



Received: October 2025

Accepted: November 2025

Published: February 2026

PERTANGGUNGJAWABAN HUKUM PENGGUNAAN MOBIL OTONOM: STUDI KOMPARATIF INDONESIA DAN JERMAN

Andrik Aprilyanto Setiawan¹, Dhia Fadlia²

1 Universitas Trisakti, Indonesia

2 Magister Ilmu Hukum, Universitas Brawijaya, Indonesia

Email: acct.andrikas@gmail.com¹, moonstasks@gmail.com²

Abstract

Autonomous Vehicles in Indonesia still face fundamental challenges, particularly in the regulation and legal accountability of autonomous vehicles, as well as ensuring traffic safety. The existing legal framework is considered unprepared for increasingly advanced technological breakthroughs. In contrast, Germany has established a system similar to the Autonomous Traffic Law, which is included in the Road Traffic Act. This system clearly defines the division of responsibilities between vehicle owners, manufacturers, and regulatory bodies, and is complemented by a mandatory insurance program and a comprehensive data storage system. This study uses a structured comparative study of traffic regulations in Indonesia and Germany. The approach used in this study is juridical-normative, and the resulting data is then analyzed and interpreted. The results of this study indicate that the existing legal framework in Indonesia, namely Law No. 22 of 2019, does not comprehensively regulate autonomous vehicles and their legal accountability. On the other hand, Germany, through Gesetz Zum Autonomen Fahren (Autonomous Vehicles Act), is integrated into the Straßenverkehrsgesetz. Existing German regulations fully recognize the existence of autonomous vehicles and address and facilitate their technical, operational, and legal aspects. Indonesia needs to reformulate the legal framework adopted by Germany, the first country to have comprehensive regulations regarding autonomous vehicles. This step can fill the legal gap and address public expectations.

Keywords: *Comparative Study, Legal Liability, Autonomous Vehicle, Indonesia, Germany.*

Abstrak

Kendaraan Otonom di Indonesia masih terkendala dengan tantangan fundamental yang ada, khususnya pada regulasi dan pertanggungjawab hukum mobil otonom serta jaminan keselamatan berlalu lintas. Kerangka hukum yang ada dinilai belum siap menghadapi terobosan teknologi yang semakin berkembang. Sebaliknya, Jerman telah menetapkan sistem yang serupa dengan Undang-Undang Lalu Lintas otonom yang dalam Undang-Undang Lalu Lintas Jalan. Sistem ini secara jelas mendefinisikan pembagian tanggung jawab antara pemilik kendaraan, produsen, dan badan pengatur, serta dilengkapi dengan program asuransi wajib dan sistem penyimpanan data yang komprehensif. Penelitian ini menggunakan studi komparatif yang terstruktur antara pengaturan lalu lintas di Indonesia dan Jerman. Pendekatan pada penelitian ini adalah yuridis-normatif, data yang dihasilkan kemudian dianalisis dan diinterpretasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kerangka hukum yang ada Indonesia yaitu Undang-Undang No. 22 Tahun 2019 belum mengatur secara komprehensif mengenai kendaraan otonom dan pertanggungjawabannya. Di lain sisi, Jerman melalui Gesetz Zum Autonomen Fahren yang diintegrasikan ke dalam Straßenverkehrsgesetz. Regulasi yang ada di Jerman mengakui secara keseluruhan keberadaan kendaraan otonom dan menyikapi serta memfasilitasi dari aspek

teknis, operasional dan hukum. Indonesia perlu reformulasi kerangka hukum dari Jerman sebagai negara pertama yang memiliki pengaturan terlengkap mengenai kendaraan otonom. Langkah ini dapat mengisi kekosongan hukum dan menjawab keinginan dari masyarakat.

Kata Kunci: Studi Komparatif, Pertanggungjawaban Hukum, Mobil Otonom, Indonesia, Jerman.

PENDAHULUAN

Autopilot merupakan teknologi yang memungkinkan kendaraan untuk mengemudi secara otomatis tanpa intervensi langsung dari pengemudi (*self-driving*). *Autopilot* membantu kendaraan mengurangi kesalahan manusia. Mobil-mobil yang memiliki sistem *autopilot* memiliki sensor yang terletak pada kemudi. Sensor ini berfungsi sebagai fitur keamanan dan berfungsi sebagai alarm peringatan bagi pengemudi jika mereka melepas kemudi terlalu lama. Salah satu inovasi produsen kendaraan bermotor adalah kendaraan roda empat yang menggunakan sistem *autopilot*. Industri otomotif di seluruh dunia telah menghabiskan waktu yang lama untuk mengembangkan inovasi ini sebelum diuji kelayakan sistem untuk digunakan di jalan dengan standart internasional (Widjanarko & Prasetyawati, 2024). Transformasi tata ruang di wilayah metropolitan menghasilkan serangkaian konsekuensi yang bersifat dualism, yakni manfaat dan tantangan. Di satu sisi, proses urbanisasi membuka akses yang lebih luas terhadap fasilitas public, layanan Kesehatan dan Pendidikan, serta lapangan pekerjaan.

Pembangunan sarana-prasarana penunjang, seperti jaringan jalan dan angkutan massal yang juga memperlancar konektivitas yang pada akhirnya mendorong mobilitas, produktivitas ekonomi dan taraf hidup masyarakat. Menurut Othman (2022), dalam beberapa tahun terakhir, kendaraan otonom telah menjadi fokus utama, mengingat potensi besar yang ditawarkan oleh otomatisasi kendaraan seperti peningkatan mobilitas, penurunan konsumsi energi, dan emisi. Selain itu, dalam konteks pandemi, kendaraan autonom sebagai solusi transportasi yang memungkinkan isolasi dan sterilisasi yang lebih baik. Para produsen kemudian berlomba untuk memperkenalkan teknologi ini secepat mungkin.

Angka Kecelakaan Kesalahan manusia merupakan penyebab utama kecelakaan lalu lintas. Penggunaan kendaraan otonom sepenuhnya diperkirakan berpotensi mengurangi angka kecelakaan rata-rata hingga 90%. Faktor-faktor seperti kelelahan pengemudi, gangguan saat mengemudi, dan keracunan alkohol dapat dikurangi dengan kendaraan otonom. Namun, adopsi *autonomous vehicle* di Indonesia masih terkendala dengan tantangan fundamental yang ada, khususnya pada regulasi dan jaminan keselamatan berlalu lintas. Kerangka hukum yang ada dinilai belum siap menghadapi terobosan teknologi ini. Dunia hukum di tanah air tampaknya perlu untuk mengejar ketertinggalan dari laju inovasi kendaraan otonom, sehingga diperlukan kajian mendalam untuk merumuskan peraturan yang tepat dan juga efektif. Teknologi *autonomous vehicle* telah diperkenalkan di Indonesia sejak 2014 oleh Prestige Motorcars. Perusahaan ini beralih haluan setahun kemudian dengan meluncurkan mobil Tesla Model S yang dilengkapi dengan fitur kemudi otomatis (Devid dkk., 2025:83). Karena alasan ini, menghadapi risiko jalan raya yang semakin meningkat, para produsen mobil telah melengkapi kendaraan mereka dengan sistem mengemudi otonom. Konsep ini, yang telah diterapkan di negara-negara maju, relatif baru di Indonesia. Industri otomotif global telah

melakukan berbagai eksperimen dengan sistem ini, menggunakan perangkat untuk mengoptimalkan kemampuan manuver kendaraan. Sistem ini memungkinkan sistem kendali kendaraan beralih ke mode mengemudi otonom, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan keselamatan jalan. Saat ini, pengembangan sedang dilakukan untuk memungkinkan kendaraan mendeteksi rintangan di depan dan menonaktifkan sistem jika pengemudi lengah, sehingga mencegah tabrakan dan kecelakaan (Nugroho dkk., 2023:199). Inovasi teknologi ini membagi beban kerja pengemudi dengan sistem komputer, sehingga menghilangkan *human error*. Hal ini dimungkinkan berkat kecerdasan buatan (AI), sebuah sistem autopilot yang meningkatkan perilaku manusia melalui algoritma dan sistem sensor. Teknologi yang terintegrasi ke dalam sistem autopilot mencakup sistem kemudi otonom yang secara otomatis mengontrol tindakan pengemudi, perpindahan gigi, dan kendali gas, dengan dukungan LiDAR (light sense radar), kamera, dan GPS untuk menghindari tabrakan (Taufiqrahman, 2016).

Kerangka hukum lalu lintas di Indonesia saat ini masih didominasi oleh perspektif kendaraan konvensional dengan pengemudi manusia di belakang kemudi. Payung hukum utamanya yaitu, Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan, memiliki visi untuk menciptakan sistem transportasi darat yang aman, tertib, lancar, dan terintegrasi guna mendukung pembangunan ekonomi, kesejahteraan, serta martabat bangsa. Meskipun pemerintah telah menerbitkan Peraturan Menteri Perhubungan mengenai Kendaraan Bermotor Listrik yang diatur No. 45 Tahun 2020 dan Uji Tipe Fisiknya pada No. 44 Tahun 2020, kedua aturan ini dinilai belum cukup komprehensif untuk mengakomodasi operasional teknologi kendaraan otomatis atau *autopilot* pada mobil penumpang. Regulasi yang ada saat ini belum mengatur secara jelas mengenai aspek operasi. Selanjutnya, Undang-Undang Cipta Kerja belum secara khusus mengatur aspek teknis kendaraan otonom, tetapi menyediakan kerangka hukum untuk mendorong pengembangan ekosistem kendaraan otonom di Indonesia dengan mendorong dan menyederhanakan perizinan usaha dan pemberian insentif.

