

KAJIAN HUKUM PIDANA TERHADAP KESIAPAN INDONESIA MENGHADAPI KENDARAAN OTONOM BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE : STUDI KOMPARATIF JERMAN

Puja Rahmadania,¹Sunardi,² Arfan Kaimuddin³

Fakultas Hukum Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No 193 Malang 65144, Telepon (0341) 551932, Fax
(0341) 552249
Email : pujarahmadaniaaaaa@gmail.com

ABSTRACT

This study is normative legal study that examines how the development of Artificial Intelligence-based autonomous vehicles poses challenges for Indonesian criminal law, particularly regarding criminal liability and legal certainty. This study aims to analyze the readiness of Indonesian criminal law and to examine the adoption of German regulations in the formulation of national law. The study employs a normative legal method using a statutory and comparative approach. The results indicate that Indonesia does not yet have specific regulations regarding autonomous vehicles. Therefore, it is necessary to establish regulations governing safety standards, the allocation of liability, and oversight mechanisms to ensure legal certainty.

Keywords: *Artificial Intelligence, Autonomous Vehicles, Indonesian Criminal Law.*

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian hukum normatif yang mengkaji perkembangan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence* menimbulkan tantangan bagi hukum pidana Indonesia, terutama terkait pertanggungjawaban pidana dan kepastian hukum. Penelitian ini bertujuan menganalisis kesiapan hukum pidana Indonesia serta mengkaji adopsi regulasi Jerman dalam pembentukan hukum nasional. Penelitian menggunakan metode hukum normatif dengan pendekatan perundang-undangan dan perbandingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Indonesia belum memiliki regulasi khusus mengenai kendaraan otonom. Oleh karena itu, diperlukan pembentukan regulasi yang mengatur standar keselamatan, pembagian tanggung jawab, dan mekanisme pengawasan guna menjamin kepastian hukum..

Kata Kunci : Artificial Intelligence, Kendaraan Otonom, Hukum Pidana Indonesia.

¹ Mahasiswa Fakultas Hukum Unisma

² Dosen Fakultas Hukum Unisma

³ Dosen Fakultas Hukum Unisma

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pada sektor transportasi. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan yang mampu menjalankan fungsi analisis, pengambilan keputusan, dan pemrosesan data secara otomatis. Implementasi teknologi tersebut dalam bidang transportasi melahirkan kendaraan otonom (*autonomous vehicle*), yaitu kendaraan yang mampu beroperasi tanpa kendali langsung dari manusia melalui integrasi sensor, kamera, radar, *Global Positioning System* (GPS), dan algoritma pembelajaran mesin.⁴

Kehadiran kendaraan otonom dipandang sebagai inovasi yang berpotensi meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kenyamanan sistem transportasi. Teknologi ini dikembangkan dengan tujuan mengurangi kecelakaan lalu lintas yang selama ini banyak disebabkan oleh *human error*, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memperluas akses mobilitas bagi masyarakat. Namun demikian, di balik manfaat yang ditawarkan, penggunaan kendaraan otonom juga menimbulkan berbagai persoalan hukum baru, khususnya ketika terjadi kegagalan sistem yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Permasalahan hukum yang muncul pada kendaraan otonom berbeda dengan kendaraan konvensional.

Dalam sistem kendaraan biasa, pertanggungjawaban atas kecelakaan pada umumnya dibebankan kepada pengemudi sebagai pihak yang memiliki kendali langsung terhadap kendaraan. Sebaliknya, kendaraan otonom mampu mengambil keputusan secara mandiri berdasarkan pemrosesan data oleh sistem kecerdasan buatan. Kondisi ini menimbulkan persoalan mengenai pihak yang dapat dimintai pertanggungjawaban apabila terjadi kecelakaan, apakah pemilik kendaraan, pengguna, produsen, pengembang perangkat lunak, atau pihak lain yang terlibat dalam operasional kendaraan tersebut.⁵

Dalam perspektif hukum pidana Indonesia, pertanggungjawaban pidana didasarkan pada asas kesalahan (*geen straf zonder schuld*) yang mensyaratkan adanya

⁴ Handoko, D., Saryoko, A., Aghata, F., Yunita, F., Saputro, I. P., Atho'llah, I., dkk., *Artificial Intelligence: Revolusi Kecerdasan Buatan*, Penerbit Mifandi Mandiri Digital, 2024.

