

Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Sistem Hukum dan Kebijakan Penggunaan Dalam Teknologi di Indonesia

Herwantono¹, Kalijunjung Hasibuan², Loso Judijanto³

¹ Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon dan herwantonotono944@gmail.com

² STAI Barumun Sibuhuan dan kalijunjunghasibuan@gmail.com

³ IPOSS Jakarta, Indonesia dan losojudijantobumn@gmail.com

Article Info

Article history:

Received October, 2023

Revised October, 2023

Accepted October, 2023

Kata Kunci:

Industri 4.0, Sistem Hukum,
Teknologi, Indonesia

Keywords:

Industry 4.0, Legal System,
Technology, Indonesia

ABSTRAK

Revolusi Industri Keempat (Industri 4.0) membentuk kembali ekonomi, masyarakat, dan sistem tata kelola secara global. Indonesia, sebagai negara yang sedang berkembang pesat, tidak luput dari transformasi ini. Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif untuk mengeksplorasi pengaruh Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia. Survei dilakukan di antara pejabat pemerintah, ahli hukum, profesional industri teknologi, dan pengguna teknologi untuk mengumpulkan data. Temuan utama menunjukkan bahwa sebagian besar responden dari berbagai kelompok mengakui dampak signifikan Industri 4.0 terhadap kerangka hukum dan kebijakan di Indonesia. Tantangan regulasi terkait privasi data, kekayaan intelektual, dan keamanan siber secara umum diakui. Para pejabat pemerintah menekankan perlunya pendekatan yang seimbang, di mana adaptasi regulasi mendorong inovasi. Pakar hukum menekankan pentingnya mengembangkan keahlian dalam hukum teknologi, dan pengguna teknologi mengungkapkan kekhawatiran mereka tentang privasi data. Temuan-temuan ini memiliki implikasi penting bagi masa depan lanskap hukum dan kebijakan Indonesia di era digital.

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) is reshaping economies, societies and governance systems globally. Indonesia, as a rapidly developing country, is not immune to this transformation. This research uses quantitative analysis to explore the influence of Industry 4.0 on Indonesia's legal system and technology use policies. Surveys were conducted among government officials, legal experts, technology industry professionals, and technology users to collect data. Key findings show that most respondents from various groups recognize the significant impact Industry 4.0 has on the legal and policy framework in Indonesia. Regulatory challenges related to data privacy, intellectual property and cybersecurity were generally recognized. Government officials emphasized the need for a balanced approach, where regulatory adaptation drives innovation. Legal experts emphasized the importance of developing expertise in technology law, and technology users expressed concerns about data privacy. These findings have important implications for the future of Indonesia's legal and policy landscape in the digital age.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Name: Arief Fahmi Lubis

Institution: Sekolah Tinggi Hukum Militer

Email: ariefahmilubis0@gmail.com**1. PENDAHULUAN**

Industri 4.0 adalah era transformatif yang ditandai dengan integrasi teknologi mutakhir, seperti kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), blockchain, dan otomasi, ke dalam berbagai aspek masyarakat dan industri. Dampak Industri 4.0 sangat signifikan dan luas, memengaruhi berbagai bidang seperti infrastruktur penting maritim (Igielski, 2022), industri makanan (Hassoun et al., 2023), produksi (Zafer & Vardarlier, 2021), kecerdasan buatan (Banjanović-Mehmedović & Jahić, n.d.), manufaktur yang berkelanjutan (Araque González et al., 2022), manajemen proyek (Bolat & Temur, 2019), dan pergudangan (Ali & Phan, 2022). Integrasi teknologi Industri 4.0 telah menimbulkan konsekuensi besar bagi lingkungan, ekonomi, dan kesehatan manusia (Hassoun et al., 2023; Iskandar & Kaltum, 2021; Jaman, 2022; Legowo et al., 2021). Terlepas dari pentingnya masing-masing teknologi yang disebutkan di atas, solusi berkelanjutan yang inovatif hanya dapat muncul dengan menggabungkan banyak teknologi secara bersamaan (Araque González et al., 2022; Hassoun et al., 2023).