Menurut Jelinski (2021), kemajuan teknologi terkini dalam kemudi otonom telah memicu perdebatan publik terkait Langkah-langkah pencegahan yang diperlukan untuk memfasilitasi kemajuan teknologi serta landasan etika untuk mengizinkan kendaraan otonom yg beroperasi. Pandangan publik dan pemberitaan media masih menunjukkan ambiguitas dalam memandang dampak kendaraan otonom, menghadirkan narasi yang terpopolarisasi antara kekhawatiran berlebihan dan imajinasi futuristik. Untuk dapat mengatasi keraguan ini, *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE), pemerintah di negara bagian dari USA seperti California, Nevada, Arizona serta inisiatif kode etik yang ada di Jerman memutuskan untuk mengambil inisiatif terkait guna menanggapi keresahan yang terjadi di masyarakat dengan menyusun standar bersama untuk membangun kepercayaan terhadap teknologi yang diterapkan pada kendaraan otomatis dan otonom.

Jerman telah memberikan standarisasi dan pedoman terkait *artificial intelligence* yang dibentuk lewat Komisi Etik Jerman. Pedoman tersebut memuat perbedaan karakteristik jika terjadi suatu tabrakan yang tidak terelakkan, dimana pemilihan korban berdasarkan ciri pribadi dilarang. Kemudian, pengaturan mengenai keselamatan, penggunaan data, serta pembagian tanggung jawab antara pemilik, pengemudi, dan

produsen kendaraan otonom. Awalnya, Jerman menerapkan *Autonome Fahrzeuge gesetz* sebagai pengaturan lalu lintas kendaraan otonom di Jerman. Namun, pada tahun 2021, amandemen yang lebih spesifik diterbitkan oleh Jerman.

Permasalahan yang krusial di Indonesia adalah pertanggungjawaban hukum. Perspektif ini menempatkan pengemudi sebagai satu-satunya pihak yang dimintai pertanggungjawaban jika telah menyebabkan kecelakaan. Jika kendaraan otonom yang memiliki struktur algoritma sendiri dan juga sensor yg melengkapinya, ini menjadi sukar untuk keputusan siapa yang harus bertanggung jawab. Apakah perusahaan yang menciptakan kendaraan otonom? seorang yang membuat perangkat lunaknya? Atau bahkan individu yang memiliki *autonomous vehicle* tersebut?. Hukum pidana yang ada saat ini masih bersifat tradisional, tetapi di era modern dimana *artificial intelligence* memainkan peran penting, mesin memiliki algoritma untuk membuat keputusan sendiri. Kemudian, isu ini mempertanyakan apakah terdapat niat jahat atau *mens rea* sebagai unsur wajib pada hukum pidana yang berlaku.

Masuknya peraturan hukum dari suatu negara ke negara lain diantaranya adalah dapat terjadi dengan sukarela yaitu dengan dengan cara meniru, yaitu mengambil contoh dari peraturan hukum yang berlaku di negara maju untuk diberlakukan di negara lain yang meniru, atau dapat pula dengan paksaan yaitu karena adanya tekanan ekonomi dari negara maju, atau berbagai dengan cara lainnya (Elkins & Simons, 2005).

Disamping transplantasi berupa peniruan hukum, pencampuran hukum juga telah menjadi topik yang penting di bidang perbandingan hukum, terutama sejak diterbitkannya buku Alan Watson yang terkait dengan transplantasi hukum (*Legal Transplants*) pada tahun 1974 (Nelken, 2004, hlm.5). Suatu contoh yang tepat mengenai transplantasi di bidang hukum telah disampaikan oleh Alan Watson yang menyatakan: "*Legal transplants*" atau transplantasi hukum adalah "pemindahan peraturan hukum dari suatu negara ke negara lain, atau dari suatu masyarakat ke masyarakat lain (Watson, 1974).

Sedangkan, Kahn Freund (1974), berpendapat bahwa 'terdapat tingkatan dari kemampuan dalam transplantasi atau pemindahan hukum', dan kemungkinan berhasil atau risiko penolakan hukum asing dalam lingkungan yang ditransplantasi tergantung pada berbagai faktor—seperti faktor geografis, ekonomi, sosial dan, diatas semua itu, faktor politik. Pada pertengahan tahun 1970-an, Kahn-Freund (1974) menambahkan, bahwa pertimbangan politik telah meningkat dengan pesat secara signifikan dibanding dengan faktor lainnya dalam dua ratus tahun sebelumnya, demikian juga pada negara-negara komunis, dan diantara negara diktator dan demokrasi, menunjukkan kelemahan utama pencangkakan hukum. Akan tetapi, lebih penting lagi adalah 'semakin meningkatnya peran yang dimainkan oleh pihak yang mempunyai kepentingan yang terorganisir dalam pembuatan dan pemeliharaan lembaga-lembaga hukum', seperti para pebisnis besar, serikat buruh dan kelompok-kelompok kebudayaan dan agama.

Lebih lanjut, muncul pertanyaan tentang apakah hukum pidana saat ini memadai untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh kendaraan otonom. Sementara beberapa negara telah mulai memperkenalkan regulasi dan pedoman untuk kendaraan otonom. Dalam konteks Indonesia, isu ini semakin relevan seiring dengan ambisi negara

untuk menjadi pemimpin teknologi dan inovasi di kawasan Asia Tenggara. Dengan ekonomi yang berkembang pesat dan urbanisasi yang meningkat, kendaraan otonom berpotensi menjadi solusi bagi tantangan transportasi yang dihadapi banyak kota besar di Indonesia (Ehsani dkk., 2022). Kitab undang-undang hukum pidana yang akan segera berlaku tahun depan mengatur bab khusus terkait tindak pidana siber. Tindak pidana khusus yakni tindak pidana siber berkaitan erat dengan system otonom, teknologi digital dan jaringan komputer sehingga tindakan yang menimbulkan konsekuensi hukum terkait penggunaan system otonom dapat masuk dalam lingkup tindak pidana siber.

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2019 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Indonesia hanya mengatur mengenai kendaraan konvensional dengan perspektif manusia yang memegang kemudi dan patut dimintai pertanggungjawabannya. Disisi lain, *Autonome Fahrzeugue gesetz* atau Undang-Undang Lalu Lintas Kendaraan Otonom yang disusun oleh Jerman telah menjadi pelopor utama. Teori perbandingan hukum sangat relevan untuk dijadikan pisau analisis pada penelitian ini agar dapat mengintrepretasi lewat analisis yang kemudian dapat memberikan rekomendasi hingga saran yang lebih membangun terkait pengaturan Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Indonesia.

Lebih lanjut, terdapat penelitian terdahulu oleh Rizal Ramadhani Nusi pada tahun 2021 dengan judul penelitian “Legalitas Mobil Auto Pilot Dalam Prespektif Hukum Transportasi di Indonesia” yang mana pada penelitian ini berfokus mengkaji legalitas dan kendaraan autopilot. Selanjutnya, penelitian terdahulu dari Felix Saputra pada tahun 2022 dengan judul “Analisis Perlindungan Hukum Konsumen Bagi Pengguna Kendaraan Self-Driving” namun penelitian ini berfokus pada ranah perdata terkait dengan perlindungan konsumen pengguna kendaraan autopilot. Penulis mengambil aspek yang belum pernah diteliti, dan menitikberatkan pada pengidentifikasian persamaan dan perbedaan Undang-Undang Lalu Lintas di Indonesia dan Jerman dan reformulasi pengaturan Undang-Undang Lalu lintas yang lebih ideal untuk Indonesia.

Berangkat dari segala permasalahan yang telah diuraikan diatas, serta urgensi dalam mengikuti kecanggihan teknologi di era modern saat ini, penulis merumuskan dua permasalahan pokok. Permasalahan utama akan berfokus pada persamaan dan perbedaan hukum lalu lintas antara Indonesia dan Jerman terkait kendaraan otonom. Hasil dari permasalahan pokok utama akan dikaji lebih dalam sehingga pada permasalahan pokok kedua yaitu reformulasi pengaturan kendaraan otonom yang ideal untuk Indonesia, dapat dirumuskan secara sistematis dan terstruktur. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kelebihan dan kelemahan antara dua pengaturan tersebut serta kesesuaian interpretasi dan prinsip yang kemudian dapat direkonstruksikan menjadi suatu pengaturan yang ideal untuk Indonesia. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan dampak positif serta sebagai sumbangsi untuk para peneliti lain agar dapat menjadi acuan khususnya terkait pengaturan kendaraan otonom.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian yuridis normatif. Sumber dan jenis data pada penelitian ini terdiri dari bahan hukum primer dan sekunder terkait pertanggungjawaban hukum kendaraan otonom. Menurut Soerjono Soekanto (1986), kajian hukum normatif menitikberatkan pada norma-norma hukum positif yang berlaku

dan bertujuan untuk mengidentifikasi asas-asas, doktrin-doktrin, maupun prinsip hukum yang dijadikan dasar untuk menjawab permasalahan hukum. Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif antara pengaturan lalu lintas Indonesia dan Jerman dan pendekatan konseptual guna menganalisis norma-norma dan prinsip-prinsip hukum dan peraturan terkait lalu lintas antara Indonesia dan Jerman. Pada penelitian ini bahan hukum primer berupa Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan serta *straßenverkehrsgesetz*, dan segala peraturan perundang-undangan terkait. Bahan hukum sekunder meliputi seluruh buku, artikel ilmiah, skripsi, tesis maupun disertasi terkait *artificial intelligence* khususnya *autonomous vehicle*. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini melalui *library research* atau studi kepustakaan yang peneliti lakukan. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan analisis isi ketentuan hukum yang berlaku di Indonesia dan Jerman serta analisis komparatif dengan menginterpretasi dasar hukum, regulasi khusus, dan subjek yg dimintai pertanggungjawaban guna menilai kelebihan serta kekurangan pada masing-masing pengaturan yang ada di Indonesia dan Jerman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Di Indonesia, sistem kemudi otomatis diimplementasikan di pabrik Mercedes-Benz pada awal 2019, yang tersedia pada Mercedes-Benz S450L dan digunakan di jalan raya. Sistem ini tidak dijual secara komersial di Indonesia. Satu-satunya kendaraan listrik dengan sistem kendali kemudi aktif, Tesla Model 3, telah diuji oleh Bambang Soesatyo, DPR RI, antara tahun 2014 dan 2019. (Nusi, 2019).

