Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi **ISSN: 2654-3788**
Penerbit: Program Studi Teknik Informatika Universitas Pamulang **e-ISSN: 2654-4229**
Vol. 9, No. 1, January 2026 (70-83) **DOI: https://doi.org/10.32493/jtsi.v9i1.58508**

Tinjauan Literatur Sistematis dan Analisis Bibliometrik tentang Isu Etika dan Tata Kelola Kecerdasan Buatan dalam Aplikasi Militer dan Peperangan

Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2*], Jan Everhard[3]

[1,2,3] Fakultas Teknologi Informasi, Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia
e-mail: [1]bambang_suharjo@tnial.mil.id, [2]dendi.sunardi@unpam.ac.id,
[3]yan.everhard@budiluhur.ac.id
*Corresponding author

Submitted Date: December 04, 2026 Reviewed: December 20, 2026
Revised Date: January 06, 2026 Accepted Date: January 25 , 2026

Abstract

The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) in military applications has raised a range of ethical and governance concerns, particularly regarding the use of Autonomous Weapon Systems (AWS) in making lethal decisions without direct human involvement. While these developments offer strategic advantages, they also introduce significant challenges in ensuring accountability, transparency, and compliance with international humanitarian law. This study aims to systematically examine and map the knowledge structure and global research trends related to ethical and governance issues of AI in the military domain. The research adopts a Systematic Literature Review (SLR) approach based on the PRISMA protocol, combined with bibliometric analysis of 469 articles published between 2020 and 2025. The analysis is conducted using VOSviewer to identify thematic clusters, relationships among research topics, and the overall density of scholarly discourse. The findings reveal seven major thematic clusters, including ethical foundations and human-centric approaches, operational systems and decision-making, robotics and autonomous systems, military applications and strategy, governance and regulatory frameworks, ethical principles and accountability, and technical foundations based on machine learning. Network visualization indicates that ethical issues are closely interconnected with governance as the central focus of the discourse, while density analysis shows that the terms "artificial intelligence," "ethics," and "application" dominate the research landscape. The study also highlights a gap between normative ethical frameworks and practical implementation in the development and deployment of AI in military contexts. Therefore, stronger governance frameworks are required to ensure accountability and compliance with international regulations. This research contributes by mapping current research directions and identifying future research opportunities, particularly in developing more adaptive and context-aware AI governance approaches.

Keywords: Artificial Intelligence; Autonomous Weapon Systems; Military Ethics; AI governance; Systematic Literature Review; Bibliometric Analysis.

Abstrak

Perkembangan pesat kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam aplikasi militer telah memunculkan berbagai isu etika dan tata kelola, terutama terkait penggunaan *Autonomous Weapon Systems* (AWS) dalam pengambilan keputusan mematikan tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Transformasi ini tidak hanya menghadirkan peluang strategis, tetapi juga menimbulkan tantangan serius dalam memastikan akuntabilitas, transparansi, dan kepatuhan terhadap hukum humaniter internasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis serta memetakan struktur pengetahuan dan tren penelitian global terkait isu etika dan tata kelola AI dalam konteks militer. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan PRISMA yang dikombinasikan dengan analisis bibliometrik terhadap 469 artikel yang dipublikasikan pada periode 2020–2025. Analisis dilakukan menggunakan VOSviewer untuk mengidentifikasi klaster tematik, hubungan antar topik penelitian, serta tingkat kepadatan kajian. Hasil penelitian menunjukkan adanya tujuh klaster tematik utama, yaitu landasan etika dan pendekatan human-centric, sistem operasional dan pengambilan keputusan, robotika dan sistem

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

otonom, aplikasi militer dan strategi, tata kelola dan kerangka regulasi, prinsip etika dan tanggung jawab, serta fondasi teknis berbasis *machine learning*. Visualisasi jaringan mengindikasikan bahwa isu etika memiliki keterkaitan yang erat dengan aspek tata kelola sebagai pusat diskursus, sementara analisis kepadatan menunjukkan bahwa topik *artificial intelligence*, *ethics*, dan *application* menjadi fokus utama dalam perkembangan penelitian. Temuan penelitian ini juga mengungkap adanya kesenjangan antara pendekatan normatif dan implementasi praktis dalam pengembangan serta penerapan AI di domain militer. Oleh karena itu, diperlukan penguatan kerangka tata kelola yang mampu menjamin akuntabilitas dan kepatuhan terhadap regulasi internasional. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memetakan arah perkembangan riset sekaligus mengidentifikasi peluang penelitian lanjutan, khususnya dalam pengembangan tata kelola AI yang lebih adaptif dan kontekstual.

Kata Kunci : Artificial intelligence; Autonomous Weapon Systems; Etika Militer; Tata kelola AI; Systematic Literature Review; Analisis Bibliometrik.

1. Pendahuluan

Perkembangan pesat dalam teknologi *Artificial Intelligence* (AI) telah membuka kemungkinan penerapan pada berbagai sektor, termasuk di ranah militer. Integrasi AI ke dalam sistem persenjataan dan sistem militer otomatis seperti *Autonomous Weapon Systems* (AWS) menimbulkan pertanyaan mendesak terkait aspek etika, hukum, dan *governance*. Sistem semacam ini memungkinkan mesin untuk memilih dan menyerang target tanpa keterlibatan manusia langsung, sehingga menimbulkan dilema moral mendasar: bolehkah keputusan hidup–mati diserahkan pada algoritma tanpa campur tangan manusia? (ICRC, 2018). Dari perspektif etika termasuk gagasan mengenai kontrol manusia yang bermakna (*meaningful human control*) banyak pihak mempertanyakan apakah delegasi keputusan penggunaan kekuatan kepada mesin dapat diterima secara moral. Bagi sebagian besar peneliti dan organisasi internasional, keputusan mematikan tetap harus berada di tangan manusia, agar akuntabilitas dan tanggung jawab moral tidak hilang (Eklund, 2020; ICRC, 2018).

Secara hukum internasional, AWS menimbulkan tantangan bagi penerapan prinsip dasar International Humanitarian Law (IHL), terutama prinsip *distinction* (pembedaan antara kombatan dan sipil) dan *proportionality* (proporsionalitas antara keuntungan militer dan dampak terhadap warga sipil). Literatur menunjukkan bahwa kemampuan AI untuk mengenali konteks kompleks medan perang misalnya penyamaran sipil atau dinamika non-kombatan sangat terbatas, sehingga penggunaan AWS dapat berisiko melanggar hukum kemanusiaan internasional (ICRC, 2014). Meskipun kajian mengenai etika dan regulasi AI militer semakin berkembang, penelitian yang mengintegrasikan perspektif Sistem Informasi dengan tata kelola sistem AI dalam domain pertahanan masih relatif terbatas. Sebagian besar studi berfokus pada diskursus normatif dan kebijakan, sementara pemetaan sistematis mengenai tren penelitian, aktor utama, serta model governance berbasis bukti ilmiah masih jarang dilakukan (Simmons-Edler et al., 2025).