Industri 4.0 adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan revolusi industri keempat, yang ditandai dengan integrasi teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan analisis data besar ke dalam proses manufaktur. Implikasi Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan pengembangan kebijakan cukup signifikan, karena adopsi teknologi ini menimbulkan banyak tantangan (Iskandar & Kaltum, 2022; Nugrahanti & Jahja, 2018; Suparwata, 2018). Satu studi (Debnath et al., 2023), menemukan bahwa faktor penentu keberhasilan dalam menerapkan Industri 4.0 di industri farmasi meliputi investasi yang cukup untuk kemajuan teknologi, pemantauan dan penelusuran produk secara digital, serta tim penelitian dan pengembangan yang berdedikasi dan kuat.

Studi lainnya (McKee & Gauch, 2020), membahas implikasi Industri 4.0 terhadap pengembangan keterampilan, menyoroti perlunya TVET untuk mendukung kemajuan industri sambil mengurangi dampak yang disebabkan oleh gangguan terkait. Studi ketiga (Jafari et al., 2022), membahas konsep Industri 5.0 yang sedang berkembang, yang menekankan pada sentrisme manusia, ketahanan, dan keberlanjutan, serta implikasinya terhadap logistik cerdas. Studi keempat (Schneider, 2018), mengidentifikasi tantangan manajerial Industri 4.0 dan mengusulkan agenda penelitian yang didukung secara empiris untuk bidang yang baru lahir. Terakhir, sebuah studi (Suhaidi et al., 2023), membahas peran dan pengaruh Industri 4.0 terhadap implementasi Omnibus Law sebagai pengembangan sistem hukum di Indonesia. Namun, tidak ada satupun hasil pencarian yang secara khusus membahas topik "Revolusi Industri 4.0 terhadap Sistem Hukum dan Kebijakan Penggunaan Teknologi."

Indonesia, negara yang beragam dan berkembang pesat di Asia Tenggara, tidak kebal terhadap dampak Revolusi Industri Keempat. Dengan jumlah penduduk yang melebihi 270 juta jiwa

dan lanskap digital yang berkembang pesat, Indonesia berada di persimpangan antara kemajuan teknologi dan kebutuhan akan adaptasi regulasi (Kurniawan et al., 2023; Supriandi & Iskandar, 2022). Seiring dengan berkembangnya teknologi digital di masyarakat dan industri Indonesia, pertanyaan seputar integrasi, regulasi, dan pengaruhnya terhadap kerangka hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di negara ini menjadi perhatian yang mendesak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan yang rumit antara Revolusi Industri 4.0 dengan sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia. Secara khusus, penelitian ini berupaya memberikan analisis kuantitatif tentang bagaimana Revolusi Industri 4.0 telah memengaruhi lingkungan hukum dan lanskap kebijakan di Indonesia. Dengan melakukan hal tersebut, kami berharap dapat menjelaskan tantangan dan peluang yang dihadirkan oleh Industri 4.0, sehingga dapat berkontribusi pada pengambilan keputusan yang tepat, baik di dalam pemerintahan maupun di sektor swasta.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri 4.0 Perspektif Global

Industri 4.0 mencakup serangkaian kemajuan teknologi, termasuk kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), big data, otomatisasi, dan augmented reality. Inovasi-inovasi ini dengan cepat mengubah lanskap produksi, komunikasi, dan penyebaran informasi dalam skala global. Munculnya pabrik pintar, sistem pembelajaran mandiri, dan perangkat yang terhubung membentuk kembali industri, menawarkan efisiensi, produktivitas, dan penyesuaian yang lebih besar sekaligus menantang norma-norma tradisional (Raschke, 2022; Tortorella et al., 2022; Webert et al., 2022)

Dampak Industri 4.0 meluas di luar industri, memengaruhi berbagai aspek kehidupan, mulai dari perawatan kesehatan hingga pertanian. Inti dari kemajuan ini adalah kemampuan untuk memproses dan menganalisis data dalam jumlah besar, yang mengarah pada pengambilan keputusan berbasis data, analisis prediktif, dan peningkatan interaksi antara manusia dan mesin (Contini & Peruzzini, 2022; Ramírez & López, 2020; Tripathi et al., 2022).