Teknologi *self driving* / autopilot pada mobil adalah teknologi yang memadukan teknologi serangkaian sensor yang canggih dan terintegrasi dengan kecerdasan buatan. Mobil dengan sistem autopilot secara sederhana digambarkan bahwa kendaraan tersebut dapat secara otomatis memegang kendali jika diberikan otorisasi oleh pengendaranya. Fungsi otorisasi ini nantinya hanya sebagai pemicu untuk mengalihkan otoritas sopir kepada sistem auto pilot yang ada pada kendaraan, sehingga kendaraan akan berjalan tanpa harus dikendalikan oleh pengemudi layaknya mobil konvensional. Sistem ini mengandalkan berbagai radar dan juga sensor pada kendaraan. Gagasan ini dimunculkan sebagai anti-tesis untuk menanggulangi kecelakaan yang banyak disebabkan oleh pengemudi mobil konvensional (Ridwansyah & Abidin, 2019). Pada laman website resmi Tesla, pihak Tesla memberikan pengertian terkait system dan mekanisme autopilot. Tesla mengatakan bahwa “kendaraan yang menggunakan system autopilot dapat mengemudi sendiri hampir dimana saja dengan sedikit campur tangan pengemudi”. Walaupun belum ada kasus terkait kecelakaan yang disebabkan oleh mobil otonom di Indonesia, hukum haruslah bersifat preventif. Negara tidak hanya bertugas menetapkan norma namun harus mampu mengantisipasi perkembangan masyarakat.

Hukum pertanggungjawaban pidana berfungsi sebagai panduan untuk menentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi guna menentukan hukuman yang tepat. Pertanggungjawaban pidana berada di tangan pelaku kejahatan; hukum pertanggungjawaban pidana adalah mekanisme yang mengatur perlakuan terhadap mereka yang melanggar kewajiban. Dengan demikian, perbuatan terlarang suatu pihak dialihkan kepada penggugat, yang berarti hak objektif untuk mendapatkan hukuman

dialihkan kepada mereka. Tidak ada pertanggungjawaban pidana bagi pelaku tanpa kesalahan. Oleh karena itu, jika seseorang tidak melakukan kejahatan, ia tidak dapat dituntut atau dihukum atas kejahatan tersebut. Namun, meskipun seseorang melakukan kejahatan, ia tidak selalu dihukum. (Fadlia, 2020). Teori pertanggungjawaban pidana sendiri, terdiri dari :

1. *Strict liability*, (pertanggungjawaban pidana ketat) yaitu tanggung jawab tanpa kelalaian. Artinya, terlepas dari sikap batinnya, sekalipun ia melakukan apa yang diwajibkan oleh undang-undang, pelaku dapat dihukum (Nisa, 2022).
2. *Vicarious liability* (pertanggungjawaban pidana pengganti) yaitu sebagai suatu pertanggungjawaban pengganti yang dibebankan kepada pihak yang bertanggung jawab atas seseorang terhadap tindakan yang dilakukan oleh pihak yang menjadi tanggungannya (Mihardja., dkk, 2020).

Pertanggungjawaban pihak perusahaan dan importir, sebagaimana diatur dalam Kitab Undang-Undang Hukum Perdata, tanggung jawab dapat timbul jika produk tersebut memiliki cacat tersembunyi. Perusahaan dan importir bertanggung jawab atas cacat tersembunyi pada produk, meskipun mereka tidak mengetahuinya. Undang-undang perlindungan konsumen mengatur tanggung jawab dengan menetapkan tiga jenis sanksi atas produk cacat yang merugikan konsumen: sanksi perdata, pidana, dan administratif (Soekanto & Mamudji, 1995, hlm. 15). Pasal 19 Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen menyebutkan bahwa:

1. Pelaku usaha bertanggung jawab memberikan ganti rugi atas kerusakan, pencemaran, dan/atau kerugian konsumen akibat mengkonsumsi barang dan/atau jasa yang dihasilkan atau diperdagangkan.
2. Ganti rugi sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) dapat berupa pengembalian uang atau penggantian barang dan/atau jasa yang sejenis atau setara nilainya, atau perawatan kesehatan dan/atau pemberian santunan yang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang undangan yang berlaku.
3. Pemberian ganti rugi dilaksanakan dalam tenggang waktu 7 (tujuh) hari setelah tanggal transaksi.
4. Pemberian ganti rugi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) tidak menghapuskan kemungkinan adanya tuntutan pidana berdasarkan pembuktian lebih lanjut mengenai adanya unsur kesalahan.
5. Ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) tidak berlaku apabila pelaku usaha dapat membuktikan bahwa kesalahan tersebut merupakan kesalahan konsumen.

Meluncurkan produk ke pasar artinya telah memastikan bahwa produk tersebut aman dan layak pakai. Jika ditemukan cacat, perusahaan akan bertanggung jawab. Tanggung jawab perusahaan dalam hal ini mencakup semua kerugian yang diderita pelanggan. Pelanggan dapat menderita kerugian baik dari segi harga produk maupun potensi lain yang dapat ditimbulkan (Oilinda & Rusdi, 2024, hlm.107).

Dalam konteks mobil otonom, bentuk kesengajaan dapat terjadi apabila pihak produsen atau developer mengetahui adanya cacat produksi yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas namun tetap menjual unit tersebut, sedangkan unsur kelalaian terlihat jika pemilik kendaraan lalai dalam memantau system autopilot atau pihak produsen dan pengembang lalai dalam mengembangkan pembaruan perangkat lunak. Selanjutnya, *artificial intelligence* tidak mungkin memiliki niat jahat (*mens rea*) sehingga perbuatan nyata (*actus reus*) yang dapat berupa kesengajaan maupun kelalaian yang

dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas, pertanggungjawaban hukum tetap harus melibatkan pihak manusia.

Undang-undang ini mencakup berbagai topik, termasuk lalu lintas, transportasi jalan, jaringan transportasi, permukaan jalan, mobil, pengemudi, dan peserta lain dalam sistem transportasi. Kendaraan listrik berteknologi autopilot masih disamakan dengan mobil pada umumnya. Sehingga legalitas penggunaan kendaraan bersistem auto pilot ini masih berpedoman pada Undang-Undang No. 22 Tahun 2009. Dalam hal ini menunjukkan bahwa tidak ada norma yang bersifat melarang dan kontradiktif dengan kendaraan mobil berteknologi auto pilot, hanya saja perbedaannya mobil ini memiliki sistem kendali pada robot atau dengan teknologi berbasis *Artificial Intelligence* (Nusi, 2021). Undang-Undang Cipta Kerja belum mengatur regulasi terkait mobil autopilot, namun regulasi yang lebih komprehensif berada pada tahap penyusunan oleh pihak berwenang, dalam hal ini melalui kementerian perhubungan. Salah satu dari klaster utama yang ada pada Undang-Undang Cipta Kerja adalah mendukung sektor ekonomi digital dan teknologi.

Pasal 106 ayat (1) pada Undang-Undang No. 22 Tahun 2009, berbunyi:

“Yang dimaksud dengan “penuh konsentrasi” adalah setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor dengan penuh perhatian dan tidak terganggu perhatiannya karena sakit, lelah, mengantuk, menggunakan telepon atau menonton televisi atau video yang terpasang di Kendaraan, atau meminum minuman yang mengandung alkohol atau obat-obatan sehingga memengaruhi kemampuan dalam mengemudikan Kendaraan.”

Pada pasal ini, jika seorang pengemudi menjalankan mode autopilot dengan alasan yang tidak logis seperti menaruh konsentrasi pada sosial media dan bermain game maka menurut hemat penulis, pengemudilah yang harus diminta pertanggungjawabannya. Namun, kenyataannya belum ada regulasi yang mengatur mengenai tindakan ini sehingga sukar untuk dimaknai dan diterapkan.

Lebih lanjut, pada Pasal 234 Undang-Undang No. 22 Tahun 2009, berbunyi:

- (1) “Pengemudi, pemilik Kendaraan Bermotor, dan/atau Perusahaan Angkutan Umum bertanggung jawab atas kerugian yang diderita oleh Penumpang dan/atau pemilik barang dan/atau pihak ketiga karena kelalaian Pengemudi.*
- (2) Setiap Pengemudi, pemilik Kendaraan Bermotor, dan/atau Perusahaan Angkutan Umum bertanggung jawab atas kerusakan jalan dan/atau perlengkapan jalan karena kelalaian atau kesalahan Pengemudi.*
- (3) Ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) tidak berlaku jika:*
 - a) adanya keadaan memaksa yang tidak dapat dielakkan atau di luar kemampuan Pengemudi;*
 - b) disebabkan oleh perilaku korban sendiri atau pihak ketiga; dan/atau*
 - c) disebabkan gerakan orang dan/atau hewan walaupun telah diambil tindakan pencegahan.”*