⁵ Alfairuz, K. A., *Pihak yang Bertanggung Jawab dan Bentuk Pertanggungjawaban Pidana dalam Kecelakaan Lalu Lintas yang Melibatkan Taksi Otonom*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia, 2025

unsur kesengajaan (*dolus*) atau kelalaian (*culpa*) sebagai dasar pemidanaan. Akan tetapi, sistem *Artificial Intelligence* tidak dapat diposisikan sebagai subjek hukum karena tidak memiliki kehendak bebas, kesadaran moral, maupun kemampuan mempertanggungjawabkan perbuatannya secara pidana. Kondisi tersebut menunjukkan adanya tantangan konseptual dalam sistem hukum pidana Indonesia ketika dihadapkan pada teknologi yang memiliki kemampuan mengambil keputusan secara mandiri. Di sisi lain, Indonesia hingga saat ini belum memiliki regulasi khusus yang mengatur penggunaan kendaraan otonom. Pengaturan yang berlaku masih mengacu pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang masih menempatkan manusia sebagai pengendali utama kendaraan.⁶

Ketiadaan pengaturan khusus tersebut berpotensi menimbulkan kekosongan hukum (*legal vacuum*), ketidakpastian hukum, serta hambatan dalam proses penegakan hukum apabila di masa mendatang terjadi kecelakaan yang melibatkan kendaraan otonom. Selain itu, aspek pembuktian juga menjadi tantangan tersendiri karena kendaraan otonom menghasilkan data digital yang kompleks dan sering kali bekerja melalui mekanisme *black box system* yang sulit dipahami secara langsung. Sebagai perbandingan, Jerman telah mengembangkan regulasi yang lebih progresif melalui pembaruan hukum terkait kendaraan otonom, termasuk pengaturan mengenai standar keselamatan, mekanisme perizinan, serta pembagian tanggung jawab hukum antara pemilik kendaraan, produsen, dan pengembang sistem. Pemilihan Jerman sebagai objek kajian dilakukan karena kesamaan sistem hukum. *civil law* dengan Indonesia sehingga memungkinkan adanya relevansi dalam proses adaptasi dan harmonisasi hukum⁷.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna menganalisis kesiapan hukum pidana Indonesia dalam menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*, sekaligus mengkaji kemungkinan adopsi konsep pengaturan dari Jerman sebagai referensi dalam pembentukan regulasi nasional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pembaruan hukum pidana Indonesia agar lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi transportasi di masa mendatang. Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalah yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana kesiapan

⁶ Moeljatno, *Asas-Asas Hukum Pidana*, Jakarta: Rineka Cipta, 2008; Teguh Prasetyo, *Hukum Pidana*, Jakarta: Rajawali Pers, 2019.

⁷ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

hukum pidana Indonesia dalam menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis Artificial Intelligence? dan (2) Bagaimana regulasi kendaraan otonom di Jerman dapat di adopsi dalam pembentukan hukum di Indonesia?

PEMBAHASAN

Kesiapan Hukum Pidana Indonesia Dalam Menghadapi Perkembangan Kendaraan Otonom Berbasis Artificial Intelligence

Perkembangan kecerdasan buatan telah mendorong lahirnya kendaraan otonom yang mampu beroperasi tanpa kendali langsung dari manusia dengan memanfaatkan kamera, sensor, radar, sistem penentu posisi global, dan algoritma pembelajaran mesin. Teknologi ini meningkatkan efisiensi transportasi, mengurangi kemacetan, meningkatkan mobilitas masyarakat, serta menekan kecelakaan akibat kesalahan manusia. Namun, kendaraan otonom juga menimbulkan tantangan dalam hukum pidana, terutama mengenai penentuan pihak yang bertanggung jawab apabila sistem kecerdasan buatan menyebabkan kerugian, kerusakan, atau korban jiwa. Permasalahan tersebut muncul karena fungsi mengemudi dijalankan berdasarkan pemrosesan data dan pengambilan keputusan oleh sistem kecerdasan buatan. Sementara itu, hukum pidana Indonesia masih mendasarkan pertanggungjawaban pidana pada manusia atau korporasi. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan hukum yang mampu mengakomodasi perkembangan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan guna memberikan kepastian hukum, melindungi masyarakat, dan mengatur mekanisme pertanggungjawaban pidana secara jelas.⁸

Indonesia belum memiliki regulasi khusus yang mengatur kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan sehingga pengaturannya masih mengacu pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 yang berorientasi pada pengemudi manusia. Kondisi ini menimbulkan kekosongan hukum dan ketidakpastian dalam menentukan pertanggungjawaban atas kecelakaan atau pelanggaran yang melibatkan kendaraan otonom. Oleh karena itu, diperlukan pembentukan regulasi khusus yang mengatur status hukum, standar operasional, mekanisme pengawasan, serta pembagian tanggung jawab guna menjamin kepastian hukum, perlindungan masyarakat, dan efektivitas penegakan hukum pidana.⁹

⁸ Moeljatno, *Asas-Asas Hukum Pidana*, Jakarta: Rineka Cipta, 2008; Teguh Prasetyo, *Hukum Pidana*, Jakarta: Rajawali Pers, 2019.