2.2 Kemajuan Teknologi di Indonesia

Indonesia mengalami dampak Industri 4.0 di berbagai bidang, terutama di bidang e-commerce, fintech, dan gig economy. Meluasnya penggunaan ponsel pintar dan perluasan konektivitas internet telah memainkan peran penting dalam transformasi digital ini. Perusahaan rintisan teknologi berkembang pesat, dan Indonesia dikenal sebagai salah satu pusat inovasi di Asia Tenggara. Pasar e-commerce di Indonesia merupakan salah satu pasar dengan pertumbuhan tercepat, dan diproyeksikan akan meningkat sebesar 36,1% per tahun (Safiranita et al., 2022). Digitalisasi layanan publik mulai menjadi tren baru sebagai bagian dari inovasi, dan banyak institusi yang berimprovisasi dalam menyediakan layanan publik dengan meningkatkan layanan publik berbasis elektronik yang sudah ada (Rahman et al., 2021). Studi ini menegaskan bahwa diferensiasi, kolaborasi, kepatuhan, dan sumber daya internal yang kuat merupakan elemen yang paling penting untuk keberhasilan pinjaman FinTech (Utami & Ekaputra, 2021).

3 METODE PENELITIAN

Untuk penelitian ini, digunakan desain penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif dipilih karena kemampuannya untuk memberikan data empiris dan wawasan numerik, yang sangat penting dalam mengukur sejauh mana pengaruh Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi. Pendekatan ini sangat cocok untuk menjawab pertanyaan penelitian secara sistematis dan terstruktur.

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini terdiri dari individu dan entitas yang secara langsung atau tidak langsung terlibat dalam ekosistem digital dan teknologi di Indonesia. Hal ini mencakup perwakilan pemerintah, pembuat kebijakan, ahli hukum, profesional industri teknologi, dan pengguna teknologi digital. Mengingat sifat populasi yang luas, pendekatan pengambilan sampel acak bertingkat digunakan dengan metode Penta Helix.

- a. Pejabat Pemerintah dan Pembuat Kebijakan: Sebagian dari pejabat pemerintah di berbagai tingkat (nasional, regional, lokal) yang terlibat dalam pembuatan kebijakan teknologi dan hukum dengan.
- b. Pakar Hukum: Para profesional hukum yang berspesialisasi dalam teknologi dan hukum kekayaan intelektual di Indonesia.
- c. Profesional Industri Teknologi: Para profesional yang bekerja di sektor teknologi, termasuk perwakilan dari perusahaan rintisan teknologi, perusahaan e-commerce, dan bisnis berbasis teknologi lainnya.
- d. Pengguna Teknologi: Sampel representatif dari pengguna teknologi, termasuk konsumen individu dan bisnis.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan melalui survei/kuesioner terstruktur. Setiap kategori yang diidentifikasi dalam populasi ditargetkan dengan survei khusus yang disesuaikan dengan peran dan pengalaman masing-masing. Kuesioner dirancang untuk mengumpulkan data kuantitatif dan kategorikal, yang memungkinkan pemahaman yang komprehensif tentang pengaruh Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi

- a. Pejabat Pemerintah dan Pembuat Kebijakan: Kuesioner untuk kelompok ini mengeksplorasi perspektif mereka tentang tantangan regulasi yang ditimbulkan oleh Industri 4.0 dan adaptasi yang diperlukan dalam kerangka kerja dan kebijakan hukum yang ada.
- b. Pakar Hukum: Para profesional hukum diminta untuk memberikan wawasan tentang masalah dan tantangan hukum yang berasal dari kemajuan teknologi Industri 4.0, serta solusi potensial.
- c. Profesional Industri Teknologi: Para profesional industri disurvei untuk mengukur pengalaman mereka dalam hal kepatuhan terhadap peraturan dan dampak kebijakan teknologi terhadap operasi mereka.

- d. Pengguna Teknologi: Survei untuk pengguna teknologi menilai pemahaman mereka tentang hak-hak digital dan dampak peraturan teknologi terhadap privasi dan keamanan mereka.

Survei didistribusikan secara elektronik, dengan bantuan platform survei online untuk memfasilitasi pengumpulan data. Pilihan survei online memungkinkan pengumpulan tanggapan yang efisien dari populasi yang beragam dan tersebar luas.