Di sisi lain, penekanan pada efisiensi, kecepatan, dan keunggulan militer membuat adopsi AI di militer tampak sangat menarik bagi banyak negara. Menurut analisis terkini, AI dalam sistem militer dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi beban personel, dan mempercepat keputusan operasional aspek-aspek yang sering dijadikan argumen pro penggunaan AWS (Kementerian Pertahanan RI, 2025). Namun demikian, kemajuan teknologi ini berjalan jauh lebih cepat dibanding pembaruan regulasi dan kerangka hukum internasional, sehingga menciptakan kesenjangan struktural antara potensi teknologi dan kedewasaan tata kelola global (Simmons-Edler et al., 2025).

Kondisi ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk melakukan kajian sistematis terhadap literatur terkait. Melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), penelitian ini bermaksud memetakan bagaimana komunitas akademik dan kebijakan global telah mengeksplorasi isu etika, hukum, dan *governance* AI di militer/*Warfare* termasuk bagaimana mereka mendefinisikan tantangan, solusi, dan rekomendasi regulasi. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat mengidentifikasi tren utama, gap riset, dan arah kebijakan yang diperlukan agar penggunaan AI di ranah militer tetap berada dalam koridor etis dan legal.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam beberapa aspek penting. Pertama, penelitian ini memetakan struktur pengetahuan serta tren penelitian global terkait isu etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam domain militer. Kedua, penelitian ini mengidentifikasi klaster-klaster tematik utama beserta

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

keterkaitan antar topik yang berkembang dalam literatur. Ketiga, penelitian ini mengungkap adanya kesenjangan antara pendekatan normatif dan implementasi praktis dalam pengembangan serta penerapan AI di lingkungan militer. Selain itu, penelitian ini menawarkan kerangka konseptual tata kelola sistem Artificial Intelligence pada domain pertahanan yang mengintegrasikan prinsip etika, hukum internasional, dan kontrol sistem sebagai bagian dari pengembangan Sistem Informasi pertahanan (ICRC, 2018; Simmons-Edler et al., 2025).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi dan mensintesis penelitian mengenai isu etika dan tata kelola *Artificial Intelligence* (AI) dalam konteks militer dan *warfare*. SLR dipilih karena metode ini menyediakan pendekatan yang terstruktur, transparan, dan dapat direplikasi untuk menelaah bukti ilmiah yang sudah ada (Kitchenham & Charters, 2007). Berbeda dengan literature review tradisional, SLR menuntut adanya prosedur seleksi literatur, dokumentasi proses pencarian, dan analisis berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan sehingga dapat meminimalkan bias penelitian (Tranfield et al., 2003).

a. Kerangka Metodologis

Protokol SLR ini mengikuti model yang direkomendasikan oleh Kitchenham & Charters, 2007 yang membagi proses penelitian menjadi tiga tahap utama: perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Pengembangan protokol dilakukan sebelum tahap pencarian untuk memastikan bahwa strategi pencarian, kriteria inklusi dan eksklusi, serta teknik analisis yang digunakan konsisten dan terstandarisasi. Pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip transparansi ilmiah dan keterlacakan metode sebagaimana dijelaskan oleh Petticrew & Roberts, 2006.

b. Rumusan Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dirumuskan menggunakan pendekatan PICo *(Population–Interest–Context)* agar fokus kajian tidak melebar. Teknik ini umum digunakan dalam review sistematis karena membantu menyesuaikan ruang lingkup penelitian dengan tujuan kajian (Booth et al., 2016). Rumusan pertanyaan dalam penelitian ini berfokus pada definisi AWS, isu etika dan moral, perspektif hukum dan governance, perdebatan penggunaan AWS, serta celah penelitian yang belum terjawab dalam literatur.

c. Sumber Data dan Strategi Pencarian Literatur

Pencarian artikel dilakukan pada database ilmiah bereputasi seperti Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ScienceDirect, dan SpringerLink. Pemilihan lebih dari satu database dilakukan untuk meningkatkan keluasan jangkauan literatur dan mengurangi potensi bias publikasi (Booth et al., 2016).Pencarian literatur menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean, di antaranya: *"artificial intelligence"*, *"autonomous weapon systems"*, *"lethal autonomous weapons"*, *ethics*, *governance*, *military*, dan *warfare*. Teknik pencarian berbasis kata kunci ini digunakan agar artikel yang diperoleh benar-benar relevan dengan masalah penelitian (Snyder, 2019).

d. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi mencakup: (1) artikel yang relevan dengan konteks AI dalam ranah militer; (2) bahasan mengenai etika, moral, governance, atau hukum; (3) publikasi berbahasa Inggris atau Indonesia; dan (4) rentang publikasi tahun 2015–2025 untuk menjaga relevansi isu. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi: artikel tanpa *full-text*, artikel yang hanya membahas AI secara umum, artikel duplikat, dan sumber non-ilmiah. Penetapan kriteria seleksi ini merupakan praktik standar dalam SLR untuk memastikan kualitas dan relevansi artikel (Kitchenham & Charters, 2007).

e. Prosedur Seleksi Artikel (PRISMA)

Prosedur seleksi artikel mengikuti pedoman PRISMA 2020 untuk meningkatkan transparansi proses review (Page et al., 2021). Proses seleksi dilakukan melalui empat tahap: (1) *identification* dengan mengumpulkan semua artikel yang terkait; (2) *screening* berdasarkan judul dan abstrak; (3) *eligibility* melalui pemeriksaan full-text; dan (4) *included*, yakni artikel akhir yang dimasukkan ke dalam analisis.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Pendekatan ini umum digunakan untuk menghindari bias seleksi dan menjaga ketelitian penyaringan artikel (Moher et al., 2009).

f. Ekstraksi Data dan Penilaian Kualitas

Data yang diekstraksi dari artikel meliputi nama penulis, tahun publikasi, metodologi, fokus kajian, dan temuan utama. Selain itu, dilakukan penilaian kualitas (*quality assessment*) untuk mengevaluasi validitas, originalitas, dan kontribusi artikel terhadap topik. Praktik ini merupakan bagian penting dalam SLR untuk memastikan bahwa kesimpulan didasarkan pada sumber yang kredibel (Petticrew & Roberts, n.d.).

g. Teknik Analisis

Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *thematic analysis*, yaitu mengidentifikasi pola temuan dan mengelompokkan literatur ke dalam kategori tematik. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian interdisipliner karena memungkinkan pemetaan isu dan pengorganisasian konsep secara sistematis (Braun & Clarke, n.d.). Tema utama yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup: definisi AWS, etika dan moralitas, aspek hukum dan *governance*, perdebatan penggunaan AWS, dan gap penelitian.