⁹ N.H. Djohan, E. Indarti, & M.F. Malik, *AI Meets the Road: Constructing Indonesia's Legal Framework for Autonomous Vehicles*, Masalah-Masalah Hukum, Vol. 54, No. 1, 2025.

Hukum pidana Indonesia masih berpegang pada asas *geen straf zonder schuld* yang mensyaratkan adanya kesengajaan atau kelalaian sebagai dasar pertanggungjawaban pidana. Penerapan asas ini menjadi tantangan dalam penggunaan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan karena keputusan mengemudi dihasilkan oleh sistem, bukan sepenuhnya oleh manusia. Akibatnya, penentuan pihak yang bertanggung jawab atas kecelakaan atau pelanggaran menjadi kompleks karena melibatkan produsen, pengembang perangkat lunak, penyedia sistem, pemilik, dan pengguna kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan hukum pidana yang mengatur mekanisme pertanggungjawaban secara jelas agar tercipta kepastian hukum, keadilan, dan perlindungan masyarakat.¹⁰

Tantangan lain dalam hukum pidana Indonesia adalah aspek pembuktian terhadap perkara yang melibatkan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan. Berbeda dengan kendaraan konvensional, pembuktian bergantung pada data digital seperti rekaman kamera, sensor, sistem penentu posisi global, radar, dan catatan sistem. Namun, pengaturan alat bukti elektronik masih bersifat umum dan belum mengatur secara khusus penggunaan data kendaraan otonom. Selain itu, karakteristik *black box* pada sistem kecerdasan buatan menyulitkan pembuktian hubungan sebab akibat. Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang mengatur mekanisme pembuktian digital secara khusus guna memberikan kepastian hukum.¹¹

Kesiapan hukum pidana Indonesia dalam menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan juga bergantung pada kesiapan aparat penegak hukum. Penanganan perkara tidak lagi hanya mengandalkan keterangan saksi dan pemeriksaan fisik kendaraan, tetapi juga memerlukan analisis data elektronik yang dihasilkan oleh sistem kecerdasan buatan. Oleh karena itu, penyidik, penuntut umum, dan hakim perlu memahami cara kerja kecerdasan buatan, forensik digital, keamanan siber, serta analisis bukti elektronik. Kompetensi tersebut diperlukan untuk menentukan penyebab peristiwa, menilai keabsahan alat bukti, dan menetapkan pihak yang bertanggung jawab. Dengan demikian, peningkatan kapasitas aparat melalui pendidikan, pelatihan, dan kerja sama

¹⁰ Alfairuz, K. A., *Pihak yang Bertanggung Jawab dan Bentuk Pertanggungjawaban Pidana dalam Kecelakaan Lalu Lintas yang Melibatkan Taksi Otonom*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia, 2025.

¹¹ Handoko, D., Saryoko, A., Aghata, F., Yunita, F., Saputro, I. P., Atho'illah, I., dkk., *Artificial Intelligence: Revolusi Kecerdasan Buatan*, Penerbit Mifandi Mandiri Digital, 2024.

dengan tenaga ahli menjadi langkah penting untuk mendukung kesiapan hukum pidana Indonesia.¹²

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hukum pidana Indonesia belum sepenuhnya siap menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan karena belum memiliki regulasi khusus mengenai penggunaan kendaraan otonom, mekanisme pertanggungjawaban pidana, pembuktian berbasis bukti elektronik, dan pembagian tanggung jawab para pihak. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan hukum yang mengatur standar keselamatan, mekanisme pengawasan, serta pertanggungjawaban pidana dengan tetap berpedoman pada asas legalitas dan asas kesalahan. Sebagai perbandingan, regulasi Jerman melalui *Autonomous Driving Act* Tahun 2021 dapat menjadi referensi dalam penyusunan regulasi nasional guna mewujudkan kepastian hukum, perlindungan masyarakat, dan sistem pertanggungjawaban pidana yang jelas terhadap penggunaan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan.¹³

Regulasi Kendaraan Otonom di Jerman Dapat di Adopsi Dalam Pembentukan Hukum di Indonesia