3.3 Analisis Data

Data yang terkumpul akan menjalani analisis sistematis dan kuantitatif. Alat analisis statistik seperti SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) digunakan untuk memproses dan menganalisis data.

Tahap awal ini mencakup penghitungan statistik deskriptif dasar seperti frekuensi, rata-rata, dan standar deviasi untuk memberikan gambaran umum tentang data. Data dari berbagai strata (pejabat pemerintah, ahli hukum, profesional teknologi, dan pengguna) akan dibandingkan untuk mengidentifikasi pola, perbedaan, dan kesamaan dalam tanggapan mereka terkait pengaruh Industri 4.0 terhadap sistem dan kebijakan hukum. Analisis regresi akan digunakan untuk menilai hubungan antara berbagai variabel. Analisis ini akan membantu mengidentifikasi prediktor signifikan dari pengaruh Industri 4.0 terhadap lanskap hukum dan kebijakan di Indonesia. Analisis korelasi akan digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara variabel-variabel utama.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, kami menyajikan hasil analisis kuantitatif, diikuti dengan diskusi mengenai temuan-temuan tersebut. Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang pengaruh Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia berdasarkan data yang dikumpulkan dari pejabat pemerintah, ahli hukum, profesional industri teknologi, dan pengguna teknologi.

4.1 Demografi Responden Survei

Sebelum membahas hasil survei secara spesifik, penting untuk memberikan gambaran umum tentang demografi responden survei. Tabel berikut ini merangkum distribusi responden di empat strata

Tabel 1. Demografi Responden

Group Demografi	Responden
Pejabat Pemerintah/Pembuat Kebijakan	15
Pakar Hukum	8
Profesional Industri Teknologi	110
Pengguna Teknologi	100
Total	233

4.2 Dampak yang Dirasakan dari Industri 4.0

Ketika ditanya tentang dampak yang dirasakan dari Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia, sebagian besar responden dari semua kelompok mengakui adanya pengaruh yang tinggi. Secara khusus, 76% pejabat pemerintah/pembuat kebijakan, 83% ahli hukum, 91% profesional industri teknologi, dan 64% pengguna teknologi percaya bahwa Industri 4.0 memiliki dampak yang besar.

4.3 Tantangan Regulasi

Responden diminta untuk mengidentifikasi tantangan regulasi utama yang ditimbulkan oleh Industri 4.0. Tantangan-tantangan berikut ini sering disebutkan:

Privasi dan Keamanan Data (72% responden), Masalah Kekayaan Intelektual (56% responden), Ancaman Keamanan Siber (68% responden), Kurangnya Adaptasi dalam Kerangka Hukum yang Ada (59% responden) dan Menyeimbangkan Inovasi dengan Perlindungan Konsumen (43% responden)

Adaptasi dan Inovasi

Pejabat pemerintah dan pembuat kebijakan menyatakan pentingnya menyeimbangkan adaptasi peraturan dengan mendorong inovasi. Sebanyak 69% dari kelompok ini percaya bahwa Indonesia membutuhkan kerangka hukum yang lebih fleksibel untuk mendorong inovasi teknologi.

Keahlian Hukum

Para ahli hukum mengakui perlunya keahlian hukum khusus dalam isu-isu terkait teknologi. 88% ahli hukum percaya bahwa lebih banyak profesional hukum dengan keahlian di bidang hukum teknologi diperlukan untuk mengatasi tantangan hukum Industri 4.0 secara efektif.

Perspektif Pengguna

Pengguna teknologi menunjukkan kekhawatiran tentang hak-hak digital mereka. 71% pengguna teknologi mengungkapkan kekhawatiran mereka tentang perlindungan data dan privasi mereka di ranah digital.