h. Validitas dan Replikasi

Seluruh proses pencarian, seleksi, dan analisis literatur didokumentasikan secara sistematis sehingga memungkinkan replikasi penelitian oleh pihak lain. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip transparansi dan keterlacakan metodologis dalam SLR (Snyder, 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

a. Data

Langkah penelitian dengan data yang diperoleh dengan metode PRISMA, menggunakan *software* PoP menggunakan kata kunci : “artificial intelligence” AND (“military” OR “warfare”) AND “ethics” pada Google Scholar tahun 2020 – 2025, dengan batasan 500 artikel. Selanjutnya dilakukan screening. Hasil screening diperoleh 31 file yang tidak relevan, sehingga dikeluarkan dari daftar artikel yang akan diproses lanjut. Dengan demikian terdapat 469 artikel di Google Scholar dapat dilanjutkan proses pengecekan elegibilitas. Hasilnya adalah semua *elegible*, dan dimasukkan bahan untuk analisis SLR menggunakan Vosviewer.

b. Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik kuantitatif korpus literatur yang dianalisis dalam penelitian ini. Tahap ini penting dalam *Systematic Literature Review* karena berfungsi untuk memetakan tingkat produktivitas ilmiah, dampak akademik, serta distribusi perhatian penelitian terhadap isu etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam aplikasi militer dan peperangan. Statistik deskriptif yang disajikan mencakup jumlah artikel, ukuran tendensi sentral sitasi, nilai ekstrem, serta pola sebaran sitasi, yang secara kolektif merefleksikan dinamika perkembangan dan kematangan bidang kajian ini.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Data Penelitian

Statistik	Nilai
Jumlah artikel (Count)	469
Rata-rata sitasi (Mean)	83,74
Median sitasi	29
Sitasi minimum	0
Sitasi maksimum	2864
Sebaran	Sangat *right-skewed* — sebagian kecil artikel sangat tinggi sitasinya

Berdasarkan tabel 1, korpus literatur terdiri atas 469 artikel, menunjukkan bahwa isu etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam konteks militer dan peperangan telah menarik perhatian akademik yang signifikan. Nilai rata-rata sitasi yang relatif tinggi (83,74) mengindikasikan adanya beberapa karya yang memiliki pengaruh besar dalam membentuk diskursus ilmiah di bidang ini. Namun, perbedaan yang

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

mencolok antara nilai mean dan median (29) menunjukkan bahwa distribusi sitasi bersifat sangat *right-skewed*, di mana sebagian kecil artikel memperoleh sitasi yang sangat tinggi sementara mayoritas artikel memiliki sitasi yang lebih rendah.

Nilai sitasi maksimum yang mencapai 2864 menegaskan keberadaan publikasi seminal yang menjadi rujukan utama dalam perdebatan global mengenai *lethal autonomous weapon systems*, tanggung jawab moral, dan kerangka tata kelola internasional kecerdasan buatan militer. Sebaliknya, keberadaan artikel dengan sitasi nol mencerminkan masuknya publikasi yang relatif baru atau karya dengan cakupan yang lebih spesifik dan kontekstual. Pola sebaran ini menunjukkan bahwa bidang kajian masih berkembang secara dinamis, dengan ketergantungan yang kuat pada sejumlah karya kunci sebagai fondasi konseptual, sekaligus membuka ruang bagi penelitian lanjutan yang lebih beragam dan interdisipliner.

Analisis distribusi publikasi berdasarkan tahun dilakukan untuk mengidentifikasi dinamika temporal perkembangan penelitian mengenai isu etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam aplikasi militer dan peperangan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami pola pertumbuhan, periode intensifikasi diskursus, serta kemungkinan pengaruh peristiwa global, perkembangan teknologi, dan kebijakan internasional terhadap meningkat atau menurunnya perhatian akademik pada topik tersebut.

Tabel 2. Tren Publikasi 6 tahun terkahir

Tahun	Jumlah Artikel
2020	89
2021	84
2022	73
2023	91
2024	79
2025	53
Jumlah	469

Terlihat pada tabel 2, bahwa publikasi terkait etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam konteks militer menunjukkan tren yang relatif stabil dengan fluktuasi moderat sepanjang periode 2020–2025. Puncak jumlah publikasi terjadi pada tahun 2023, yang mengindikasikan meningkatnya perhatian akademik seiring dengan percepatan adopsi teknologi AI dalam sistem pertahanan serta menguatnya perdebatan global mengenai *autonomous weapon systems* dan regulasi internasional. Penurunan jumlah artikel pada tahun 2025 kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan data karena tahun berjalan, bukan mencerminkan penurunan minat penelitian secara substantif. Secara keseluruhan, pola temporal ini menegaskan bahwa isu etika dan tata kelola AI militer merupakan bidang kajian yang berkembang berkelanjutan dan responsif terhadap dinamika teknologi serta kebijakan global.

Analisis sepuluh publikasi dengan jumlah sitasi tertinggi dilakukan untuk mengidentifikasi karya-karya kunci (*highly influential works*) yang membentuk fondasi konseptual dan normatif dalam kajian etika serta tata kelola kecerdasan buatan. Dalam konteks *Systematic Literature Review*, publikasi dengan sitasi tinggi berperan penting sebagai rujukan utama yang memengaruhi arah diskursus, kerangka etis, serta perumusan kebijakan AI, termasuk dalam domain militer dan peperangan. Dengan menelaah karakteristik karya-karya ini, dapat dipahami perspektif dominan, isu sentral, dan pendekatan normatif yang paling berpengaruh dalam literatur.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Tabel 3. Rangkuman Publikasi

No	Sitasi	Penulis	Judul	Tahun	Publisher
1	2864	T. Hagendorff	*The ethics of AI ethics: An evaluation of guidelines*	2020	Springer
2	1256	A. Das, P. Rad	*Opportunities and challenges in explainable artificial intelligence (XAI)*	2020	arxiv.org
3	1028	A. Kaplan, M. Haenlein	*Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of AI*	2020	Elsevier
4	870	V.C. Müller	*Ethics of Artificial Intelligence and Robotics*	2020	plato.stanford.edu
5	846	H. Roberts, J. Cowls, J. Morley, M. Taddeo, et al.	*The European approach to Trustworthy AI*	2022	Springer
6	844	S. Mohamed, M.T. Png, W. Isaac	*Decolonial AI: Decolonizing Artificial Intelligence*	2020	Springer
7	825	S. Thiebes, S. Lins, A. Sunyaev	*Trustworthy Artificial Intelligence*	2021	Springer
8	818	K. Siau, W. Wang	*Artificial Intelligence (AI) Ethics: Ethics of AI and Ethical AI*	2020	IGI Global
9	671	A. Taeihagh	*Governance of Artificial Intelligence*	2021	Oxford Academic
10	633	N. Bostrom	*Ethical issues in advanced artificial intelligence*	2020	Taylor & Francis

Tabel 3 menunjukkan bahwa literatur dengan sitasi tertinggi didominasi oleh karya-karya yang bersifat konseptual, normatif, dan lintas sektor, dengan fokus pada etika AI, *trustworthy AI*, tata kelola, serta implikasi sosial dan politik dari kecerdasan buatan. Dominasi publikasi tahun 2020 mencerminkan momentum global ketika diskursus etika AI menguat secara signifikan, seiring dengan meningkatnya kekhawatiran terhadap otonomi sistem cerdas, akuntabilitas, dan dampaknya terhadap keamanan internasional.