Jerman merupakan salah satu negara pertama yang secara progresif mengatur penggunaan. Perkembangan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence* mendorong perlunya pembentukan regulasi yang mampu mengakomodasi perkembangan teknologi tanpa mengesampingkan kepastian hukum dan keselamatan masyarakat. Dalam penelitian ini, Jerman dipilih sebagai negara pembanding karena telah berhasil membangun kerangka hukum yang komprehensif melalui reformasi regulasi kendaraan otonom yang mengintegrasikan aspek keselamatan, tanggung jawab hukum, pengawasan teknis, dan perlindungan data. Selain itu, Indonesia dan Jerman sama-sama menganut sistem hukum civil law, sehingga prinsip-prinsip pengaturan yang diterapkan di Jerman memiliki peluang untuk diadopsi dan disesuaikan dengan sistem hukum nasional. Oleh karena itu, studi komparatif terhadap regulasi Jerman menjadi penting sebagai dasar dalam merumuskan pembentukan hukum kendaraan otonom di Indonesia yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi¹⁴. Salah satu bentuk pembaruan hukum yang dilakukan Jerman adalah dengan mengesahkan *Autonomous*

¹² N. A. Syahrir, *Tinjauan Yuridis Pertanggungjawaban Pidana pada Kecelakaan Lalu Lintas yang Disebabkan oleh Kendaraan Berteknologi Self-Driving*, Disertasi, Universitas Hasanuddin, 2025.

¹³ Candra, S., "Pembaharuan Hukum Pidana; Konsep Pertanggungjawaban Pidana dalam Hukum Pidana Nasional yang Akan Datang," *Jurnal Cita Hukum*, Vol. 1, No. 1, 2013.

¹⁴ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

Driving Act Tahun 2021 sebagai perubahan terhadap *Straßenverkehrsgesetz* (StVG) yang memberikan dasar hukum bagi pengoperasian kendaraan otonom Level 4 pada ruang operasional tertentu (*defined operating area*). Regulasi tersebut tidak hanya mengatur aspek teknis penggunaan kendaraan otonom, tetapi juga menetapkan persyaratan keselamatan, mekanisme perizinan, kewajiban pengawasan, serta pembagian tanggung jawab setiap pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan kendaraan otonom. Dalam sistem tersebut, meskipun kendaraan mampu beroperasi secara mandiri, tetap terdapat technical supervisor yang bertugas mengawasi operasional kendaraan dan memiliki kewenangan untuk melakukan intervensi apabila terjadi keadaan darurat atau kegagalan sistem. Pengaturan tersebut menunjukkan bahwa Jerman tidak sepenuhnya menyerahkan pengendalian kepada sistem *Artificial Intelligence*, melainkan tetap mempertahankan adanya pengawasan manusia sebagai bentuk perlindungan terhadap keselamatan publik. Selain itu, regulasi tersebut juga mewajibkan kendaraan otonom memiliki sistem perekaman data (*black box*) yang berfungsi merekam seluruh aktivitas kendaraan selama beroperasi. Data tersebut menjadi alat yang penting dalam proses investigasi untuk menentukan penyebab terjadinya kecelakaan maupun pihak yang bertanggung jawab apabila terjadi pelanggaran hukum. Pengaturan yang komprehensif tersebut memberikan kepastian hukum bagi masyarakat, produsen, maupun aparat penegak hukum dalam menghadapi perkembangan teknologi kendaraan otonom. Model pengaturan seperti ini dapat menjadi salah satu rujukan bagi Indonesia dalam membentuk regulasi yang mampu mengakomodasi perkembangan kendaraan berbasis *Artificial Intelligence* secara aman dan bertanggung jawab¹⁵

Jerman melakukan pembaruan hukum melalui *Autonomous Driving Act* Tahun 2021 yang mengubah *Straßenverkehrsgesetz* sebagai dasar hukum pengoperasian kendaraan otonom Level 4. Regulasi ini mengatur standar keselamatan, mekanisme perizinan, pengawasan oleh *technical supervisor*, pembagian tanggung jawab, serta kewajiban penggunaan sistem perekaman data (*black box*) untuk mendukung investigasi kecelakaan. Pengaturan tersebut memberikan kepastian hukum dan perlindungan bagi

¹⁵ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

masyarakat, sehingga dapat menjadi referensi bagi Indonesia dalam menyusun regulasi kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan.¹⁶