Jika mengaitkan tindak pidana yang terjadi di kemudian hari dalam kecelakaan lalu lintas yang melibatkan sistem auto pilot merupakan bentuk tindak pidana yang tidak disengaja atau disebabkan karena kekeliruan. Ketidaksengajaan yang mengakibatkan pengemudi dengan teknologi autopilot, dapat berupa kekeliruan atau kerusakan pada mesin pengontrol kemudi itu sendiri. Kekeliruan yang diakibatkan oleh kendaraan itu sendiri adalah kesalahan pada sensor autopilot, seperti hilangnya kendali pada kecepatan yang disebabkan oleh hilangnya sensor, petunjuk jalan dan rambu lalu lintas yang tidak terdeteksi oleh sensor autopilot yang mengakibatkan kecelakaan lalu lintas (Wardhana, 2021). Ini dapat termasuk alasan pemaaf, jika pengemudi dapat membuktikan bahwa

kecelakaan terjadi karena adanya cacat pada system autopilot yang dijalankan namun untuk produsen, cacat produk yang dihasilkan adalah tanggung jawab produsen, terdapat *strict liability* yang diatur di dalam Undang-Undang Perlindungan Konsumen. Salah satu poin yang terdapat pada Pasal 4 Undang-Undang Perlindungan Konsumen, menyatakan “(f) memberi kompensasi, ganti rugi dan/atau penggantian atas kerugian akibat penggunaan, pemakaian dan pemanfaatan barang dan/atau jasa yang diperdagangkan;” Kemudian, pada Pasal 310 Undang-Undang No. 22 Tahun 2009, berbunyi :

- (1) *“Setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor yang karena kelalaiannya mengakibatkan Kecelakaan Lalu Lintas dengan kerusakan Kendaraan dan/atau barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 229 ayat (2), dipidana dengan pidana penjara paling lama 6 (enam) bulan dan/atau denda paling banyak Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah).”*
- (2) *“Setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor yang karena kelalaiannya mengakibatkan Kecelakaan Lalu Lintas dengan korban luka ringan dan kerusakan Kendaraan dan/atau barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 229 ayat (3), dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau denda paling banyak Rp2.000.000,00 (dua juta rupiah).”*
- (3) *“Setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor yang karena kelalaiannya mengakibatkan Kecelakaan Lalu Lintas dengan korban luka berat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 229 ayat (4), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp10.000.000,00 (sepuluh juta rupiah).”*

Yang perlu menjadi perhatian di sini adalah penekanan terkait pengaturan yang hanya memusatkan kepada “setiap orang”, yang berarti subjek hukum di sini ialah pengemudi. Hal ini jelas karena regulasi tersebut hanya berbasis pada kendaraan yang bukan *autonomus vehicle*. Lebih lanjut, mengacu pada Pasal 1 ayat (24) Undang-Undang No. 22 Tahun 2009, yang berbunyi :

“Kecelakaan Lalu Lintas adalah suatu peristiwa di Jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan Kendaraan dengan atau tanpa Pengguna Jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda.”

Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 mengatur secara spesifik terkait pengertian kecelakaan lalu lintas lewat Pasal 1 ayat (24). Pada Undang-Undang ini belum menyusun mengenai suatu kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan otonom dengan system autopilot. Jika terjadi kerusakan atau kesalahan pada system dan menyebabkan kecelakaan, pengemudi dapat diminta pertanggungjawaban padahal pengemudi adalah korban.

Sebelum kecelakaan fatal terjadi, pemerintah sebaiknya mempertimbangkan untuk menetapkan aturan dan regulasi yang jelas bagi kendaraan otonom guna menjamin keselamatan masyarakat. Pada akhirnya, regulasi harus bersifat preventif dan berfungsi sebagai dasar untuk menangani masalah tak terduga atau sebagai tindakan pencegahan. (Kusumawardani, 2019).

Di Indonesia, peraturan yang berlaku saat ini terkait kendaraan otonom hanya mengacu pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Tidak ada ketentuan khusus mengenai sistem kemudi otonom ini, khususnya mengenai pertanggungjawaban pidana jika terjadi kecelakaan. Ketentuan Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang berlaku saat ini hanya berlaku untuk kecelakaan yang melibatkan kendaraan konvensional dan tidak secara langsung mengatur kecelakaan yang disebabkan oleh penggunaan sistem kemudi otonom (Hapid & Jamaludin, 2024, hlm. 56).

Indonesia dan Jerman menganut system hukum yang sama, yakni *civil law*. Menurut Wignjodipoero (1983), Hukum perdata mengakui perbedaan antara hukum publik dan hukum privat dalam perkembangannya. Hukum publik mencakup ketentuan hukum yang mengatur hubungan antara negara dan masyarakat (seperti hukum umum dalam sistem hukum Anglo-Saxon). Hukum privat mencakup ketentuan hukum tentang pengejaran hidup seseorang demi jiwanya.

Seluruh aspek sistem hukum Indonesia diatur dan dijalankan secara sistematis dan tertib, menghubungkan prinsip-prinsip industri gula dengan gagasan-gagasan kolonialisme modern. Ketentuan-ketentuan ini berawal dari Peraturan Pemerintah tahun 1854, yang menjadi dasar Sukukuna untuk bahasa-bahasa tersebut. Prinsip ini, yang disebut supremasi hukum (menurut doktrin hukum), sedapat mungkin tidak boleh diabaikan (Saputri & Kusdarini, 2021).

Indonesia dan Jerman memiliki system hukum yang sama, yaitu *civil law*. Namun, pada system hukum seperti ini terdapat *case* yang terjadi seiring dengan perkembangan teknologi namun tidak ditemui adanya undang-undang yang mengatur karena system hukum *civil law* bersifat statis. Sifat statis dari hukum yang tertulis menjadi tidak dinamis dan tidak dapat selaras dengan perkembangan zaman. Jika mengacu pada pengaturan yang dimiliki oleh Jerman, regulasi yang disusun oleh Jerman adalah yang paling baru dan maju di Eropa. Kerangka hukum yang disusun mengatur mengenai kendaraan otonom tanpa kemudi dibelakangnya. Regulasi ini melegalkan pengemudi manusia boleh untuk tidak berada di dalam kendaraan otonom selama beroperasi pada jalan yang telah disepakati sebelumnya.

Gesetz Zum Autonomen Fahren – Straßenverkehrsgesetz

Undang-Undang khusus mengatur mengenai kendaraan otonom di Jerman melalui banyak perbaikan, setelah sebelumnya direvisi pada tahun 2021, Jerman lewat amandemen yang khusus pada Undang-Undang Lalu Lintas Jerman mulai memberikan kerangka hukum yang lebih memadai. Salah satu yang paling utama adalah menjelaskan secara detail kendaraan otonom yang masuk dalam klasifikasi SAE-5.

Definisi kendaraan dengan fungsi mengemudi otonom dalam Gesetz Zum Autonomen Fahren, pada §1d StVG :

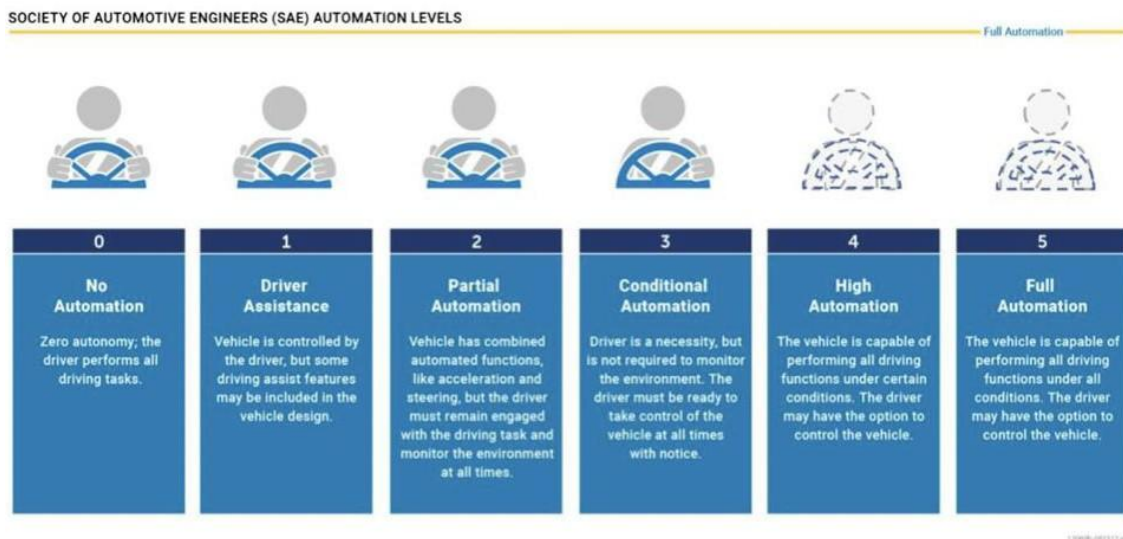
“kendaraan bermotor dengan dengan fungsi mengemudi otonom sebagai kendaraan yang dapat menjalankan tugas mengemudi secara mandiri tanpa pengemudi di area operasi yang ditentukan”

Undang-undang ini telah beberapa kali diubah untuk mengatur pemrosesan data yang penting bagi pengembangan kendaraan otonom. Pemrosesan data dalam jumlah besar tidak hanya memungkinkan kendaraan otonom mengetahui kapan dan ke mana harus pergi, tetapi juga memprediksi perilaku pengguna jalan lain, sehingga mereka dapat merespons situasi yang berpotensi membahayakan dengan tepat dan mencegah kecelakaan. Oleh karena itu, pemilik kendaraan otonom harus mengumpulkan sejumlah besar data yang dihasilkan selama pengoperasian kendaraan, termasuk lokasi, frekuensi dan waktu penggunaan, kondisi lingkungan dan cuaca, kecepatan dan akselerasi kendaraan.

