaitkan PLNC dengan dimensi ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan perspektif baru dengan menggabungkan studi pustaka teknis dari bidang komunikasi nirkabel dan literatur filsafat ilmu (Suryabrata, 2021) (Popper, 2022) untuk menguraikan nilai ilmiah PLNC secara komprehensif.

Dengan pendekatan ini, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu pengetahuan, sekaligus menjadi landasan refleksi etis bagi para peneliti dan praktisi teknologi komunikasi di era IoT.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Dasar *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things adalah paradigma teknologi yang menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet untuk saling bertukar data secara otomatis. IoT menuntut komunikasi nirkabel yang efisien, andal, dan hemat energi karena jumlah perangkat yang masif. Tantangan utama dalam komunikasi IoT adalah keterbatasan spektrum, interferensi sinyal, dan probabilitas kesalahan bit yang tinggi. Menurut (Ding, Z., Fan, P., & Poor, 2020), efisiensi komunikasi uplink menjadi kunci keberhasilan implementasi IoT, terutama pada jaringan dengan kepadatan perangkat yang tinggi.

Physical Layer Network Coding (PLNC)

PLNC adalah teknik komunikasi yang memungkinkan relay melakukan pengkodean sinyal langsung pada lapisan fisik, bukan pada lapisan jaringan atau aplikasi. Prinsip dasar PLNC adalah memanfaatkan interferensi sinyal yang diterima relay untuk menghasilkan kombinasi informasi biasanya melalui operasi logika seperti XOR yang kemudian disiarkan kembali ke penerima. Pendekatan ini mengurangi jumlah transmisi, meningkatkan efisiensi spektrum, dan menurunkan *Bit Error Rate* (BER) dibanding metode relaying konvensional (Lu, et al, 2020) (Chen, et al, 2021). PLNC menjadi penting pada IoT karena dapat meminimalkan latensi sekaligus menghemat daya perangkat.

Perspektif Filsafat Ilmu

a) Ontologi

Istilah *ontologi* berasal dari kata Yunani *on* atau *ontos* yang berarti “ada” dan *logos* yang berarti “ilmu” atau “kajian”. Secara sederhana, ontologi dapat dipahami sebagai cabang filsafat yang menelaah hakikat keberadaan dan susunan realitas. Ontologi berusaha menyingkap apa yang bersifat paling mendasar dan universal dari segala sesuatu, termasuk sifat, struktur, dan prinsip keberadaan itu sendiri. Dalam filsafat ilmu, ontologi mempelajari hakikat ilmu pengetahuan: apa yang menjadi objeknya, bagaimana sifat dan relasi di dalamnya, serta prinsip yang menyusunnya. Kajian ontologis seharusnya dilakukan secara metodis (mengikuti prosedur ilmiah), sistematis (memiliki keterkaitan antar unsur), koheren (tidak mengandung kontradiksi), rasional (berlandaskan penalaran yang logis), komprehensif (mencakup pandangan yang menyeluruh), radikal (menggali sampai akar persoalan), dan universal (memiliki kebenaran yang berlaku luas) sebagaimana diungkapkan (Suaedi, 2016).

b) Epistemologi

Kata *epistemologi* berasal dari *episteme* yang berarti “pengetahuan” dan *logos* yang berarti “ilmu”. Epistemologi merupakan cabang filsafat yang menelaah asal-usul, batas, dan

validitas pengetahuan manusia. Di dalamnya dibahas bagaimana pengetahuan terbentuk, sumber-sumbernya, serta cara membuktikan kebenaran atau keasliannya. Menurut Suaedi, (2016), beberapa aliran besar dalam epistemologi antara lain:

- 1) Rasionalisme, yang menegaskan bahwa akal atau rasio menjadi sumber utama pengetahuan.
- 2) Empirisme, yang memandang pengalaman inderawi sebagai dasar segala pengetahuan.
- 3) Realisme, yang meyakini bahwa objek yang ditangkap indera memiliki keberadaan nyata di luar pikiran.
- 4) Kritisisme, yang menggabungkan pengalaman indera dan akal budi dalam proses pembentukan pengetahuan.
- 5) Positivisme, yang menilai bahwa perkembangan pemikiran manusia melewati tiga tahap: teologis (pengetahuan absolut), metafisis (upaya memahami realitas tanpa bukti empiris), dan positif (penemuan hukum-hukum berdasarkan fakta).
- 6) Skeptisisme, yang meragukan keandalan indera karena dianggap dapat menyesatkan.
- 7) Pragmatisme, yang menilai kebenaran pengetahuan berdasarkan manfaat dan kegunaannya.