Pengaturan kendaraan otonom di Jerman menunjukkan bahwa pembentukan regulasi tidak hanya berorientasi pada perkembangan teknologi, tetapi juga menitikberatkan pada kejelasan pembagian tanggung jawab hukum bagi seluruh pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan kendaraan otonom. Melalui *Autonomous Driving Act* Tahun 2021 yang mengubah *Straßenverkehrsgesetz (StVG)*, Jerman menetapkan bahwa penyelenggaraan kendaraan otonom melibatkan berbagai subjek hukum yang memiliki hak, kewajiban, dan tanggung jawab sesuai dengan perannya masing-masing. Pihak-pihak tersebut meliputi produsen kendaraan, pengembang perangkat lunak, operator teknis (*technical supervisor*), pemilik kendaraan, hingga pengguna kendaraan. Pengaturan tersebut memberikan kepastian hukum karena penentuan pihak yang bertanggung jawab tidak hanya didasarkan pada keberadaan pengemudi, tetapi juga mempertimbangkan penyebab utama terjadinya suatu pelanggaran atau kegagalan sistem. Apabila suatu peristiwa terjadi akibat kesalahan pada perangkat lunak atau sistem *Artificial Intelligence*, maka proses penentuan tanggung jawab dapat diarahkan kepada pihak yang memiliki kewajiban terhadap keamanan dan keandalan sistem tersebut. Sebaliknya, apabila pelanggaran terjadi karena kelalaian pengguna atau operator dalam menjalankan kewajibannya, maka pertanggungjawaban tetap dibebankan kepada pihak yang bersangkutan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Model pengaturan tersebut mencerminkan adanya pembagian tanggung jawab yang proporsional sehingga mampu memberikan kepastian hukum sekaligus meningkatkan perlindungan bagi masyarakat. Prinsip pengaturan tersebut relevan untuk diadopsi dalam pembentukan hukum di Indonesia mengingat ketentuan yang berlaku saat ini masih berorientasi pada kendaraan konvensional yang dikendalikan oleh manusia. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan maupun Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2023 tentang Kitab Undang-Undang Hukum Pidana belum mengatur secara khusus mengenai pembagian tanggung jawab dalam penyelenggaraan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*. Oleh karena itu, pembentukan regulasi nasional perlu mengakomodasi pembagian tanggung jawab secara proporsional antara produsen kendaraan, pengembang perangkat lunak, penyedia sistem *Artificial Intelligence*, pemilik

¹⁶ German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, *Autonomous Driving Act*, 2021.

kendaraan, operator teknis, dan pengguna kendaraan sesuai dengan tingkat keterlibatan masing-masing. Pengaturan tersebut akan memberikan kepastian hukum dalam proses penegakan hukum pidana sekaligus mencegah terjadinya kekosongan hukum ketika kendaraan otonom mulai dioperasikan di Indonesia. Dengan demikian, adopsi prinsip pembagian tanggung jawab sebagaimana diterapkan di Jerman dapat menjadi salah satu landasan penting dalam pembentukan regulasi kendaraan otonom di Indonesia yang mampu menjawab perkembangan teknologi, memberikan perlindungan hukum kepada masyarakat, serta tetap selaras dengan prinsip-prinsip hukum pidana nasional¹⁷.

Regulasi kendaraan otonom di Jerman dapat menjadi salah satu rujukan dalam pembentukan hukum di Indonesia, namun penerapannya tidak dapat dilakukan secara langsung. Proses adopsi perlu disesuaikan dengan kondisi nasional, termasuk sistem transportasi, kesiapan infrastruktur, perkembangan teknologi, karakteristik masyarakat, serta sistem hukum yang berlaku. Oleh karena itu, Indonesia perlu mengadopsi prinsip-prinsip pengaturan yang relevan tanpa mengesampingkan kebutuhan dan kepentingan hukum nasional. Beberapa aspek yang dapat diadopsi meliputi pengaturan mengenai klasifikasi tingkat otomatisasi kendaraan, standar keselamatan, persyaratan operasional, sertifikasi, serta pembagian hak, kewajiban, dan tanggung jawab para pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan kendaraan otonom. Pengaturan tersebut diharapkan mampu memberikan kepastian hukum, mendukung efektivitas penegakan hukum pidana, menjamin keselamatan masyarakat, serta mendorong pengembangan kendaraan otonom berbasis kecerdasan buatan secara bertanggung jawab dan selaras dengan perkembangan teknologi.

Aspek lain yang dapat diadopsi dari regulasi kendaraan otonom di Jerman adalah pengaturan mengenai sistem pengawasan dan mekanisme pembuktian terhadap penggunaan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*. Dalam *Autonomous Driving Act*, setiap kendaraan otonom diwajibkan memiliki sistem perekaman data (*black box*) yang berfungsi mencatat seluruh aktivitas kendaraan selama beroperasi, termasuk proses pengambilan keputusan oleh sistem, waktu terjadinya intervensi, kondisi operasional kendaraan, serta tindakan yang dilakukan oleh *technical supervisor*. Keberadaan sistem tersebut memberikan kemudahan bagi aparat penegak hukum dalam melakukan investigasi apabila terjadi kecelakaan atau dugaan pelanggaran hukum