Undang-undang ini memberikan akses kepada Badan Transportasi Motor Federal (FMTA) ke data ini untuk memastikan pengoperasian kendaraan otonom yang aman. Undang-undang ini berlaku bagi operator dan penyedia transportasi (pengguna kendaraan otonom tidak dilacak atau diidentifikasi) dan juga melindungi informasi pribadi. Izin untuk mengumpulkan data didasarkan pada persyaratan hukum yang ketat untuk memastikan pengoperasian kendaraan otonom yang aman dalam sistem

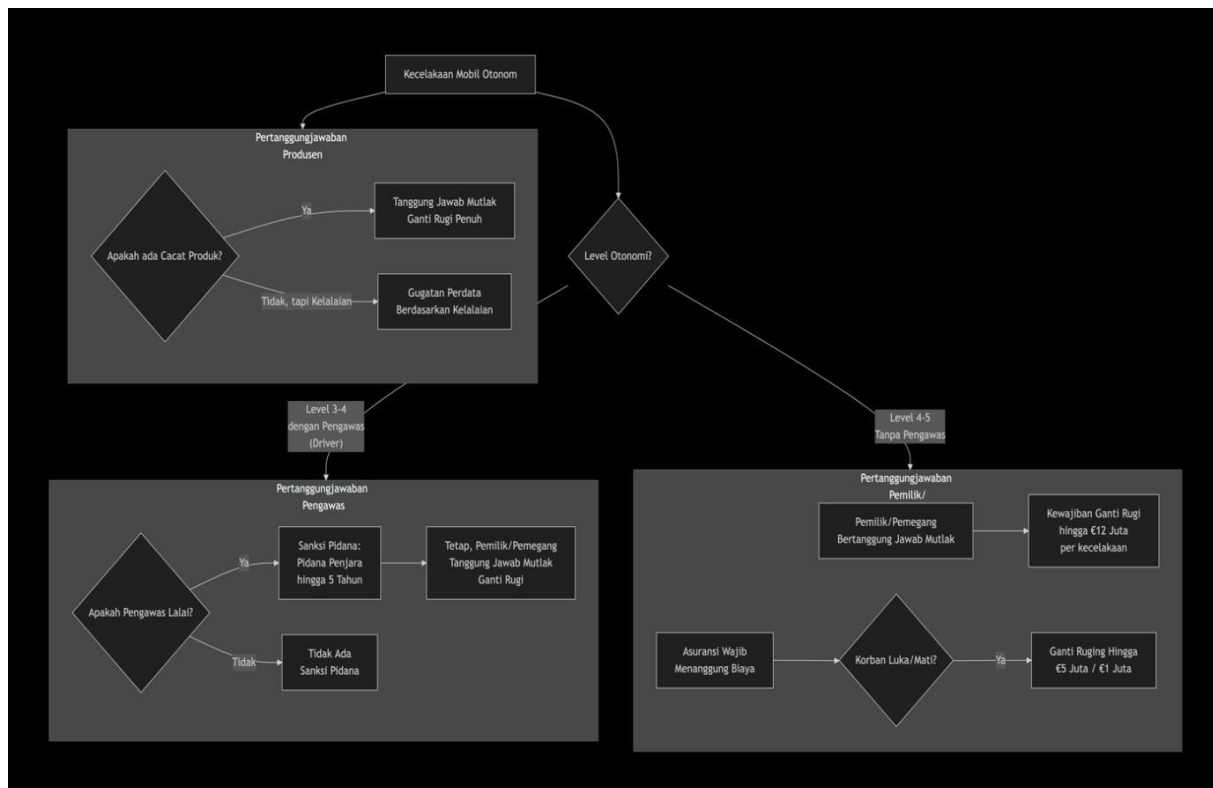
transportasi umum, termasuk melarang kepemilikan pribadi atas kendaraan otonom dan menerapkan kontrol teknis. Lembaga penelitian juga dapat menggunakan data yang dikumpulkan untuk tujuan ilmiah.

Society of Automotive Engineers merupakan pembuat standarisasi kendaraan otonom di Eropa, SAE-4 sendiri merupakan level keempat dari 6 level otonomi kendaraan. Terdapat 0 hingga 5 level yang diatur oleh *Society of Automotive Engineers*. SAE level 4 termasuk autopilot level tinggi karena kendaraan otonom bisa secara total berkendara tanpa campur tangan manusia, namun terbatas pada wilayah tertentu.



Gambar 1. Level system mengemudi otomatis. Courtesy: NHTSA

Pada level 0, tidak ada system otomatis yang dijalankan karena pengemudi pada level ini adalah pemegang kendali seutuhnya. Level 1, sudah mulai ada bantuan dari mesin seperti *cruise control*. Level 2, mobil dapat mengatur kecepatan dalam berkendara secara bersamaan. Pada level 3, mobil secara otomatis dapat mengemudi sendiri namun pengemudi harus siap mengambil alih dan memantau area sekitar. Selanjutnya level 4 sesuai yang telah diuraikan diatas, level 5 sebagai level terakhir, mobil otonom dapat berkendara sepenuhnya tanpa ada intervensi dari manusia dan dapat berkendara pada semua kondisi dan wilayah. Berdasarkan *Straßenverkehrsgesetz* yang memuat pertanggungjawaban hukum bagi pemilik kendaraan, pada paragraph 7 StVG, segala kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu kendaraan termasuk kendaraan otonom, penanggung jawab adalah pemilik kendaraan. Pasal ini menunjukkan bahwa seluruh resiko yang ditimbulkan, dilimpahkan kepada pemilik kendaraan. Jika pemilik kendaraan dapat membuktikan bahwa situasi yang ditimbulkan merupakan *force majeure*, maka tidak akan dilimpahkan tanggung jawab. Kemudian, pada paragraf 18 StVG, pengemudi dapat dimintai pertanggungjawaban jika dalam pembuktian dapat membuktikan bahwa dia tidak lalai atau secara sengaja menyebabkan kerusakan. Selanjutnya pada paragraf 12 StVG, mengatur mengenai pembatasan tanggung jawab secara rinci.



Gambar 2. Skema Pertanggungjawaban dan Sanksi

Jika kendaraan otonom yang dikemudikan berada pada level SAE-3 dan SAE-4 menyebabkan kecelakaan dengan alasan lalai dalam pengawasan, maka dasar hukum yang digunakan adalah Pasal 315c StGB yaitu ancaman pidana selama 5 tahun atau melaksanakan denda. Namun, jika kecelakaan yang terjadi oleh kendaraan otonom menyebabkan kematian, pasal 222 StGB dapat dilimpahkan sepenuhnya kepada pengemudi yang berstatus sebagai pengawas. Sanksi bagi pemilik kendaraan yakni *halter* memiliki dasar hukum § 7 StVG yang artinya ini adalah pertanggungjawaban mutlak, maka ia bertanggung jawab untuk mengganti rugi hingga €12 juta untuk kerugian yang ditimbulkan akibat kecelakaan.

Implementasi di Jerman terbatas pada uji coba yang dilakukan oleh beberapa perusahaan seperti Volkswagen, BMW dan Mercedes-Benz yang telah dibolehkan untuk menguji mobil otonom dengan standar SAE-4 di jalan yang telah ditentukan dan berlokasi di München dan Hamburg, namun tetap dalam pengawasan operator. Pertanggungjawaban hukum tetap dilimpahkan kepada pengawas dan pihak produsen jika terjadi insiden. Hal ini dikarenakan Jerman tidak mengakui *artificial intelligence* sebagai subjek hukum.

Tanggung jawab yang dilimpahkan kepada produsen kendaraan otonom diatur di dalam Produkthaftungsgesetz – ProdHG, pertanggungjawaban hukum akan dilimpahkan sepenuhnya jika segala kerusakan yang ditimbulkan terjadi karena adanya malfungsi dan cacat produk. Dalam hal ini, termasuk denda kompensasi akan diberikan oleh produsen dan usaha mengembalikan seperti keadaan semula harus dilakukan.

Gesetz Zum Autonomem Fahren lebih lanjut mengatur :

1. §d : isi pokok mengatur mengenai penjelasan terhadap seluruh system hukum kendaraan otonom termasuk pengertian *autonomous vehicle*, wilayah operasi kendaraan otonom dimana disebutkan terkait area yang dapat dilintasi dan telah

diizinkan secara hukum untuk beroperasi dengan kondisi dan kecepatan tertentu. Selanjutnya, diatur juga mengenai pihak ketiga yang bertugas mengawasi secara *remote* atau jarak jauh dan diberikan otoritas kewenangan untuk bertindak jika dalam keadaan yang dianggap darurat. Terakhir, system kendaraan otonom yang dapat berhenti total atau bergerak ke posisi aman jika terdeteksi adanya malfungsi atau hilang kendali dari pengemudi. Ini bertujuan untuk dapat mendefinisikan secara hukum dan menetapkan pertanggungjawaban karena telah ada batas operasi dan klasifikasi kendaraan otonom yang lengkap dan dapat diidentifikasi.