c) Aksiologi

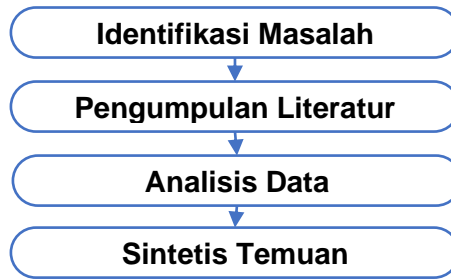
Aksiologi berasal dari kata Yunani *axios* yang berarti “nilai” dan *logos* yang berarti “ilmu” atau “teori”. Cabang filsafat ini memusatkan perhatian pada tujuan ilmu dan cara pemanfaatannya oleh manusia. Esensi kajian aksiologi adalah menilai kepentingan, manfaat, serta dampak ilmu pengetahuan bagi kehidupan. Fokusnya meliputi nilai kemanfaatan ilmiah, kesesuaian dengan norma budaya dan moral, serta pertimbangan etis seperti baik–buruk atau benar–salah dalam penerapan ilmu. (Aulia et al., 2024) menekankan bahwa aksiologi menuntun ilmu agar tidak hanya mengejar kebenaran teoritis, tetapi juga membawa manfaat praktis dan etis bagi masyarakat.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif–filosofis dengan metode studi pustaka (*library research*) yang dipadukan dengan kajian teknis sebagai contoh kasus. Tujuan utamanya adalah menelaah dimensi ontologi, epistemologi, dan aksiologi dalam pengembangan *Physical Layer Network Coding* (PLNC) pada sistem komunikasi *Internet of Things* (IoT).

Alur Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap sebagai gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Tahapan metode penelitian

a) Identifikasi Masalah

- 1) Menetapkan fokus kajian pada hubungan antara PLNC dan filsafat ilmu.
- 2) Merumuskan pertanyaan penelitian: bagaimana ontologi, epistemologi, dan aksiologi menjelaskan pengembangan PLNC dalam komunikasi IoT.

b) Pengumpulan Literatur

- 1) Mencari artikel dan buku melalui database akademik seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Google Scholar.
- 2) Memilih literatur teknis PLNC dan literatur filsafat ilmu sesuai kriteria yang ditetapkan.

c) Analisis Data

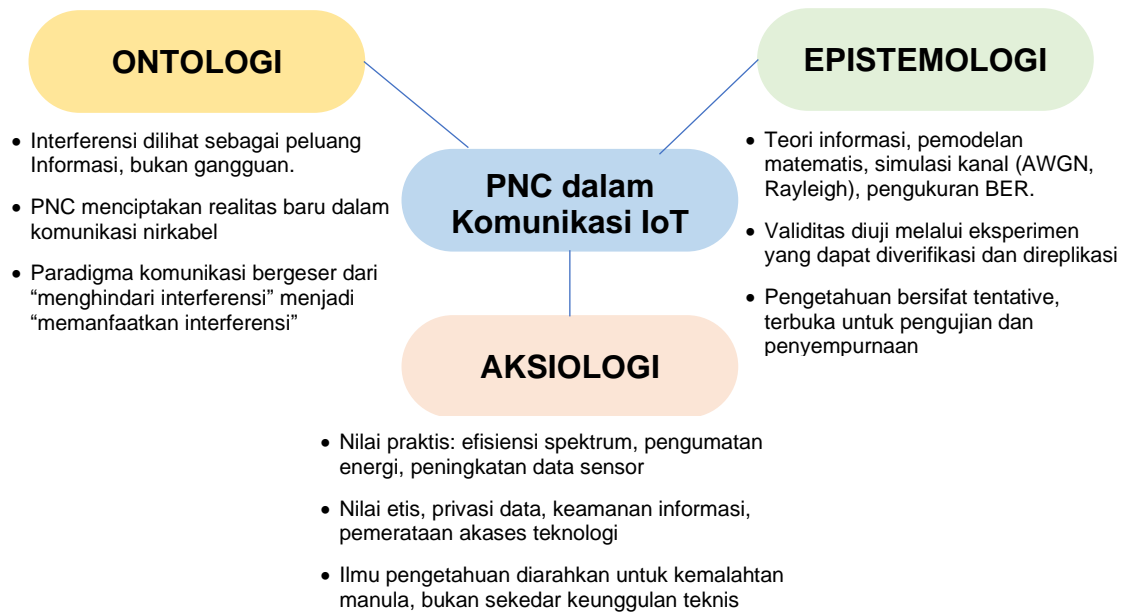
- 1) Analisis Ontologi : mengkaji hakikat PLNC sebagai realitas ilmiah, khususnya redefinisi interferensi sebagai peluang informasi.
- 2) Analisis Epistemologi : menelaah cara pengetahuan tentang bagaimana pemodelan PLNC diperoleh (Nurhayati & Pahmi, 2025).
- 3) Analisis Aksiologi : mengevaluasi nilai kegunaan praktis PLNC dalam meningkatkan efisiensi energi dan keandalan komunikasi, serta mempertimbangkan dampak etis seperti privasi dan keamanan data.