¹⁷ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

karena seluruh aktivitas kendaraan dapat ditelusuri melalui data elektronik yang tersimpan. Pengaturan tersebut dapat menjadi acuan bagi Indonesia dalam membentuk regulasi yang mewajibkan setiap kendaraan otonom dilengkapi dengan sistem perekaman data yang memenuhi standar keamanan dan keandalan. Selain itu, pemerintah juga perlu mengatur mekanisme penyimpanan, pengelolaan, serta akses terhadap data elektronik agar dapat digunakan sebagai alat bukti dalam proses peradilan pidana tanpa mengabaikan perlindungan data pribadi pengguna. Pengaturan tersebut penting karena kendaraan otonom menghasilkan data digital dalam jumlah besar yang tidak hanya berkaitan dengan kondisi teknis kendaraan, tetapi juga memuat informasi mengenai lokasi, waktu perjalanan, dan aktivitas pengguna. Oleh karena itu, pembentukan regulasi di Indonesia perlu mengintegrasikan ketentuan mengenai alat bukti elektronik sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Informasi dan Transaksi Elektronik dengan ketentuan perlindungan data pribadi agar proses penegakan hukum dapat berjalan secara efektif sekaligus tetap menjamin hak privasi masyarakat. Dengan adanya pengaturan yang jelas mengenai sistem pengawasan dan pembuktian digital, Indonesia akan memiliki landasan hukum yang lebih kuat dalam menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*.¹⁸

Selain aspek pengawasan dan mekanisme pembuktian, regulasi kendaraan otonom di Jerman juga memberikan gambaran mengenai pentingnya pembentukan sistem pertanggungjawaban hukum yang jelas terhadap seluruh pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan kendaraan otonom. Regulasi tersebut tidak lagi menempatkan pengguna kendaraan sebagai satu-satunya pihak yang bertanggung jawab, melainkan membagi tanggung jawab sesuai dengan peran masing-masing pihak dalam sistem kendaraan otonom. Pihak-pihak seperti produsen kendaraan, pengembang perangkat lunak, penyedia sistem *Artificial Intelligence*, operator teknis (*technical supervisor*), hingga pemilik kendaraan memiliki kewajiban hukum yang berbeda sesuai dengan fungsi dan keterlibatannya. Pembagian tanggung jawab tersebut memberikan kepastian hukum apabila terjadi kegagalan sistem atau pelanggaran hukum, karena proses penentuan pihak yang bertanggung jawab tidak hanya didasarkan pada keberadaan pengguna kendaraan, tetapi juga mempertimbangkan penyebab utama terjadinya suatu peristiwa. Konsep ini menjadi salah satu keunggulan regulasi Jerman karena mampu menyesuaikan karakteristik kendaraan otonom yang melibatkan berbagai komponen

¹⁸ German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, *Autonomous Driving Act*, 2021.

teknologi dan banyak pihak dalam proses pengoperasiannya. Model pengaturan tersebut relevan untuk diadopsi dalam pembentukan hukum di Indonesia mengingat ketentuan yang berlaku saat ini masih berorientasi pada kendaraan konvensional yang dikendalikan oleh manusia. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan masih menempatkan pengemudi sebagai subjek utama yang bertanggung jawab terhadap kendaraan yang dioperasikan di jalan. Padahal, pada kendaraan otonom, keputusan mengemudi tidak sepenuhnya dilakukan oleh manusia, tetapi juga dipengaruhi oleh sistem *Artificial Intelligence* yang bekerja melalui algoritma, sensor, kamera, radar, dan perangkat lunak lainnya. Akibatnya, apabila terjadi kecelakaan atau pelanggaran hukum yang disebabkan oleh kegagalan sistem, mekanisme pertanggungjawaban yang hanya berorientasi kepada pengemudi menjadi kurang memadai untuk memberikan kepastian hukum. Oleh karena itu, Indonesia perlu mengembangkan pengaturan yang mampu mengakomodasi keterlibatan seluruh pihak yang memiliki kontribusi terhadap pengoperasian kendaraan otonom. Dalam pembentukan regulasi nasional, pembagian pertanggungjawaban tersebut dapat dilakukan dengan menetapkan kewajiban hukum bagi setiap pihak sesuai dengan perannya. Produsen bertanggung jawab terhadap keamanan desain dan kualitas kendaraan, pengembang perangkat lunak bertanggung jawab terhadap keandalan sistem *Artificial Intelligence*, operator teknis bertanggung jawab terhadap pelaksanaan pengawasan selama kendaraan beroperasi, sedangkan pemilik maupun pengguna kendaraan tetap memiliki kewajiban untuk memastikan kendaraan digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pengaturan yang demikian tidak hanya memberikan kepastian hukum dalam proses penegakan hukum pidana, tetapi juga mendorong seluruh pihak untuk memenuhi standar keselamatan sebelum kendaraan dioperasikan di ruang publik. Dengan demikian, adopsi regulasi Jerman mengenai pembagian tanggung jawab hukum dapat menjadi dasar penting dalam pembentukan regulasi kendaraan otonom di Indonesia yang lebih komprehensif, adaptif terhadap perkembangan teknologi, serta mampu memberikan perlindungan hukum bagi masyarakat tanpa menghambat inovasi di bidang transportasi berbasis *Artificial Intelligence*.¹⁹