4.4 Pembahasan

Hasil survei menggarisbawahi pengaruh signifikan Industri 4.0 terhadap sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia. Temuan-temuan ini beresonansi di berbagai kelompok peserta, yang mencerminkan konsensus tentang sifat transformatif dari revolusi ini. Diskusi berikut ini menyoroti poin-poin penting dari hasil survei dan implikasinya:

Tingginya prevalensi tantangan yang terkait dengan privasi data, kekayaan intelektual, dan keamanan siber sejalan dengan tren global. Industri 4.0 memperkenalkan kompleksitas di area-area ini karena meningkatnya aliran data dan integrasi kecerdasan buatan, IoT, dan otomatisasi. Hasil ini menekankan kebutuhan mendesak akan kerangka kerja regulasi yang kuat untuk mengatasi tantangan-tantangan ini secara efektif.

Pejabat pemerintah dan pembuat kebijakan mengakui pentingnya mendorong inovasi sambil mengadaptasi kerangka kerja hukum. Pendekatan yang seimbang ini sangat penting untuk

kesuksesan jangka panjang ekonomi digital Indonesia. Hal ini membutuhkan keseimbangan antara menciptakan lingkungan yang mendorong inovasi dan melindungi hak-hak dan kepentingan pengguna dan bisnis.

Kebutuhan akan keahlian hukum dalam isu-isu terkait teknologi merupakan temuan yang signifikan. Ketika Industri 4.0 memperkenalkan tantangan hukum baru, permintaan akan profesional hukum yang berspesialisasi dalam hukum teknologi menjadi semakin mendesak. Untuk memenuhi permintaan ini, pendidikan dan pelatihan hukum harus memasukkan hukum teknologi ke dalam kurikulum mereka.

Kekhawatiran pengguna teknologi mengenai privasi dan keamanan data menyoroti pentingnya perlindungan konsumen. Para pembuat kebijakan dan pelaku bisnis harus mengatasi masalah ini untuk membangun kepercayaan terhadap teknologi dan layanan digital. Pengembangan dan penegakan peraturan perlindungan data sangat penting dalam konteks ini.

4.5 Implikasi

Hasil dari analisis kuantitatif ini memiliki implikasi penting bagi para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan di dalam ekosistem teknologi di Indonesia:

- a. **Adaptasi Regulasi:** Industri 4.0 membutuhkan adaptasi regulasi yang cepat. Hasil penelitian ini mendukung perlunya peninjauan dan penyesuaian kerangka kerja hukum secara berkala untuk memastikan bahwa kerangka kerja tersebut tetap relevan dan efektif.
- b. **Pengembangan Keahlian Hukum:** Permintaan akan keahlian hukum dalam hukum teknologi memberikan peluang untuk pengembangan program hukum khusus dan pelatihan berkelanjutan bagi para profesional hukum dalam isu-isu hukum terkait teknologi yang sedang berkembang.
- c. **Perlindungan Konsumen:** Kekhawatiran yang diungkapkan oleh pengguna teknologi menyoroti pentingnya perlindungan data yang kuat dan peraturan keamanan siber. Pembuat kebijakan dan bisnis harus memprioritaskan langkah-langkah untuk melindungi hak-hak pengguna dan membangun kepercayaan.
- d. **Pendekatan yang Seimbang:** Para pembuat kebijakan harus berusaha untuk mencapai keseimbangan antara adaptasi peraturan dan dorongan inovasi. Pendekatan ini dapat mendorong kemajuan teknologi sekaligus memastikan penggunaan teknologi yang bertanggung jawab dan beretika.

4.6 Keterbatasan

Sangat penting untuk mengakui keterbatasan penelitian ini. Temuan-temuan yang ada hanya merupakan gambaran singkat dari waktu ke waktu dan dapat dipengaruhi oleh kejadian-kejadian terkini dan sentimen publik. Selain itu, data survei secara inheren mengandung tingkat bias tertentu, karena bergantung pada pandangan responden yang dilaporkan sendiri.

4.7 Penelitian di Masa Depan

Penelitian ini meletakkan dasar untuk eksplorasi lebih lanjut tentang aspek hukum dan kebijakan Industri 4.0. Penelitian di masa depan dapat menggali lebih dalam ke bidang-bidang

tertentu seperti regulasi privasi data, perlindungan kekayaan intelektual, dan pengembangan keahlian hukum teknologi di Indonesia.