Meskipun sebagian besar karya tidak secara eksplisit membahas konteks militer, prinsip-prinsip etika, tata kelola, dan kepercayaan yang dikemukakan dalam publikasi ini menjadi landasan normatif utama dalam perdebatan mengenai penggunaan AI di bidang pertahanan dan peperangan. Hal ini menunjukkan bahwa kajian AI militer sangat bergantung pada kerangka etika umum yang dikembangkan dalam literatur AI sipil dan global, sekaligus menegaskan adanya peluang riset untuk mengontekstualisasikan prinsip-prinsip tersebut secara lebih spesifik pada domain militer.

c. Cluster

Setelah dilakukan analisis deskriptif dan identifikasi publikasi dengan pengaruh sitasi tertinggi, tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah klasterisasi kata kunci untuk mengungkap struktur tematik laten dalam literatur. Klasterisasi bertujuan untuk memetakan pola ko-okurensi istilah yang sering muncul secara bersamaan, sehingga dapat mengidentifikasi fokus penelitian dominan, keterkaitan antarisu, serta fragmentasi topik dalam kajian etika dan tata kelola kecerdasan buatan pada aplikasi militer dan peperangan.

Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang lebih sistematis terhadap arah perkembangan wacana dan basis konseptual yang membentuk bidang kajian tersebut.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Tabel 4. Klasterisasi Kata Kunci pada Publikasi

Cluster 1	***Cluster 2***	***Cluster 3***	***Cluster 4***	***Cluster 5***	***Cluster 6***	***Cluster 7***
AI ethics	*Benefit*	*Area*	*Age*	*China*	*Advance*	*Case*
AI system	*Big data*	*Battlefield*	*Application*	*Context*	*Analysis*	*Ethicak principle*
Article	*Chapter*	*Challenge*	*Artificial intelligence ethics*	*Data*	*Development*	*Field*
Artificial intelligence	*Decision Making*	*Computer*	*Capability*	*Governance*	*Domain*	*Machine learning*
Aspect	*Framework*	*Definition*	*Cyber Warfare*	*Impact*	*Principle*	*Technology*
Author	*Future*	*Drone*	*Defence*	*Influence*	*Responsibility*	*Way*
Concern	*Implication*	*Ethics*	*Digital ethics*	*Integration*	*Technological advanced*	
Deployment	*Law*	*Intelligence*	*Education*	*Military AI*	*Theory*	
Ethical consideration	*Military drone*	*Issue*	*Military*	*Military Application*	*Value*	
Ethical implication	*Military ethics*	*Machine*	*Military context*	*Military Artificial Intelligence*	*World*	
Ethical issue	*Military operation*	*Military Robot*	*Opportunity*	*Military Technology*		
Ethics	*Military personal*	*Military System*	*Question*	*National Security*		
Healthcare	*Military use*	*Morality*	*Recommendation*	*Policy*		
Human	*Modern warfare*	*Practice*	*Strategy*	*Regulation*		
Human right	*Risk*	*Robot*	*System*	*Survey*		
Need	*Role*	*Robotic*	*Virtue*			
Part	*Security*	*Rule*				
Perspective	*Soldier*	*Term*				
Privacy	*War*	*Use*				
Research	*Warfare*					
Review						
Sector						
Society						
Trust						
Work						

Hasil klasterisasi pada tabel 4 menghasilkan tujuh klaster tematik yang mencerminkan keberagaman perspektif dalam literatur. Klaster 1 berfokus pada isu fundamental etika AI, hak asasi manusia, dan implikasi normatif penggunaan sistem cerdas. Klaster 2 menyoroti manfaat, risiko, serta tantangan operasional AI dalam konteks militer dan peperangan modern. Klaster 3 dan 4 merepresentasikan dimensi teknologi dan aplikasi, termasuk drone, robot militer, *cyber warfare*, dan konteks operasional pertahanan. Klaster 5 menekankan aspek tata kelola, regulasi, dan keamanan nasional, sementara Klaster 6 berfokus pada prinsip tanggung jawab, kemajuan teknologi, dan kerangka teoretis AI militer. Klaster 7 menggarisbawahi pendekatan berbasis kasus, pembelajaran mesin, dan implementasi teknologi dalam konteks spesifik.

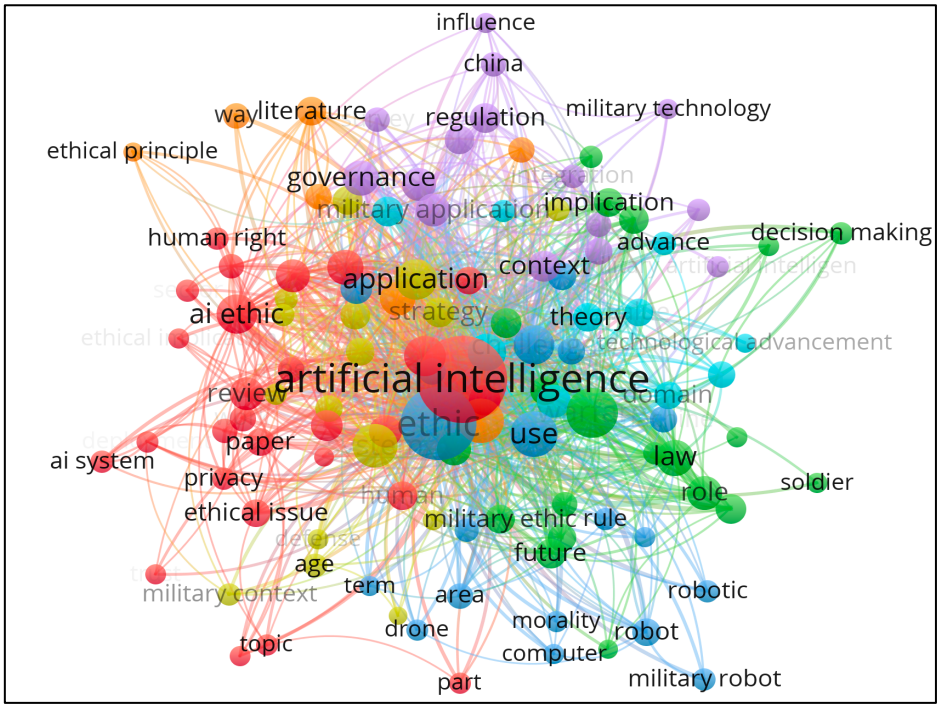
Secara keseluruhan, klasterisasi ini menunjukkan bahwa literatur tidak hanya terfragmentasi secara tematik, tetapi juga terhubung melalui isu etika dan tata kelola sebagai benang merah utama dalam pengembangan dan penggunaan AI di domain militer.

d. Network Visualization

Network visualization menunjukkan bahwa struktur pengetahuan literatur AI militer terdiri atas tujuh tema besar yang saling terhubung, dengan “artificial intelligence” dan “ethics” sebagai pusat jaringan.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Kluster teknis (robotics, machine learning) mengelilingi kluster etika fundamental, sementara kluster *governance* membentuk lapisan kebijakan dan regulasi yang menghubungkan isu etika dengan implikasi geopolitik dan keamanan nasional. Visualisasi ini memvalidasi hasil klusterisasi sebelumnya dan memperlihatkan kompleksitas multidisipliner dalam isu etika dan tata kelola AI di sektor militer dan peperangan.