Selain pembentukan sistem pertanggungjawaban hukum, Indonesia juga dapat mengadopsi pendekatan regulasi Jerman dalam penyelenggaraan pengawasan terhadap

¹⁹ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

kendaraan otonom melalui keterlibatan pemerintah sebagai regulator. Di Jerman, pengoperasian kendaraan otonom hanya dapat dilakukan setelah memenuhi persyaratan teknis dan memperoleh persetujuan dari otoritas yang berwenang. Mekanisme tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa setiap kendaraan yang beroperasi telah memenuhi standar keselamatan, keandalan sistem, serta kelayakan teknologi sebelum digunakan di ruang publik. Pendekatan tersebut penting untuk diterapkan di Indonesia melalui pembentukan mekanisme sertifikasi dan pengujian kendaraan otonom yang melibatkan kementerian atau lembaga terkait sebelum kendaraan memperoleh izin operasional. Selain itu, pemerintah juga perlu menetapkan standar nasional mengenai keamanan sistem *Artificial Intelligence*, pembaruan perangkat lunak (*software update*), keamanan siber (*cybersecurity*), serta evaluasi berkala terhadap kinerja kendaraan otonom. Pengaturan tersebut diperlukan untuk meminimalkan risiko kegagalan sistem yang dapat membahayakan pengguna jalan maupun masyarakat. Di samping itu, adanya pengawasan yang berkelanjutan akan memberikan kepastian hukum bagi produsen dan pengembang teknologi mengenai standar yang harus dipenuhi dalam mengembangkan kendaraan otonom. Dengan demikian, adopsi mekanisme pengawasan sebagaimana diterapkan di Jerman tidak hanya bertujuan menjamin keselamatan lalu lintas, tetapi juga menjadi instrumen preventif dalam mencegah terjadinya pelanggaran hukum yang melibatkan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*. Melalui pengawasan yang terstruktur dan didukung regulasi yang jelas, Indonesia akan memiliki fondasi hukum yang lebih kuat untuk mengantisipasi perkembangan teknologi transportasi di masa depan.²⁰

Adopsi regulasi kendaraan otonom di Jerman tidak bertujuan menyalin seluruh ketentuannya, melainkan mengadaptasi prinsip-prinsip yang sesuai dengan sistem hukum Indonesia. Mengingat kedua negara sama-sama menganut sistem hukum *civil law*, Indonesia dapat mengadopsi pengaturan mengenai klasifikasi tingkat otomatisasi, standar keselamatan, sertifikasi dan pengujian kendaraan, serta penggunaan *event data recorder* untuk mendukung pembuktian dan investigasi. Selain itu, regulasi nasional perlu mengatur pembagian hak, kewajiban, dan pertanggungjawaban hukum bagi produsen, pengembang perangkat lunak, penyedia sistem kecerdasan buatan, operator teknis, pemilik, dan pengguna kendaraan. Dengan demikian, regulasi yang dibentuk diharapkan mampu memberikan kepastian hukum, mendukung penegakan hukum

²⁰ German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, *Autonomous Driving Act*, 2021.

pidana, melindungi masyarakat, dan mendorong pengembangan kendaraan otonom secara aman serta sesuai dengan prinsip hukum pidana nasional.²¹