2. §e : pada bagian ini memberikan penjelasan terkait persyaratan teknis dan operasional sehingga kendaraan otonom lebih aman dioperasikan di Jerman. Poin inti yang harus dipenuhi disini adalah harus memenuhi seluruh standarisasi keamanan dan keselamatan yang diatur oleh lembaga transportasi di Jerman. Kemudian, sebelum digunakan, kendaraan otonom harus diuji terlebih dahulu kemudian baru dapat dioperasikan jika telah disetujui dan dibuktikan dengan sertifikasi. Pemilik harus memberikan data kendaraan agar dapat digunakan dan dikaji sebagai bagian dari keselamatan secara hukum. Ini bertujuan untuk dapat menjamin bahwa seluruh kendaraan otonom dapat beroperasi dengan aman dan dipertanggungjawabkan secara hukum.
3. §f : pada bagian ini membagi kewajiban hukum masing-masing pihak yang termasuk dalam bagian *autonomous vehicle*. Pemilik kendaraan harus bertanggung jawab atas pencatatan awal kendaraan otonom, pemeliharaan dan asuransi yang wajib untuk membuktikan bahwa system otomatis ini dapat berjalan dengan baik. Pengawas teknis sebagai pihak kedua harus melakukan pengawasan dan peka terhadap adanya gejala resiko yang akan ditimbulkan. Terakhir, produsen bertanggung jawab atas seluruh algoritma yang disusun pada system otomatis dan keselamatan kendaraan otonom, software dan pemenuhan seluruh aspek hukum terkait keamanan data dan siber. Jerman menganggap ini sangat penting guna memberikan kepastian hukum jika terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan otonom atau malfungsi dari system yang ada.
4. §g : pada bagian ini menekankan pada perlindungan data pribadi, keamanan siber dan transparansi. Jerman memiliki kewenangan otoritas yang dapat mengakses segala sensor, log system, posisi kendaraan, jika terjadi suatu kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan otonom. Pada bagian ini juga menjelaskan jika seluruh perlindungan data harus berlandaskan GDPR yaitu regulasi perlindungan data Uni Eropa.
5. §h : isi pokok pada bagian ini adalah jika terjadi sebuah pembaharuan terhadap kendaraan otonom, tetap harus melewati proses perizinan dan uji coba kelayakan agar menjamin semua modifikasi tetap aman digunakan layaknya kendaraan otonom yang bersertifikasi di awal.
6. §I : bagian ini mengatur bahwa hanya produsen, lembaga resmi dan lembaga penelitian dan Pendidikan yang dapat menguji system keselamatan, mekanisme dan lain-lain. Ini perlu agar kendaraan otonom dapat beroperasi secara aman dan terkendali sehingga meminimalisir kemungkinan buruk pada masyarakat. Disamping itu, tetap mendukung dan memfasilitasi kemajuan teknologi.
7. §j : *Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure* (BMVI) yang sekarang disebut BMDV (*Bundesministerium für Digitales und Verkehr*) selaku lembaga yang memiliki otoritas untuk menentukan, menerbitkan, mengawasi dan bekerja sama

guna kerangka kendaraan otonom di Jerman dapat terkoordinasi dan komprehensif secara nasional.

8. §k : pada bagian ini memberikan aturan khusus (*lex specialis*) jika penggunaan kendaraan otonom yang memiliki tujuan militer, keamanan dan penyelamatan yang mendesak dapat bebas dari pertanggungjawaban administrative dan beberapa ketentuan teknis namun tetap harus memegang prinsi keselamatan umum dan tanggung jawab hukum.

Berdasarkan hukum Jerman, pemilik kendaraan dan produsen berbagi tanggung jawab atas pengoperasian kendaraan otonom. Pelanggan bertanggung jawab atas keselamatan kendaraan, sementara produsen bertanggung jawab atas keamanan, integritas, dan kinerja arsitektur elektronik dan digital, yang rentan terhadap serangan siber. Lebih lanjut, operator wajib melatih semua personel yang terlibat dalam pengoperasian kendaraan.

Reformulasi Pengaturan Undang-Undang Lalu Lintas yang Ideal di Indonesia

Kurniadi (2024) menjelaskan beberapa kelebihan dan kekurangan penggunaan kendaraan otonom, diantaranya :

1. Efisiensi Transportasi: Mobil tanpa pengemudi dapat berkomunikasi satu sama lain melalui teknologi, yang memungkinkan mereka menganalisis rute terbaik dan secara langsung menyesuaikan jarak dan kecepatan.
2. Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas: Komunikasi langsung antar mobil dapat meningkatkan jarak aman antar mobil, yang dapat membantu mengurangi kemacetan lalu lintas.
3. Aksesibilitas untuk Sektor Tertentu: Mobil tanpa pengemudi dapat menawarkan solusi transportasi yang hemat biaya bagi lansia dan penyandang disabilitas. Mengurangi hambatan transportasi dapat meningkatkan peluang kerja bagi penyandang disabilitas dan menghemat biaya kesehatan.
4. Manfaat Ekonomi: Penggunaan mobil tanpa pengemudi dapat menghasilkan penghematan bahan bakar miliaran dolar dan pencegahan kecelakaan.

Namun, terdapat juga kelemahannya, antara lain :

1. Kendaraan otonom seperti truk dan transportasi umum dapat mengancam pekerjaan di sektor transportasi. Meskipun beberapa pekerjaan mungkin hilang, peluang baru dapat muncul di sektor lain.
2. Risiko Keamanan Siber, kendaraan otonom berbasis teknologi digital rentan terhadap serangan siber.
3. Isu Etika dan Moral, kecerdasan buatan dalam kendaraan otonom dapat menghadapi dilema dalam situasi yang membutuhkan penilaian moral. Sebagai contoh, dalam skenario di mana keputusan cepat harus dibuat antara menghindari anak-anak di jalan dan melindungi pengemudi.

Pada Pasal 1 ayat (24) Undang-Undang No. 22 Tahun 2009, berbunyi:

"Kecelakaan Lalu Lintas adalah suatu peristiwa di Jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan Kendaraan dengan atau tanpa Pengguna Jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda."

Menilik pada Pasal diatas, sebenarnya Indonesia telah membuat kerangka hukum yang baik, namun jika dikomparasikan di era modern saat ini seperti kurang ideal dengan adanya kendaraan otonom yang jika menimbulkan kecelakaan di jalan raya, maka selanjutnya pengaturan mana yang harus digunakan mengingat Undang-Undang ini hanya sebatas mengatur mengenai kendaraan konvensional saja.

Teori hukum responsif berpendapat bahwa Tanggapan teoretis terhadap supremasi hukum berargumen "supremasi hukum yang baik harus memberikan sesuatu yang lebih baik daripada sekadar supremasi hukum yang tertib. Supremasi hukum harus mampu mendiskriminasi." (Nonet & Selznick, 2003, hlm. 60)

Sedangkan, menurut Satjipto Rahardjo (2006) Dia dengan jelas berpendapat bahwa hukum progresif menolak yurisprudensi analitik atau tradisi *rechtsdogmatiek*, berbagi wawasannya dengan realisme hukum, yurisprudensi liberal, hukum bunga kehati-hatian, teori hukum alam dan studi hukum kritis, dan berupaya melepaskan diri dari dominasi genre hukum liberal.

Teori hukum responsif relevan dengan kompleksitas yang terjadi di Indonesia, Indonesia perlu mencontoh negara maju dalam hal ini adalah Jerman. Hukum harus menjawab tantangan dan keinginan yang ada pada masyarakat. Pengaturan mengenai *autonomous vehicle* perlu untuk dimasukkan ke dalam Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Indonesia. Indonesia perlu merespon yang cepat terkait tuntutan teknologi yang makin canggih, perluantisipasi perubahan dan dapat memfasilitasi tujuan sosial. Kebutuhan mendesak bagi Indonesia untuk mulai mengadopsi regulasi Jerman adalah membangun sistem hukum yang bersifat preventif dan protektif, bukan reaktif. Kendaraan otonom masih dalam tahap percobaan di Indonesia, karena belum massif. Oleh karena itu, regulasi yang komprehensif seiring perkembangan teknologi ini sangat penting untuk menetapkan hukum nasional yang melindungi kepentingan dan keselamatan publik serta memberikan kepastian hukum.

Menariknya, kendaraan otonom ini memiliki hierarki kapabilitas yang digariskan oleh Society of Automotive Engineers (SAE), di mana pada level teratas, yaitu Level 5, kendaraan dapat beroperasi tanpa campur tangan manusia sama sekali, menawarkan potensi kemampuan berkendara di hampir semua kondisi. Kemajuan ini menjanjikan efisiensi dan potensi untuk meningkatkan keselamatan, menyediakan solusi transportasi untuk yang sebelumnya terbatas, dan mengoptimalkan waktu tempuh, sehingga memberikan ruang untuk produktivitas yang lebih tinggi saat berkendara (Menon Alexander, 2020). Indonesia saat ini masih berada pada level SAE-1 dan SAE-2, yang artinya mobil belum bisa berjalan sepenuhnya tanpa ada intervensi manusia.

Tujuan utama reformasi hukum pidana adalah merevisi dan menyempurnakan hukum pidana sesuai dengan nilai-nilai sosiopolitik, falsafah sosial, dan sosiokultural Indonesia, berdasarkan kebijakan sosial, kebijakan pidana, dan kebijakan hukum Indonesia (Arif, Indonesia 2016). Reformasi hukum komprehensif ini bertujuan untuk memperbarui dan mendefinisikan ulang isu-isu hukum pidana utama, seperti masalah pendefinisian dan penerapan perbuatan/kejahatan yang dilarang, masalah pertanggungjawaban pidana, dan masalah kejahatan serta rasa bersalah (Ermawanti, 2021).

Konsep hukum sebagai alat rekayasa sosial (*law as a tool of social engineering*) diperkenalkan oleh Roscoe Pound melalui pendekatan *sociological jurisprudence* yang menyatakan bahwa hukum harus mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan masyarakat dan berfungsi menyeimbangkan berbagai kepentingan sosial (Rasji dkk., 2024). Dalam hal ini, kendaraan otonom di Indonesia ini menunjukkan bahwa sistem hukum harus bertransformasi agar dapat mengimbangi kemajuan teknologi di sektor transportasi. Pengembangan kendaraan otonom menawarkan banyak manfaat, mulai dari keselamatan publik dan inovasi dalam industri otomotif hingga tanggung jawab hukum bagi pengguna dan produsen. Oleh karena itu, hukum tidak hanya berfungsi sebagai alat

kontrol sosial untuk menjaga ketertiban dan keselamatan di jalan raya, tetapi juga sebagai alat rekayasa sosial untuk mendorong masyarakat mengadopsi teknologi baru.

Jika merujuk kembali kepada Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang mengatur mengenai kewajiban dan tanggung jawab pengemudi, pemilik kendaraan, dan/atau perusahaan angkutan umum. Pada Pasal 234 yang berbunyi :

“Yang dimaksud dengan “bertanggung jawab” adalah pertanggungjawaban disesuaikan dengan tingkat kesalahan akibat kelalaian.