Gambar 1. *Network Visualization*

Pada gambar 1 tentang *network visualization* di atas menggambarkan hubungan ko-occurence antar-kata kunci dalam keseluruhan publikasi yang dianalisis. Ukuran node menunjukkan frekuensi kemunculan suatu kata kunci, sedangkan warna node menunjukkan pengelompokan ke dalam kluster tematik. Koneksi antar node (*edges*) menggambarkan kedekatan konseptual berdasarkan seringnya kata tersebut muncul bersama dalam literatur. Visualisasi ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur pengetahuan (*knowledge structure*) terkait etika dan tata kelola kecerdasan buatan di domain militer dan peperangan.

Hubungan Network Visualization dengan Kluster

1). Node "Artificial Intelligence" sebagai pusat jaringan (*core node*)**.** Node berukuran paling besar dan terletak di pusat jaringan, menegaskan bahwa seluruh pembahasan di literatur berputar pada isu utama AI dalam konteks militer dan etika. Ini konsisten dengan kluster Anda (*Cluster 1–7*), di mana konsep AI menjadi fondasi.

2). Node Etika (*ethical, ai ethic, ethical issue*) berkelompok rapat dengan AI**.** Warna merah dan kuning pada area pusat menunjukkan kluster etika dasar (*Cluster 1*). Hal ini menunjukkan bahwa:
- Isu etika melekat kuat pada setiap pembahasan AI militer
- literatur menekankan aspek risiko, *privasi*, *human rights*, dan *normative ethics***.**
- Hal ini selaras dengan *Cluster 1 – Ethical Foundations*.

3). Node terkait operasi militer (*military application, military technology, soldier, battlefield*)**.** Node node berwarna hijau dan biru lebih tersebar ke bagian kanan visualisasi, menunjukkan:
- Topik-topik ini lebih teknis
- Pembahasannya banyak terkait robotika, sistem otonom, dan decision-making**.**
- Hal ini konsisten dengan: *Cluster 2 – Operational & Decision-Making Systems***,** *Cluster 3 – Robotics and Autonomous Systems.*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

4). Node "*governance*", "*policy*", "*regulation*", dan "*national security*" (kluster ungu/kuning)**.** Node-node pada bagian atas visualisasi berwarna ungu atau oranye tergabung dalam tema *governance*, menunjukkan:
- Literatur menghubungkan isu etika dengan kerangka kebijakan
- Konsep *governance* memiliki posisi penting namun tidak sedekat "ethics" ke pusat
- Pembahasannya lebih strategis dan level makro (negara, geopolitik).
- Hal ini mendukung *Cluster 5 – AI Governance & Regulation*.

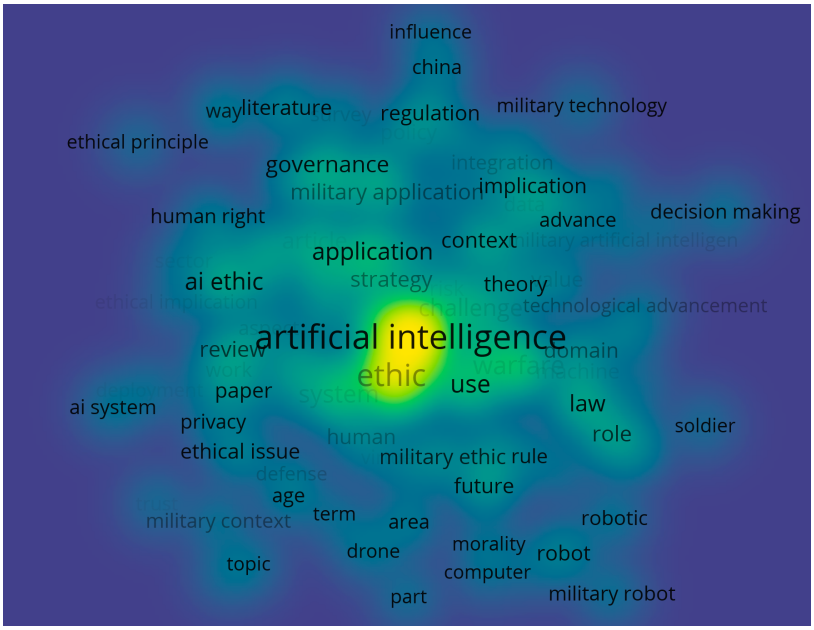
5). Node "*principle*", "*responsibility*", "*value*", "*theory*" (kluster oranye/ungu di sisi kanan)**.** Node-node ini membentuk subjaringan filosofis yang lebih kecil, menandakan:
- Pembahasan teoretis seperti ethical principles, moral responsibility, dan virtue ethics
- Berada sedikit di pinggir karena sifatnya konseptual, bukan teknis atau operasional
- Hal ini konsisten dengan *Cluster 6 – Ethical Principles & Responsibility*.

6). Node machine learning, robot, robotic, compute (kluster biru kehijauan)**.** Terletak agak di sisi kanan visualisasi dan membentuk kelompok terpisah namun tetap terhubung erat ke inti. Ini menggambarkan bahwa:
- ML adalah basis teknologi untuk AI militer
- Pembahasan ML sering dikaitkan dengan context atau application
- Kluster ini bersifat teknis dan aplikatif
- Sesuai dengan *Cluster 7 – Machine Learning & Technical Foundations*.

7). Kerapatan koneksi menunjukkan interdisiplinaritas literatur**.** Jaringannya sangat rapat (dense network), menandakan:
- Bidang ini berkembang cepat
- Literatur membahas isu etika, operasional, teknik, hukum, dan governance secara saling terkait
- Tidak ada konsep yang berjalan sendirian tanpa bersinggungan dengan konsep lain.Ini mendukung justifikasi penelitian Anda sebagai SLR karena tingkat kompleksitas dan tumpang tindih literatur cukup tinggi.

e. Density Visualization

Density visualization menunjukkan tingkat kepadatan kemunculan kata kunci dalam literatur, ditandai dengan gradasi warna dari biru (rendah) hingga kuning terang (sangat tinggi). Visualisasi ini membantu mengidentifikasi fokus utama penelitian dan area tematik yang paling sering dibahas dalam konteks etika dan tata kelola kecerdasan buatan di bidang militer.