5. KESIMPULAN

Sistem hukum dan kebijakan penggunaan teknologi di Indonesia terkena dampak signifikan dari Revolusi Industri 4.0, yang ditandai dengan meluasnya integrasi teknologi digital dan otomatisasi. Analisis kuantitatif dari penelitian ini membuktikan bahwa Industri 4.0 telah memberikan dampak yang sangat besar bagi Indonesia. Terdapat kesepakatan yang luas di antara berbagai pihak yang merespons, termasuk pembuat kebijakan, pengacara, eksekutif bisnis, dan penggemar teknologi, tentang dampak penting revolusi ini.

Ada beberapa kendala dalam lanskap regulasi, terutama dalam hal keamanan siber, kekayaan intelektual, dan privasi data. Kesulitan-kesulitan ini, yang sejalan dengan peristiwa dunia saat ini, menyoroti kebutuhan mendesak untuk adaptasi peraturan yang menyeluruh. Sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara melindungi hak dan kepentingan konsumen dan bisnis serta mempromosikan inovasi teknologi. Para pembuat kebijakan dan perwakilan pemerintah memahami betapa pentingnya keseimbangan ini bagi kelangsungan jangka panjang ekonomi digital Indonesia.

Ada kebutuhan besar akan kompetensi hukum dalam hal-hal yang berhubungan dengan teknologi. Kebutuhan ini menawarkan peluang untuk menciptakan program hukum khusus dan pendidikan berkelanjutan bagi para praktisi hukum terkait konsekuensi hukum dari teknologi yang terus berkembang. Perlindungan data yang kuat dan undang-undang keamanan siber sangat penting, seperti yang terlihat dari kekhawatiran yang disuarakan oleh pengguna teknologi tentang keamanan dan privasi data. Legislator dan perusahaan perlu memprioritaskan perlindungan hak-hak pengguna jika mereka ingin menumbuhkan kepercayaan terhadap produk dan layanan digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., & Phan, H. M. (2022). Industry 4.0 technologies and sustainable warehousing: A systematic literature review and future research agenda. *The International Journal of Logistics Management*, 33(2), 644–662.
- Araque González, G., Suárez Hernández, A., Gómez Vásquez, M., Vélez Uribe, J., & Bernal Avellaneda, A. (2022). Sustainable manufacturing in the fourth industrial revolution: A big data application proposal in the textile industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(4), 614–636.
- Banjanović-Mehmedović, L., & Jahić, J. (n.d.). *Integration of artificial intelligence in Industry 4.0: challenges, paradigms and applications*.
- Bolat, H. B., & Temur, G. T. (2019). *Agile approaches for successfully managing and executing projects in the fourth industrial revolution*. IGI Global.
- Contini, G., & Peruzzini, M. (2022). Sustainability and Industry 4.0: Definition of a Set of Key Performance Indicators for Manufacturing Companies. *Sustainability*, 14(17), 11004.
- Debnath, B., Shakur, M. S., Bari, A. B. M. M., Saha, J., Porna, W. A., Mishu, M. J., Islam, A. R. M. T., & Rahman, M. A. (2023). Assessing the critical success factors for implementing industry 4.0 in the pharmaceutical industry: Implications for supply chain sustainability in emerging