d) Sintesis Temuan

- 1) Menyusun hasil analisis dalam bentuk narasi yang menghubungkan konsep filsafat ilmu dengan bukti teknis dari literatur PLNC.
- 2) Menarik kesimpulan mengenai implikasi filosofis pengembangan teknologi komunikasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Memahami dimensi ilmu PLNC dalam komunikasi IoT ada dalam gambar 2 ini :



Gambar 2. Dimensi Filsafat ilmu dalam Model PLNC

Ontologi: Hakikat dan Realitas PLNC dalam Komunikasi IoT

Secara ontologis, PLNC merepresentasikan perubahan mendasar dalam cara ilmu komunikasi nirkabel memandang interferensi. Dalam teori komunikasi klasik, interferensi dianggap sebagai gangguan yang harus ditekan agar transmisi data tetap bersih. PLNC menafsirkan ulang konsep ini: interferensi tidak lagi semata-mata sebagai noise, melainkan entitas informasi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja sistem.

Pada lapisan fisik, PLNC memungkinkan dua perangkat IoT mengirim sinyal ke relay secara bersamaan (*multiple access phase*). Relay tidak memisahkan sinyal secara individual, tetapi langsung memproses superposisi sinyal menjadi kombinasi, misalnya melalui operasi XOR. Proses ini menciptakan realitas baru dalam komunikasi : pesan gabungan yang tetap memuat informasi kedua pengguna tanpa memerlukan transmisi terpisah. Realitas ontologis PLNC memperluas pemahaman tentang objek penelitian komunikasi. IoT bukan lagi sekadar jaringan pengirim dan penerima data, tetapi suatu sistem di mana "gangguan" dapat diolah menjadi sumber daya. Paradigma ini menunjukkan bahwa hakikat komunikasi nirkabel tidak statis; ia dapat berubah seiring ditemukannya cara baru untuk menginterpretasi fenomena fisik.

Epistemologi: Proses Perolehan dan Validasi Pengetahuan PLNC

Dari sudut epistemologi, pengetahuan mengenai PLNC dibangun melalui kombinasi teori informasi, pemodelan matematis, dan simulasi eksperimental. Peneliti merumuskan

model sinyal uplink IoT yang melibatkan kanal Additive White Gaussian Noise (AWGN) dan Rayleigh fading. Model ini menjadi dasar untuk menguji kemampuan PLNC dalam menurunkan Bit Error Rate (BER) dibanding metode relaying konvensional.

Metode ilmiah yang digunakan meliputi:

- a) **Formulasi Teoretis:** Menetapkan persamaan matematis superposisi sinyal, fungsi XOR pada lapisan fisik, serta parameter BER.
- b) **Simulasi Komputasi:** Menggunakan perangkat lunak (misalnya MATLAB) untuk menjalankan skenario uplink IoT dengan variasi SNR (0–30 dB) dan modulasi BPSK.
- c) **Analisis Empiris:** Membandingkan hasil simulasi antara PLNC dan relaying konvensional pada kanal AWGN dan Rayleigh untuk mengukur efisiensi spektrum dan reliabilitas data.