Gambar 2. *Density Visualization*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Pada gambar 2, area berwarna kuning paling terang ditemukan pada kata kunci *"artificial intelligence"*, *"ethic/ethical"*, *"application"*, *"use"*. Hal ini menunjukkan bahwa topik tersebut merupakan inti penelitian (research core) dan memiliki frekuensi co-occurrence tertinggi dalam keseluruhan dataset. Kepadatan yang tinggi mengindikasikan bahwa pembahasan mengenai AI militer hampir selalu terkait dengan isu etika dan penerapannya. Di area hijau, terdapat konsep-konsep seperti *governance*, *regulation*, *policy*; *military application*; *military technology*; *implication*, *context*, *strategy.* Ini merepresentasikan kluster-topik yang konsisten dengan Cluster 5 (Governance & Policy) dan Cluster 4 (*Applications & Strategy*). Warna hijau menandakan bahwa isu-isu ini sering muncul namun tidak sebesar tema inti etika.

Area kebiruan menunjukkan konsep dengan densitas moderat hingga rendah, seperti *robot, robotic, military robot; soldier, role, law*; *future, morality, drone, computer*. Bagian ini sesuai dengan Cluster 3 (Robotics & Autonomous Systems) dan Cluster 7 (Technical/ML Foundations), menandakan bahwa aspek teknis dan robotika penting, tetapi tidak setergantung tema etika dan governance. Sehingga interpretasi akademik yang dihasilkan dalam menguatkan analisis adalah; dengan *density visualization* mengonfirmasi struktur tematik yang diperoleh dari klusterisasi sebelumnya, dimana:

1). Etika merupakan pusat perhatian literatur (*central theme*). Kepadatan tertinggi berada pada kata "*artificial intelligence*" dan "*ethic*", menunjukkan bahwa isu etika bukan sekadar tema pendukung, tetapi pusat orientasi seluruh kajian AI militer.
2). *Governance* muncul sebagai lapisan kedua yang cukup padat. Ini menunjukkan meningkatnya fokus literatur pada regulasi, kebijakan, dan tanggung jawab negara dalam penggunaan AI militer.
3). Teknologi robotik dan sistem otonom berada pada lapisan intensitas menengah. Menandakan bahwa sistem otonom dibahas sebagai *subsystem* dari kajian AI militer, bukan pusat utama diskursus.
4). Isu sosial dan kemanusiaan (misalnya *human rights, privacy*) memiliki kepadatan moderat. Hal ini sejalan dengan literatur yang menekankan tekanan moral AI militer terhadap masyarakat.

f. Diskusi

Analisis deskriptif, klusterisasi, network visualization, dan density visualization secara keseluruhan menunjukkan bahwa penelitian mengenai etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam konteks militer membentuk struktur pengetahuan yang dominan pada isu moral, governance, dan implikasi teknis dari artificial intelligence. Frasa seperti *artificial intelligence, ethic, application,* dan *use* muncul dengan frekuensi tertinggi dan menjadi pusat densitas, menandakan bahwa literatur secara konsisten menempatkan isu etika sebagai inti diskursus dalam pengembangan dan penggunaan AI untuk tujuan militer (Hagendorff, 2020). Dominasi tema etika ini mengonfirmasi temuan bahwa teknologi AI yang digunakan dalam konteks peperangan membawa risiko moral yang jauh lebih kompleks dibanding aplikasi sipil, termasuk isu transparansi, bias algoritmik, privasi, serta perlindungan hak asasi manusia (Bostrom, n.d.).

Temuan juga menunjukkan bahwa sistem otonom dan robotika militer merupakan subtema penting dalam literatur, sebagaimana terlihat dari kemunculan kata kunci seperti *robot, robotic, drone, battlefield,* dan *decision making*. Hal ini selaras dengan kajian sebelumnya yang menekankan bahwa *autonomous weapon systems* (AWS) menghadirkan tantangan etis dan teknis terkait pengambilan keputusan mematikan tanpa kontrol manusia langsung (Arkin, 2018, Cummings, n.d.). ada tingkat kepadatan menengah, yang menunjukkan bahwa meskipun AWS merupakan isu sentral, literatur lebih sering memosisikannya sebagai bagian dari diskusi yang lebih besar mengenai etika AI secara umum. Dengan kata lain, dilema moral terkait delegasi kewenangan hidup–mati kepada mesin dipandang sebagai komponen penting namun tidak berdiri sendiri tanpa kaitan dengan kerangka etika dan *governance* yang lebih luas (Müller, 2025).

Pada sisi lain, kluster dan visualisasi menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap aspek tata kelola dan kebijakan, yang tercermin dari kata kunci *governance, regulation, policy,* dan *national security*. Temuan ini didukung oleh literatur global yang menyoroti bahwa regulasi AI pertahanan tertinggal dibanding kecepatan perkembangan teknologinya (Cath, 2018). Network visualization menempatkan konsep *governance* pada posisi yang berhubungan erat dengan konteks strategis negara, termasuk implikasi geopolitik seperti dominasi Tiongkok dalam adopsi teknologi militer berbasis AI (Singularity & Kania, 2017). Dengan demikian, literatur bergerak dari sekadar perdebatan normatif menuju kebutuhan formulasi kerangka regulasi yang mampu memastikan akuntabilitas, transparansi, dan kontrol manusia dalam operasi militer berbasis AI.

Selain itu, analisis menemukan adanya kesenjangan antara teori etika dan implementasi praktis dalam lingkungan pertahanan. Kluster enam, yang mengandung istilah seperti *principle, value, responsibility,*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

dan *theory*, menunjukkan bahwa diskursus etika masih cenderung bersifat abstrak dan filosofis. Hal ini konsisten dengan kritik sebelumnya bahwa pedoman etika AI sering bersifat deklaratif dan tidak disertai mekanisme implementasi operasional, terutama di sektor militer yang memiliki dinamika risiko dan kompleksitas jauh lebih tinggi (Floridi & Cowls, 2019; Umbrello, 2022). Dengan demikian, penelitian ini mengungkap perlunya pendekatan yang mampu menjembatani teori etika dengan *rules of engagement*, doktrin militer, dan prosedur operasional standar.