Yang dimaksud dengan “pihak ketiga” adalah :

a) orang yang berada di luar Kendaraan Bermotor; atau

b) instansi yang bertanggung jawab di bidang Jalan serta sarana dan Prasarana Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.”

Autonomous vehicle menimbulkan kompleksitas baru pada system hukum lalu lintas dan angkutan jalan di Indonesia yang sebelumnya tidak terjadi. Undang-Undang harus dapat menjawab kata dari “pengemudi” yang mana dalam hal ini adalah mesin yang terintegrasi dengan *artificial intelligence* tanpa campur tangan manusia.

Kecerdasan buatan (AI) hanya sebatas pada alat yang berada di bawah kendali dan pengawasan manusia, AI ditempatkan sebagai objek hukum maka seluruh kesalahan, potensi kerugian, dan tanggung jawab dilimpahkan kepada pengembang, pemilik atau penggunanya karena AI dianggap tidak memiliki pertanggungjawaban independen (Astuti, 2023). Setiap tindakan AI, baik yang bermanfaat maupun yang berpotensi merugikan, dianggap sebagai hasil keputusan atau tindakan orang-orang yang mengendalikannya (Sakina dkk., 2024).

Peraturan yang belum mengadaptasi perkembangan teknologi terkini perlu ditinjau kembali agar bisa menyesuaikan dengan peraturan yang sudah ada. Terkait pertanggungjawaban hukum kendaraan otonom di Indonesia perlu mengacu pada peraturan lalu lintas Jerman, yang mana telah mengatur secara keseluruhan aspek yang ada termasuk di dalamnya adalah perlindungan data pribadi. Hal ini penting dilaksanakan guna meningkatkan keadilan secara efektif dalam perkembangan zaman. Menurut Kemp (2018), beberapa poin yang dapat dipertimbangkan agar dapat mendukung Undang-Undang lalu lintas yang lebih ideal di Indonesia.

1. Pengemudi

Pertanggungjawaban hukum oleh pengemudi perlu diterapkan namun jika itu masih ada campur tangan manusia seperti SAE-0 hingga SAE-3. Tetapi jika kendali sepenuhnya berdasarkan pada mesin otomatis dan tidak ada campur tangan oleh manusia, maka perlu untuk meminta pertanggungjawaban oleh pihak produsen dan pemilik kendaraan otonom, guna mengecek apakah ada malfungsi atau kerusakan pada system yang kemudian menyebabkan kecelakaan.

2. Produsen dan Developer

Pertanggungjawaban hukum selanjutnya dapat diminta kepada produsen maupun pembuat software jika ternyata terdapat cacat produksi yang menimbulkan kecelakaan. Misalnya jika sensor tidak berfungsi dan mengakibatkan tabrakan terhadap gedung maupun pejalan kaki. Pertanggungjawaban hukum dapat diminta jika terbukti terdapat indikasi kesalahan algoritma pada kendaraan otonom.

3. Pengawas

Perlu adanya lembaga pengawas resmi yang mengawasi mulai dari pencatatan kendaraan otonom hingga beroperasi di jalan raya. Data kecelakaan kendaraan otomatis dapat digunakan untuk mengelola risiko kecelakaan di masa mendatang.

Pengembangan perangkat lunak sangat penting bagi keberhasilan bisnis dan operasionalnya. Sanksi-sanksi ini mencakup peringatan, tilang, dan sanksi pidana seperti kurungan penjara atau denda berdasarkan Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Petugas dari Divisi Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia juga dapat menegakkan peraturan lalu lintas. Artinya, jika pengemudi kendaraan otonom kedapatan berada di bawah pengaruh alkohol, mereka akan dikenakan denda.

Jika ingin mempertimbangkan reformulasi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 terkait pengaturan, pemeliharaan keamanan serta keselamatan kendaraan otonom di Indonesia, tentu bukan hal yang mudah (Rasdiyanti dkk., 2024). Beberapa tantangan yang akan dihadapi, yaitu :

1. Masalah regulasi dan pertanggungjawaban hukum menjadi kendala utama penerapan kendaraan otonom di Indonesia. Berdasarkan undang-undang lalu lintas, pengemudi bertanggung jawab atas kecelakaan apa pun. Namun, dengan munculnya kendaraan otonom, jalur kredit mulai menghilang. Ketika sebuah kendaraan otonom mengalami kecelakaan, pertanyaannya adalah, apakah pengemudi, teknisi, pemrogram, atau orang lain yang harus disalahkan? Bagaimana kejahatan dapat diberantas jika hanya ada sedikit atau tidak ada orang? Tinjauan dan reformasi komprehensif terhadap kebijakan yang ada sangat penting untuk memastikan keadilan dan transparansi dalam pengelolaan risiko yang terkait dengan kendaraan otonom.
2. Standardisasi merupakan aspek penting dalam pengembangan dan penerapan kendaraan otonom. Menetapkan standar keselamatan dan teknis yang seragam di Indonesia akan memastikan kendaraan otonom beroperasi secara efektif, aman, dan andal di berbagai wilayah dan kondisi. Namun, mencapai standar yang seragam ini merupakan tantangan tersendiri. Mengingat kondisi infrastruktur, peraturan daerah, dan kebutuhan daerah yang mungkin berbeda-beda, koordinasi yang kuat antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan industri otomotif sangatlah penting.
3. Teknologi dan ketersediaannya merupakan aspek kunci dalam pengenalan kendaraan otonom di Indonesia. Meskipun teknologi kendaraan otonom berkembang pesat di beberapa negara berkembang, ketersediaan dan penggunaannya di Indonesia masih kompleks. Pertama, akses terhadap teknologi canggih terbatas akibat pembatasan impor, biaya, dan masalah kompatibilitas, termasuk dengan perusahaan teknologi di seluruh dunia. Kedua, adaptasi teknologi terhadap kondisi lokal—mulai dari pola jalan dan lalu lintas hingga faktor lingkungan—memerlukan penelitian dan pengembangan khusus. Lebih lanjut, layanan purnajual yang andal, seperti pembaruan perangkat lunak dan pemeliharaan perangkat keras, harus dijamin.
4. Infrastruktur jalan Indonesia menghadapi beberapa tantangan yang dapat menghambat pengembangan kendaraan otonom lebih lanjut. Salah satu kendala terbesar adalah perlunya peningkatan kualitas jalan di banyak daerah agar kendaraan ini dapat beroperasi. Selain permukaan yang rusak atau tidak rata, marka horizontal dan vertikal seringkali pudar atau tidak jelas. Hal ini menyulitkan sensor kendaraan otonom untuk mengenali dan menavigasi jalan.
5. Begitu banyaknya kendaraan di kota-kota besar di Indonesia, terutama Jakarta, membuat merancang kendaraan otonom menjadi sulit. Karena jumlah kendaraan yang besar dan perilaku mengemudi yang seringkali agresif, kendaraan otonom

membutuhkan sistem yang sangat cerdas agar dapat beroperasi secara bertanggung jawab. Pengemudi yang harus memperlambat laju kendaraan di antara jalur dan di tikungan kini mulai mengandalkan keselamatan kendaraan otonom dalam mengambil keputusan. Terkadang, pejalan kaki menyeberang jalan tanpa peringatan. Semua ini membutuhkan perencanaan yang cermat dan cerdas agar kendaraan otonom dapat beroperasi secara efektif dan efisien di Indonesia.

6. Terutama di era digital, keamanan siber di industri otomotif menghadirkan tantangan signifikan bagi pengembangan kendaraan otonom. Kendaraan ini, yang sangat bergantung pada teknologi informasi dan komunikasi, tidak hanya memungkinkan transportasi tetapi juga komunikasi dengan perangkat yang rentan terhadap serangan siber. Serangan semacam itu dapat membahayakan sistem kendaraan, mengakses data pribadi, memengaruhi keselamatan, dan menyebabkan kecelakaan. Mengingat risiko serangan ransomware, malware, atau peretasan, keamanan siber untuk kendaraan otonom menjadi sangat penting, karena dapat menyebabkan kerusakan fisik maupun digital.

Pendekatan multifaset dan kolaboratif diperlukan untuk menghadapi tantangan implementasi kendaraan otonom di Indonesia. Pertama, peningkatan infrastruktur jalan harus menjadi prioritas, dengan investasi dari pemerintah dan kemitraan dengan sektor swasta untuk memastikan jalan yang lebih aman dan efisien bagi semua pengguna. Mengingat kepadatan lalu lintas yang tinggi di wilayah perkotaan, pengembangan algoritma unik yang disesuaikan dengan kondisi lalu lintas lokal melalui kolaborasi antara universitas lokal dan perusahaan teknologi global sangatlah penting. Hal ini diperkuat oleh kebutuhan untuk menetapkan kerangka hukum yang jelas dan komprehensif yang menentukan tanggung jawab dalam skenario kecelakaan kendaraan otonom. Selain itu, kemitraan strategis antara produsen otomotif lokal dan para pemimpin teknologi dunia dapat menjadi sarana transfer teknologi yang cepat dan efisien. Pendidikan dan pelatihan di bidang Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika (STEM), khususnya dengan fokus pada kendaraan otonom, memungkinkan pembentukan tenaga kerja yang terampil dan siap menghadapi tantangan baru di industri ini. Kampanye edukasi publik, demonstrasi teknologi, dan pelibatan publik dalam proses pengambilan keputusan sangat penting untuk mendapatkan dukungan publik dan pemahaman tentang manfaat dan potensi risiko teknologi ini (Sutandi & Santosa, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis komparatif yang telah dilakukan, Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan tidak mengatur mengenai kendaraan otonom, bahkan pertanggungjawabn hukum yang ditimbulkan dari suatu kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan otonom. Jika tidak terdapat pengaturan yang mengatur mengenai kendaraan otonom, maka perlindungan hukum untuk itu juga sulit untuk diwujudkan. Regulasi yang ada di Indonesia saat ini tidak dirancang untuk menjawab kompleksitas teknis dan yuridis pada pesatnya kecanggihan teknologi yang terus berkembang. Jerman telah menunjukkan komitmennya terhadap hukum internasional dengan menetapkan kerangka hukum yang konkret untuk pengoperasian kendaraan otonom Level 5 melalui amandemen Undang-Undang Transportasi Jerman (StVG). Jerman dengan Peraturan Mengemudi Otomatis dan Lalu Lintas Jalan (StVG), telah menetapkan kerangka hukum yang komprehensif dan canggih untuk regulasi kendaraan otonom. Kerangka hukum Jerman tidak hanya mengakui keberadaan kendaraan otonom tetapi juga menyediakan regulasi komprehensif yang mencakup aspek teknis, operasional, dan

hukum, menjadikannya model bagi pengembangan regulasi kendaraan otonom di negara lain, termasuk Indonesia.