Dalam perspektif Popper, kebenaran ilmiah PLNC bersifat tentatif karena selalu terbuka terhadap falsifikasi. Model yang digunakan dapat diuji ulang dengan parameter berbeda atau pada kondisi lapangan yang lebih kompleks. Validitas pengetahuan PLNC diperkuat ketika hasil simulasi dan eksperimen independen menunjukkan kecenderungan yang konsisten: BER PLNC lebih rendah dibanding metode tradisional pada SNR menengah hingga tinggi. Pengetahuan teknis ini memperlihatkan bagaimana metode ilmiah bekerja untuk menghasilkan kebenaran intersubjektif. PLNC tidak hanya diakui karena keberhasilannya secara praktis, tetapi karena telah melalui proses pengujian, verifikasi, dan replikasi yang ketat.

Aksiologi: Nilai, Manfaat, dan Implikasi Etis PNC

Dari aspek aksiologi, PNC memiliki nilai praktis yang signifikan dalam pengembangan IoT. Dengan memanfaatkan interferensi, PNC :

- a) **Meningkatkan Efisiensi Spektrum :** Mengurangi jumlah transmisi yang diperlukan, sehingga penggunaan kanal menjadi lebih hemat.
- b) **Menurunkan Konsumsi Energi :** Perangkat IoT yang umumnya bertenaga baterai dapat menghemat daya karena durasi transmisi lebih singkat.
- c) **Meningkatkan Reliabilitas Data :** BER yang lebih rendah berarti kualitas data sensor lebih terjaga, penting untuk aplikasi seperti pemantauan kesehatan atau sistem industri.

Namun, nilai praktis tersebut membawa implikasi etis. Implementasi PNC dalam jaringan IoT menuntut perhatian pada privasi data dan keamanan informasi, mengingat proses penggabungan sinyal dapat menimbulkan kerentanan baru jika tidak dilengkapi enkripsi yang memadai. Selain itu, penerapan teknologi efisien seperti PNC dapat menciptakan kesenjangan akses antara pihak yang mampu mengadopsinya dengan yang tidak, sehingga memunculkan pertanyaan etis mengenai distribusi manfaat teknologi seperti yang ada di Tabel 1.

Secara Aksiologi PNC menegaskan bahwa kemajuan teknologi komunikasi tidak hanya diukur dari kinerja teknis, tetapi juga dari sejauh mana ia membawa kebaikan bagi masyarakat. Penerapan PNC yang etis harus memperhatikan nilai-nilai kemanusiaan, keadilan distribusi, dan keberlanjutan lingkungan.

Tabel 1. Penerapan Filsafat Ilmu pada PNC dalam Komunikasi IoT

Aspek	Pertanyaan	Penerapan pada PNC dalam IoT	Implikasi
Ontologi	Apa hakikat objek yang diteliti	PNC sebagai paradigma komunikasi baru yang memanfaatkan interferensi.	Mengubah konsep interferensi dari hambatan menjadi peluang.
Epistemologi	Bagaimana pengetahuan diperoleh?	Pemodelan matematis, simulasi kanal, pengukuran BER.	Pengetahuan valid, replikatif, dan sesuai metode ilmiah.
Aksiologi	Untuk apa penelitian digunakan?	Menurunkan BER, meningkatkan reliabilitas komunikasi IoT.	Efisiensi energi, kualitas data sensor, dukungan ekosistem IoT.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Physical Layer Network Coding (PNC) dalam sistem komunikasi Internet of Things (IoT) bukan hanya sekadar inovasi teknis untuk menekan Bit Error Rate (BER) dan meningkatkan efisiensi spektrum, tetapi juga merupakan contoh nyata dinamika ilmu pengetahuan yang dapat dianalisis melalui perspektif filsafat ilmu. Dari sudut ontologi, PNC menghadirkan paradigma baru dalam komunikasi nirkabel dengan memandang interferensi bukan lagi sebagai gangguan, melainkan sebagai sumber informasi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja sistem. Perspektif ini mengubah hakikat realitas komunikasi dan memperluas cakupan objek penelitian dalam ilmu telekomunikasi. (Ong & Nurhayati, 2024)