Selanjutnya, penggunaan *machine learning* sebagai fondasi teknis bagi sistem AI militer muncul dalam kluster kepadatan rendah hingga menengah. Meskipun literatur seperti (Roberts et al., n.d.) dan (Taddeo et al., 2021) menekankan pentingnya akurasi, mitigasi bias, dan keandalan algoritma, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa isu-isu tersebut sering diperlakukan sebagai pendukung dalam pembahasan etika dan governance, bukan sebagai tema independen. Hal ini mengindikasikan adanya ruang bagi penelitian yang lebih mendalam pada hubungan antara performa teknis dan risiko etis dalam operasi militer berbasis AI.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan studi bibliometrik sebelumnya yang menunjukkan bahwa diskursus global mengenai AI militer didominasi oleh isu etika, regulasi, dan autonomous weapon systems sebagai tema utama penelitian (Taddeo et al., 2021). Namun demikian, dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada analisis kebijakan dan dimensi normatif, hasil analisis kluster dalam penelitian ini menunjukkan keterkaitan yang lebih jelas antara isu etika, governance, dan aspek teknis AI dalam satu struktur pengetahuan yang saling terhubung. Hal ini memperkuat argumen bahwa kajian AI militer perlu dipahami secara interdisipliner, menggabungkan perspektif teknologi, etika, hukum, dan kebijakan secara simultan (Floridi et al., n.d., 2018).

Berdasarkan keseluruhan temuan tersebut, terdapat beberapa peluang riset yang dapat dikembangkan. Pertama, diperlukan penelitian mengenai integrasi prinsip etika ke dalam prosedur operasional militer, termasuk bagaimana *human–machine teaming* dapat dirancang secara etis dan efektif (Cummings, n.d.). Kedua, penelitian mengenai kerangka konseptual awal AI yang spesifik untuk sektor pertahanan masih sangat terbuka, mengingat kerangka regulasi saat ini lebih berfokus pada domain sipil (Cath, 2018). Ketiga, terdapat peluang untuk meneliti dampak geopolitik dari balapan senjata AI (*AI arms race*), termasuk bagaimana dinamika kompetisi negara besar mempengaruhi standar etika global (Singularity & Kania, 2017). Keempat, diperlukan penelitian interdisipliner mengenai kepatuhan AI militer terhadap hukum humaniter internasional, terutama dalam pemenuhan prinsip *distinction, proportionality,* dan *necessity* sebagaimana ditekankan dalam studi hukum perang (Crootof, 2022). Kelima, masih terdapat ruang penelitian besar di bidang *trustworthiness* AI militer, khususnya terkait persepsi prajurit, risiko automation bias, dan keandalan sistem dalam situasi tempur bertekanan tinggi (Umbrello & van de Poel, 2021).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diskursus etika dan tata kelola AI militer berada pada persimpangan antara teori moral, teknologi canggih, doktrin militer, dan regulasi negara. Struktur pengetahuan yang ditemukan melalui klusterisasi dan visualisasi mengkonfirmasi bahwa meskipun literatur telah berkembang pesat, masih terdapat kesenjangan signifikan antara cita-cita etika dan realitas operasional, yang pada akhirnya menegaskan urgensi penelitian lebih lanjut di bidang tersebut.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, analisis bibliometrik dan visualisasi dilakukan berdasarkan dataset literatur yang tersedia pada basis data tertentu sehingga kemungkinan belum mencakup seluruh publikasi yang relevan secara global. Kedua, pendekatan bibliometrik berfokus pada pola hubungan kata kunci dan sitasi sehingga belum sepenuhnya menggambarkan kedalaman analisis konseptual dari setiap studi yang dianalisis. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan analisis bibliometrik dengan pendekatan kualitatif yang lebih mendalam, seperti systematic content analysis atau expert review, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perkembangan etika dan tata kelola AI dalam konteks militer (Donthu et al., 2021)

g. Proposed Kerangka konseptual awal Sistem AI pada Domain Pertahanan

Penelitian ini menghasilkan kerangka konseptual awal sistem AI pada domain pertahanan yang berkontribusi terhadap pengembangan sistem informasi berbasis kecerdasan buatan yang terkontrol, akuntabel, dan selaras dengan prinsip IT governance.

Model yang diusulkan merupakan sintesis hasil *Systematic Literature Review* dan analisis bibliometrik yang menempatkan *Artificial Intelligence* sebagai bagian dari sistem informasi strategis pertahanan.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

1) *Strategic Governance Layer*
   Lapisan ini mencakup kebijakan strategis, manajemen risiko, alignment dengan strategi pertahanan nasional, serta pengawasan institusional terhadap implementasi AI.
2) *System Architecture Layer*
3) Lapisan arsitektur mencakup *desain human-in-the-loop, explainability module, audit trail system,* serta kontrol integritas data dan algoritma.
4) *Operational Control Layer*,
5) Lapisan ini mengatur monitoring sistem secara real-time, evaluasi performa, deteksi bias algoritmik, serta mekanisme override oleh operator manusia.
6) *Compliance & Accountability Layer*
   Lapisan ini memastikan *logging, traceability* keputusan sistem, kepatuhan terhadap regulasi, serta kejelasan distribusi tanggung jawab.

4. Kesimpulan

Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai struktur pengetahuan (*knowledge structure*) terkait *ethical issues* dan *governance of artificial intelligence in military and warfare applications* melalui analisis bibliometrik dan systematic literature review. Hasil analisis menunjukkan bahwa isu etika merupakan pusat diskursus global, ditandai oleh dominasi kata kunci seperti *artificial intelligence*, *ethic*, *application*, dan *use* dalam berbagai visualisasi. Klusterisasi mengungkap tujuh kelompok tematik utama yang mencakup etika fundamental, sistem operasional dan pengambilan keputusan, robotika dan otonomi, aplikasi militer, tata kelola dan regulasi, prinsip etika teoretis, serta fondasi teknis berbasis machine learning. Struktur ini memperlihatkan bahwa literatur AI militer tidak berdiri pada satu disiplin, tetapi terbentang pada ranah moral, teknis, kebijakan, hukum internasional, hingga geopolitik.

Network dan *density visualization* memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa tema etika dan implementasi AI militer berada pada pusat kepadatan tertinggi, diikuti oleh governance dan regulasi sebagai lapisan sekunder yang terus berkembang. Sementara itu, aspek teknis seperti robotika dan machine learning cenderung berada di lingkar luar, menunjukkan bahwa keduanya menjadi subdomain penting tetapi bukan fokus utama. Secara keseluruhan, temuan ini mengindikasikan bahwa literatur mulai bergeser dari perdebatan moral abstrak menuju kebutuhan praktis untuk mengembangkan kerangka tata kelola AI militer yang akuntabel, transparan, dan sejalan dengan prinsip hukum humaniter internasional.

Penelitian ini juga menemukan adanya kesenjangan antara teori etika dan aplikasi operasional dalam konteks pertahanan, termasuk kurangnya integrasi prinsip etika ke dalam doktrin, prosedur operasional standar, dan sistem command-and-control berbasis AI. Selain itu, kajian tentang dampak geopolitik, khususnya terkait kompetisi negara besar dalam pengembangan AI militer, masih terbatas. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan perlunya pendekatan interdisipliner untuk memastikan bahwa teknologi AI dapat diterapkan secara etis dan bertanggung jawab dalam domain militer yang berisiko tinggi.

Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi ilmiah penting. Pertama, penelitian ini memperkaya literatur dengan menyajikan pemetaan struktur pengetahuan global mengenai etika dan tata kelola AI dalam konteks militer melalui kombinasi pendekatan bibliometrik dan *systematic literature review*. Kedua, penelitian ini mengidentifikasi kluster tematik utama serta hubungan antar topik yang membentuk perkembangan riset AI militer secara interdisipliner. Ketiga, penelitian ini menawarkan perspektif konseptual yang menempatkan tata kelola AI militer dalam kerangka IT *governance* dan sistem informasi strategis, sehingga memberikan landasan bagi pengembangan kerangka konseptual awal AI yang lebih sistematis dalam domain pertahanan.

Temuan penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting. Secara akademik, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang mengintegrasikan aspek etika, hukum internasional, teknologi AI, dan tata kelola sistem dalam satu kerangka analisis yang lebih komprehensif. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan wawasan bagi pembuat kebijakan dan institusi pertahanan dalam merumuskan kerangka regulasi serta mekanisme tata kelola AI militer yang memastikan akuntabilitas, transparansi, dan kontrol manusia yang bermakna. Selain itu, temuan ini juga menegaskan pentingnya pengembangan standar operasional dan arsitektur sistem AI yang selaras dengan prinsip hukum humaniter internasional dan praktik good governance dalam sistem pertahanan modern.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

a. Rekomendasi

Pertama, diperlukan pengembangan *framework* tata kelola kecerdasan buatan yang secara spesifik dirancang untuk konteks militer dan pertahanan, berbeda dari kerangka AI sipil. Kerangka ini harus mengintegrasikan mekanisme audit etika, akuntabilitas rantai komando, serta prinsip *human-in-the-loop* atau *human-on-the-loop* pada seluruh tingkat otonomi sistem. Integrasi prinsip etika ke dalam *Prosedur Operasional Standar* (SOP) militer menjadi krusial agar nilai-nilai seperti tanggung jawab, transparansi, keadilan, dan pengawasan manusia tidak berhenti pada level normatif, tetapi dapat diimplementasikan secara operasional dalam latihan, perencanaan, dan pelaksanaan operasi militer.

Kedua, penelitian lanjutan perlu difokuskan pada kepatuhan sistem AI militer terhadap Hukum Humaniter Internasional (*International Humanitarian Law*/IHL), khususnya prinsip *distinction*, *proportionality*, dan *necessity*. Hal ini mencakup evaluasi kemampuan sistem senjata otonom dan *decision-support systems* berbasis *machine learning* dalam membuat keputusan yang sesuai dengan hukum dan etika perang. Selain itu, kajian mengenai *human–machine teaming* dan *trustworthiness* perlu diperkuat melalui pendekatan empiris untuk memahami bagaimana prajurit membangun kepercayaan terhadap AI, memitigasi *automation bias*, serta memastikan desain antarmuka yang aman dan efektif dalam lingkungan operasi berisiko tinggi.

Ketiga, penguatan standar teknis dan tata kelola global menjadi agenda strategis untuk mencegah perlombaan senjata AI yang tidak terkendali. Penelitian harus diarahkan pada peningkatan *robustness*, mitigasi bias, dan *explainability* sistem AI militer yang beroperasi dalam kondisi ekstrem dan penuh ketidakpastian. Pada saat yang sama, kolaborasi internasional dan pendekatan interdisipliner yang melibatkan bidang teknik, etika, hukum, kebijakan pertahanan, dan geopolitik diperlukan untuk merumuskan standar, batasan penggunaan, serta mekanisme verifikasi bersama. Pendekatan ini penting untuk memastikan bahwa pengembangan dan pemanfaatan AI militer tetap sejalan dengan kepentingan keamanan global dan prinsip moral universal.

Referensi

Arkin, R. C. (2018). *A robotocist's perspective on lethal autonomous weapon systems* (pp. 35–47). https://doi.org/10.18356/7748aa31-en

Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*.

Bostrom, N. (n.d.). *Ethical Issues in Advanced Artificial Intelligence*.

Braun, V., & Clarke, V. (n.d.). *Using thematic analysis in psychology*.

Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: Ethical, legal and technical opportunities and challenges. In *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* (Vol. 376, Number 2133). Royal Society Publishing. https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0080

Crootof, R. (2022). *AI and the Actual IHL Accountability Gap*. https://ssrn.com/abstract=4289005

Cummings, M. L. (n.d.). *The Human Role in Autonomous Weapon Design and Deployment 1*. Retrieved http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/300009p.pdf

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to Conduct a Bibliometric Analysis: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Eklund. (2020). *Meaningful Human Control of Autonomous Weapon Systems Definitions and Key Elements in the Light of International Humanitarian Law and International Human Rights Law*.

Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review*. https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (n.d.). *Forthcoming in Minds and Machines, December 2018 AI4People-An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations*.

Hagendorff, T. (2020). The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. *Minds and Machines*, *30*(1), 99–120. https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8

International Committee of the Red Cross. (2014). *ICRC Annual Report 2014* (ICRC, Ed.).

International Committee of the Red Cross. (2018).

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007a). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007b). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. In *Open Medicine* (Vol. 3, Number 2).

Müller, V. C. (2025). *Ethics of Artificial Intelligence and Robotics*. http://www.sophia.de12.05.2025

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, *134*, 178–189. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001

Petticrew, M., & Roberts, H. (n.d.). *Systematic Reviews in the Social Sciences A PRACTICAL GUIDE*.

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences A PRACTICAL GUIDE*.

Roberts, A., Venables, A., & Researcher, S. (n.d.). *The Role of Artificial Intelligence in Kinetic Targeting from the Perspective of International Humanitarian Law*. https://doi.org/10.1093/oi/authority.20110803095426960

Simmons-Edler, R., Dong, J., Lushenko, P., Rajan, K., & Badman, R. P. (2025). *Military AI Needs Technically-Informed Regulation to Safeguard AI Research and its Applications*. http://arxiv.org/abs/2505.18371

Singularity, B., & Kania, E. B. (2017). *UNCLASSIFIED // FOR OFFICIAL USE ONLY*.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Taddeo, M., McNeish, D., Blanchard, A., & Edgar, E. (2021). Ethical Principles for Artificial Intelligence in National Defence. *Philosophy and Technology*, *34*(4), 1707–1729. https://doi.org/10.1007/s13347-021-00482-3

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*. In *British Journal of Management* (Vol. 14).

Umbrello, S. (2022). *The Role of Engineers in Harmonising Human Values for AI Systems Design*.

Umbrello, S., & van de Poel, I. (2021). Mapping value sensitive design onto AI for social good principles. *AI and Ethics*, *1*(3), 283–296. https://doi.org/10.1007/s43681-021-00038-3

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
Copyright © 2026 Bambang Suharjo[1], Dendi Sunardi[2], Jan Everhard[3]