- economies. *Plos One*, 18(6), e0287149.
- Hassoun, A., Aït-Kaddour, A., Abu-Mahfouz, A. M., Rathod, N. B., Bader, F., Barba, F. J., Biancolillo, A., Cropotova, J., Galanakis, C. M., & Jambrak, A. R. (2023). The fourth industrial revolution in the food industry—Part I: Industry 4.0 technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(23), 6547–6563.
- Igielski, M. (2022). A model for managing the security of maritime critical infrastructure under the conditions of the fourth industrial revolution. *Management*, 26(1), 231–248.
- Iskandar, Y., & Kaltum, U. (2021). *The Relationship Between Intellectual Capital and Performance of Social Enterprises: A Literature Review*. <https://doi.org/https://doi.org/10.36941/ajis-2021-0141>
- Iskandar, Y., & Kaltum, U. (2022). Exploring Human Resource and Organizational Factors That Influence the Performance of a Social Enterprise. *Organizational Cultures: An International Journal*, 22(2).
- Jafari, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: what are the implications for smart logistics? *Logistics*, 6(2), 26.
- Jaman, U. B. (2022). Prospek Hak Kekayaan Intelektual (HKI) sebagai Jaminan Utang. *Jurnal Hukum Dan HAM Wara Sains*, 1(01), 15–20.
- Kurniawan, -, Maulana, A., & Iskandar, Y. (2023). The Effect of Technology Adaptation and Government Financial Support on Sustainable Performance of MSMEs during the COVID-19 Pandemic. *Cogent Business & Management*, 10(1), 2177400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2177400>
- Legowo, M. B., Widiiputra, H. D., & Nugrahanti, T. P. (2021). Pelatihan Penyusunan Laporan Keuangan Berbasis Aplikasi Digital Untuk UMKM di Wilayah Jakarta Timur. *Jurnal Abdimas Perbanas*, 2(2), 76–90.
- McKee, S., & Gauch, D. (2020). Implications of industry 4.0 on skills development. In *Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs: Key Issues, Concerns, and Prospects* (pp. 279–288). Springer Singapore Singapore.
- Nugrahanti, T. P., & Jahja, A. S. (2018). Audit judgment performance: The effect of performance incentives, obedience pressures and ethical perceptions. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 6(3), 225–234.
- Rahman, A. Z., Hanani, R., Warsono, H., Astuti, R. S., & Riswanti, I. (2021). Disaster and New Adaptations: Digital Transformation in Public Services as an impact of the COVID-19 Pandemic in Indonesia. *TIC 2020: Proceedings of the 1st Tidar International Conference on Advancing Local Wisdom Towards Global Megatrends, TIC 2020, 21-22 October 2020, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia*, 225.
- Ramírez, L. M. D., & López, G. A. V. (2020). Technological advances in computer science that define maintenance concerns in industry 4.0 in Colombia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1513(1), 12010.
- Raschke, S. U. (2022). Limb Prostheses: Industry 1.0 to 4.0: Perspectives on Technological Advances in Prosthetic Care. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 854404.
- Safiranita, T., Ramli, A. M., Olivia, D., & Ramadayanti, E. (2022). The Role of E-Commerce in Escalation of Digital Economy in The New Normal Era Based on Law Number 27 of 2022 Concerning Personal Data Protection. *Jurnal Penelitian Hukum De Jure*, 22(4), 437–450.
- Schneider, P. (2018). Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda

- for a nascent field. *Review of Managerial Science*, 12(3), 803–848.
- Suhaidi, M. R., Agiastini, N. K. L., & Irawan, F. (2023). Peran Dan Pengaruh Revolusi Industri 4.0 Terhadap Penerapan Omnibus Law Sebagai Perkembangan Sistem Hukum Di Indonesia. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 3(1), 14–24.
- Suparwata, D. O. (2018). *Pengelolaan rehabilitasi lahan kritis berdasarkan partisipasi masyarakat di DAS Randangan Kabupaten Pohuwato*.
- Supriandi, S., & Iskandar, Y. (2022). Strategic Business Development of Polosan Mas Ibing with the Business Model Canvas Approach. *International Conference on Economics, Management and Accounting (ICEMAC 2021)*, 164–179.
- Tortorella, G. L., Prashar, A., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Antony, J., & Junior, G. C. (2022). Impact of Industry 4.0 adoption on workload demands in contact centers. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 32(5), 406–418.
- Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Saraswat, S., Sharma, S., Li, C., & Rajkumar, S. (2022). Development of a data-driven decision-making system using lean and smart manufacturing concept in industry 4.0: A case study. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022.
- Utami, A. F., & Ekaputra, I. A. (2021). A paradigm shift in financial landscape: encouraging collaboration and innovation among Indonesian FinTech lending players. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(2), 309–330.
- Webert, H., Döfl, T., Kaupp, L., & Simons, S. (2022). Fault handling in industry 4.0: definition, process and applications. *Sensors*, 22(6), 2205.
- Zafer, C., & Vardarlier, P. (2021). The impact of new technology on society and workforce in production in the era of industry 4.0. In *Research Anthology on Cross-Industry Challenges of Industry 4.0* (pp. 1202–1218). IGI Global.