Dari sisi epistemologi, pengetahuan tentang PNC diperoleh melalui proses ilmiah yang ketat, mulai dari pemodelan matematis, simulasi kanal AWGN dan Rayleigh, hingga analisis empiris Bit Error Rate. Proses ini menegaskan bahwa kebenaran ilmiah bersifat tentatif, terbuka terhadap pengujian dan perbaikan, dan hanya dapat diakui ketika mampu diverifikasi secara metodologis. Sementara itu, aksiologi menempatkan PNC sebagai teknologi yang memiliki nilai kemanfaatan tinggi bagi masyarakat. PNC tidak hanya memberi manfaat praktis berupa efisiensi energi dan keandalan data sensor, tetapi juga menuntut perhatian pada isu etis seperti privasi data, keamanan informasi, dan kesetaraan akses teknologi agar hasil inovasi benar-benar memberi manfaat yang merata. (Jamaluddin et al., 2021)

Penelitian ini menegaskan bahwa setiap kemajuan teknologi komunikasi, termasuk PNC, harus dipahami sebagai hasil interaksi antara realitas ilmiah, proses pencarian kebenaran, dan pertimbangan nilai kemanusiaan. Ke depan, penelitian lanjutan dapat diarahkan pada

pengujian PNC dalam kondisi lapangan yang lebih kompleks, integrasi dengan metode komunikasi generasi baru seperti Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA), serta kajian etis yang lebih mendalam untuk memastikan bahwa perkembangan teknologi tidak hanya unggul secara teknis tetapi juga bertanggung jawab secara sosial. (Dai, L., Wang, B., Wang, M., Wang, Z., Yang, J., & Chen, 2020)

DAFTAR REFERENSI

- Aulia, M. H., Nisrina, P., & Parhan, M. (2024). KONTRIBUSI AKSIOLOGI DALAM FILSAFAT DAN ILMU PENGETAHUAN TERHADAP SOLUSI MASALAH ETIS DI ERA MODERN. *Jurnal Pendidikan Sejarah Dan Riset Sosial Humaniora (KAGANGA)*, 7(2), 1698–1712. <https://doi.org/10.31539/kaganga.v7i2.12695>
- Chen, X., Zhang, J., & Li, Y. (2021). Resource Allocation for Physical Layer Network Coding in Wireless Networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 20(5), 3224–3238. <https://doi.org/10.1109/TWC.2021.3057890>
- Comte, A. (2018). *The Positive Philosophy* (Reprint Ed). Cambridge University Press.
- Dai, L., Wang, B., Wang, M., Wang, Z., Yang, J., & Chen, S. (2020). A Survey of Non-Orthogonal Multiple Access for 5G. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 23(3), 2011–2050. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3073267>
- Ding, Z., Fan, P., & Poor, H. V. (2020). On the Design of Wireless IoT Networks: Challenges and Opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(10), 9560–9574. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2994891>
- Jamaluddin, J., Zarlis, M., Nasution, Z., & Efendi, S. (2021). PENDEKATAN FILSAFAT ILMU PADA CLOUD SECURITY. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 5(2), 162–168.
- Kuhn, T. S. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions* (3rd ed).
- Lu, L., Li, G. Y., Swindlehurst, A. L., Ashikhmin, A., & Zhang, R. (2020). An Overview of Physical Layer Network Coding for Next-Generation Wireless System. *IEEE Wireless Communications*, 27(3), 118–125. <https://doi.org/10.1109/MWC>
- Nurhayati, A., & Pahmi, S. (2025). Filsafat Ilmu Dalam Era Digital : Analisis Epistemologis Dan Etis Terhadap Transformasi Pengetahuan Di Dunia Modern. *Indonesian Journal of Science, Technology and Humanities*, 2(3), 254–260.
- Ong, D., & Nurhayati, M. S. (2024). Analisa Pengembangan Dan Pemanfaatan App Wireless Charging. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 7399–7414.
- Popper, K. R. (2022). *The Logic of Scientific Discovery* (Revised ed). Routledge.
- Prasetya, R. D., & Widiyarsi, I. R. (2025). Perancangan IoT Monitoring Lingkungan Berbasis. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 10(1), 652–666.

- Suaedi. (2016). Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi Ilmu Pengetahuan. *Jurnal Inovasi Teknik Dan Edukasi Teknologi*, 1(8), 584–591.
- Suryabrata, S. (2021). *Filsafat Ilmu: Ontologi, Epistemologi, Aksiologi*. Rajawali Pers.
- Yasin, V., Zarlis, M., & Nasution, M. K. . (2018). Filsafat logika dan ontologi ilmu komputer. *JISAMAR*, 2(2), 68–75