Analisis hukum menunjukkan bahwa kerangka hukum pertanggungjawaban dalam kecelakaan lalu lintas di Indonesia saat ini menghadapi tantangan yang signifikan di era kendaraan otonom. Pasal 1 Ayat 24 Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan masih menggunakan definisi kecelakaan lalu lintas tradisional, dan belum mempertimbangkan secara memadai karakteristik unik kecelakaan yang melibatkan kendaraan otonom. Kerangka hukum saat ini, termasuk Pasal 234, masih berpusat pada manusia, dengan pengemudi sebagai subjek hukum utama. Hal ini menciptakan ketidakpastian hukum ketika kecelakaan semata-mata disebabkan oleh sistem AI tanpa campur tangan manusia. Indonesia dapat belajar dari upaya-upaya ini untuk mengembangkan kebijakan yang mendukung pengembangan kendaraan yang aman dan berkelanjutan. Selain keselamatan, perubahan hukum juga harus mencakup tanggung jawab perdata dan keamanan siber. Di Indonesia, tanggung jawab atas kecelakaan berada langsung di tangan pengemudi. Namun, dalam kasus kendaraan otonom, tanggung jawab dapat dialihkan kepada produsen atau pengembang teknologinya. Oleh karena itu, perubahan hukum diperlukan untuk memastikan transparansi tanggung jawab atas kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan otonom.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

- Alan Watson. (1993). *Legal transplants: An approach to comparative law* (2nd ed.). University of Georgia Press.
- Arif, B. N. (2016). *Bunga rampai kebijakan hukum pidana*.
- Nonet, P., & Selznick, P. (2003). *Law and society in transition: Toward responsif law* (Huma, Trans.). Jakarta: Huma.
- Rahardjo, S. (2006). *Membedah hukum progresif*. Jakarta: Kompas.
- Soekanto, S., & Mamudji, S. (1995). *Penelitian hukum normatif: Suatu tinjauan singkat*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Soekanto, S. (1986). *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta: UI Press.
- Taufiqurrahman, M. (2016). *Perancangan Self Driving dengan Metode Kontrol PID pada Sistem Tracking Autonomous Car*. Jakarta: Kencana Mandala.
- Wignjodipoero, S. (1983). *Pengantar dan asas-asas hukum adat*. Gunung Agung.

JURNAL

- Astiti, N. M. Y. A. (2023). *Strict Liability of Artificial Intelligence: Accountability to AI regulators or AI given the burden of accountability?*. Jurnal Magister Hukum Udayana, 12(4), 962–980. <https://doi.org/10.24843/JMHU.2023.v12.i0>
- Devid, R. I., Syirva, A. N., & Mas'udi, S. M. (2025). *Tantangan Hukum dan Keamanan Mobil Auto Pilot: Perspektif Hukum Transportasi di Indonesia*. Sosaintek: Jurnal Ilmu

- Ehsani, J. P., Eichelberger, A., Ehsani, S., & Pardo, G. A. (2022). State laws for autonomous vehicle safety, equity, and insurance. *Journal of Law, Medicine & Ethics*, 50(3), 569–582. <https://doi.org/10.1017/jme.2022.96>
- Elkins, Z., & Simmons, B. (2005). On waves, clusters, and diffusion: A conceptual framework. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 598(1), 33–51.
- Fadlian, A. (2020). Pertanggungjawaban pidana dalam suatu kerangka teoritis. *Jurnal Hukum POSITUM*, 5(2), 10-19.
- Irmawanti, N. D. (2021). Urgensi tujuan dan pedoman pemidanaan dalam rangka pembaharuan sistem pemidanaan hukum pidana. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 3(2), 241-255.
- Jelinski, L., Etzrodt, K., & Engesser, S. (2021). Undifferentiated optimism and scandalized accidents: The media coverage of autonomous driving in Germany. *Journal of Science Communication*, 20(4), A02. <https://doi.org/10.22323/2.20040202>
- Kahn-Freund, O. (1974). On uses and misuses of comparative law. *Modern Law Review*, 37(1), 1–27.
- Kemp, R. (2018). ‘Autonomous Vehicles-Who Will Be Liable for Accidents? The Attraction of Autonomous Vehicles’, *Digital Evidence and Electronic Signature Law Review*, 15, 33.
- Kurniadi, U., Yusriyadi, Silviana, A., & Fernando, Z. J. (2024). Autonomous vehicles and legal challenges: Navigating between technology and criminal liability. *Negara Hukum: Membangun Hukum untuk Keadilan dan Kesejahteraan*, 15(1), 37–57. <https://doi.org/10.22212/jnh.v15i1.4359>
- Kusumawardani, Q. D. (2019). Hukum progresif dan perkembangan teknologi kecerdasan buatan. *Veritas Et Justitia*, 5(1), 166–190. <https://doi.org/10.25123/vej.3270>
- Maulidina E. M. W., & Prasetyawati, E. (2024). Perlindungan hukum bagi pengemudi mobil autopilot. *Iblam Law Review*, 4(1), 209–227. <https://doi.org/10.52249/ilr.v4i1.245>
- Menon, C., & Alexander, R. (2020). A safety-case approach to the ethics of autonomous vehicles. *Safety and Reliability*, 39(1), 33–58. <https://doi.org/10.1080/09617353.2019.1697918>
- Mihardja, A., Siregar, M. H., & Wijaya, A. (2020). Vicarious liability: Perspektif masa kini. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 8(1), 73–81.

- Nelken, D. (2004). Using the concept of legal culture. *Australian Journal of Legal Philosophy*, 29, 5–19.
- Nugroho, A., Azis, N., Ruminingsih, & Marwan. (2023). *Legalitas sistem auto pilot kendaraan roda empat di Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. *Pagaruyuang Law Journal*, 7(1), 196-206. <https://doi.org/10.31869/plj.v7i1.4566>
- Nisa, T. K. (2022). Asas strict liability dalam pertanggungjawaban pidana korporasi pada proses pembuktian tindak pidana lingkungan hidup. *Jurnal MAHUPAS: Mahasiswa Hukum Unpas*, 1(2), 1-17.
- Nusi, R. R. (2021). Legalitas mobil auto pilot dalam prespektif hukum transportasi di Indonesia. *Jurist-Diction*, 4(6), 2469–2484. <https://doi.org/10.20473/jd.v4i6.31854>
- Oilinda, A. I., & Rusdi, A. M. (2024). *Tanggung jawab pelaku usaha terhadap risiko kecacatan produk bagi konsumen mobil listrik dengan fitur kendali otomatis (self-driving) berdasarkan Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen*. *Constitutum Jurnal Ilmu Hukum (CIJH)*, 2(2), 104–117.
- Othman, K. (2022). Exploring the implications of autonomous vehicles: A comprehensive review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(2), 165. <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00806-z>
- Raden Mohammad Rizky Ridwansyah, & Abidin, Z. (2019). Sistem kontrol pada self driving car (mobil tanpa kemudi) buatan perusahaan Google yang didukung oleh GPS. *Seminar Teknologi Majalengka 4.0 Fakultas Teknik Universitas Majalengka*, 4(1), 130–137.
- Rasdiyani, A. D., Hayat, & Suyeno. (2024). Indonesia government policy strategy to support autonomous vehicles implementation for public transport. *Jurnal Aristo (Social, Politic, Humaniora)*, 12(2), 452–474.
- Rasji, Chandra, W., & Hamonangan, M. K. (2025). Hukum sebagai alat rekayasa sosial: Gagasan Roscoe Pound dan relevansinya bagi reformasi hukum di Indonesia. *Rewang Rencang: Jurnal Hukum Lex Generalis*, 5(10).
- Sakinah, R., Kuswinarno, M., & Universitas Trunojoyo Madura. (2024). The impact of artificial intelligence on digitalization and human resource performance: Opportunities and challenges. *Jurnal MEDIA Akademik*, 2(9), 1–14
- Saputri, N. E., & Kusdarini, E. (2021). Kontribusi sistem hukum Eropa Kontinental terhadap pembangunan sistem hukum nasional di Indonesia. *Masalah-Masalah Hukum*, 50(4), 541-552. <https://doi.org/10.14710/mmh.v50i4.35821>
- Sutandi, A. C., & Santosa, W. (2014). Integrated Road Safety Approach Towards Safer Road in Indonesia 14.2, 97-106.

Wardhana, S. K. (2021). Pertanggungjawaban pemilik kendaraan bertenaga elektrik dari aspek keamanan berkendara. *Mimbar Keadilan*, 14(2), 160–169. <https://doi.org/10.30996/mk.v14i2.5312>

PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN

Indonesia:

Kitab Undang-Undang Hukum Perdata

Kitab Undang-Undang Hukum Pidana

Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen

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

Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja

Peraturan Menteri Perhubungan No. 44 Tahun 2020

Peraturan Menteri Perhubungan No. 45 Tahun 2020

Jerman:

Strafgesetzbuch

Straßenverkehrsgesetz

Produkthaftungsgesetz

Automatisiertes Fahren Gesetz