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kesimpulannya, Hukum pidana Indonesia masih memerlukan penyesuaian normatif dan institusional untuk menghadapi perkembangan kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence*. Belum adanya regulasi khusus menyebabkan terjadinya kekosongan hukum, terutama dalam pengaturan pertanggungjawaban pidana, mekanisme pembuktian, dan pembagian tanggung jawab para pihak yang terlibat. Oleh karena itu, diperlukan pembentukan regulasi yang komprehensif serta peningkatan kapasitas aparat penegak hukum agar tercipta kepastian hukum dan sistem penegakan hukum pidana yang adaptif terhadap perkembangan teknologi.
2. Regulasi antara Jerman dan Indonesia menunjukkan bahwa Jerman lebih siap dalam menghadapi perkembangan kendaraan otonom melalui pengaturan yang komprehensif. Jerman telah mengatur penggunaan kendaraan otonom melalui *Straßenverkehrsgesetz* (StVG) dengan menetapkan *technical supervisor*, sistem perekam data kendaraan (*black box data recorder*), standar keselamatan, serta pembagian tanggung jawab antara pengguna dan produsen. Sementara itu, Indonesia masih belum memiliki regulasi khusus yang mengatur kendaraan otonom secara rinci. Oleh karena itu, Indonesia perlu membentuk regulasi baru yang adaptif dengan perkembangan teknologi, mencakup standar teknis kendaraan otonom, mekanisme pengawasan manusia, sistem pembuktian digital, tanggung jawab produsen, serta mekanisme penegakan hukum pidana. Langkah tersebut penting untuk memberikan kepastian hukum, perlindungan masyarakat, dan mendukung perkembangan sistem transportasi modern berbasis *Artificial Intelligence*.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, Indonesia perlu segera membentuk regulasi khusus mengenai kendaraan otonom berbasis *Artificial Intelligence* yang mengatur status hukum kendaraan otonom, standar keselamatan, mekanisme pengawasan, sistem perizinan, serta

²¹ A. A. Setiawan, *Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman*, *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.

pertanggungjawaban hukum yang jelas. Regulasi tersebut dapat dibentuk melalui revisi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan maupun penyusunan peraturan khusus yang mengakomodasi perkembangan teknologi kendaraan otonom agar tercipta kepastian hukum dan perlindungan bagi Masyarakat. Penerapan pidana penjara harus dibatasi secara proporsional hanya kepada pihak yang terbukti memiliki kesalahan pribadi berupa kesengajaan atau kejahatan dalam pengoperasian, pengawasan, maupun pengembangan sistem kendaraan otonom. Terhadap kecelakaan yang timbul akibat kegagalan sistem otonom atau cacat produk, mekanisme yang lebih tepat adalah tanggung jawab ketat, tanggung jawab produk, dan dijamin melalui asuransi wajib guna menjamin pemulihan korban secara efektif dan kerugian yang dialami korban dan keluarga korban. Regulasi nasional tersebut perlu disusun dengan mengacu pada standar internasional seperti UNECE Regulations, Regulation (EU) 2019/2144, serta model regulasi Jerman agar terciptanya kepastian hukum, perlindungan konsumen, dan keselamatan masyarakat dalam implementasi kendaraan otonom di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Perundang-Undangan

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2023 tentang Kitab Undang-Undang Hukum Pidana.

Buku

Handoko, D., Saryoko, A., Aghata, F., Yunita, F., Saputro, I. P., Atho'illah, I., dkk.
Artificial Intelligence: Revolusi Kecerdasan Buatan. Penerbit Mifandi Mandiri
Digital, 2024.

Moeljatno. Asas-Asas Hukum Pidana. Jakarta: Rineka Cipta, 2008.

Teguh Prasetyo. Hukum Pidana. Jakarta: Rajawali Pers, 2019.

Jurnal

Candra, S. "Pembaharuan Hukum Pidana; Konsep Pertanggungjawaban Pidana dalam
Hukum Pidana Nasional yang Akan Datang." Jurnal Cita Hukum, Vol. 1, No. 1,
2013.

- Djohan, N. H., Indarti, E., & Malik, M. F. "AI Meets the Road: Constructing Indonesia's Legal Framework for Autonomous Vehicles." *Masalah-Masalah Hukum*, Vol. 54, No. 1, 2025.
- Setiawan, A. A. "Tinjauan Komparatif Pertanggungjawaban Hukum Mobil Otonom: Analisis Undang-Undang Lalu Lintas Indonesia dan Jerman." *Journal of Law and Society*, Vol. 1, No. 1, 2026.
- Alfairuz, K. A. Pihak yang Bertanggung Jawab dan Bentuk Pertanggungjawaban Pidana dalam Kecelakaan Lalu Lintas yang Melibatkan Taksi Otonom. Skripsi. Universitas Islam Indonesia, 2025.
- Syahrir, N. A. Tinjauan Yuridis Pertanggungjawaban Pidana pada Kecelakaan Lalu Lintas yang Disebabkan oleh Kendaraan Berteknologi Self-Driving. Disertasi. Universitas Hasanuddin, 2025.
- Ardi, R. N. Perbandingan Hukum Terkait Penggunaan Fitur Otonom pada Kendaraan di Indonesia dengan Jerman dan Korea Selatan. n.d.
- German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Autonomous Driving Act. 2021.