

A Comparative Analysis of the Legal Framework for Autonomous Vehicles in China and the United States

[Analisis Komparatif Pengaturan Hukum Kendaraan Autopilot di China dan Amerika Serikat]

Filia Amanda¹⁾, Lidya Shery Muis^{*2)}

¹⁾ Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Filiaamanda8@gmail.com, lidyasherymuis@umsida.ac.id

Abstrak Perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah mendorong terciptanya kendaraan otonom berbasis *autopilot* yang mampu beroperasi dengan mandiri. Namun, kehadiran teknologi tersebut menimbulkan kekosongan hukum di Indonesia karena UU No. 22 Tahun 2009 tentang LLAJ masih menempatkan manusia sebagai satu-satunya subjek hukum yang bertanggung jawab dalam penyelenggaraan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaturan hukum mengenai kendaraan *autopilot* di Amerika Serikat dan China, serta membandingkannya sebagai referensi dalam pembentukan regulasi di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian hukum normatif dengan pendekatan perbandingan hukum dan konseptual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Amerika Serikat menerapkan sistem penyerahan wewenang melalui kebijakan di masing-masing negara bagian dengan penekanan pada aspek keselamatan serta pengujian teknis kendaraan. Sebaliknya, China menggunakan pendekatan yang lebih terpusat dengan pemberlakuan prinsip tanggung jawab mutlak (*strict liability*) kepada produsen atau pengembang sistem apabila terjadi kegagalan teknologi. Kesimpulannya, Indonesia perlu segera melakukan pembaruan terhadap UU LLAJ dengan mengadopsi klasifikasi otomatisasi internasional, perluasan makna pengemudi menjadi pengendali sistem dinamis, serta penerapan prinsip tanggung jawab mutlak bagi produsen guna memberikan kepastian hukum dan perlindungan keselamatan masyarakat.

Kata Kunci – Kendaraan Autopilot, Pertanggungjawaban Hukum, Perbandingan Hukum, UU LLAJ.

Abstract The rapid evolution of artificial intelligence has facilitated the creation of autonomous, autopilot-driven vehicles. However, this technological breakthrough has exposed a regulatory lacuna in Indonesia, given that Law No. 22 of 2009 concerning Road Traffic and Transportation strictly recognizes human operators as the exclusive legal subjects liable for traffic management. Consequently, this study evaluates the legal frameworks governing autonomous vehicles in the United States and China, offering a comparative analysis to guide future Indonesian regulations. Utilizing a normative legal research method with comparative and conceptual approaches, this study reveals that the United States employs a decentralized authority model across states, prioritizing stringent safety standards and rigorous technical evaluations. Conversely, China adopts a more centralised approach by applying the principle of strict liability to manufacturers or system developers in the event of technological failure. In conclusion, Indonesia needs to immediately update the Land Transportation Law by adopting international automation classifications, expanding the definition of a driver to include a dynamic system controller, and applying the principle of strict liability to manufacturers in order to provide legal certainty and protect public safety.

Keywords – Autonomous Vehicles, Legal Liability, Comparative Law, Road Traffic Act.

I. PENDAHULUAN

Di masa ini, perkembangan teknologi kecerdasan buatan atau AI (*artificial intelligence*), terutama pada aspek industri otomotif, didesain untuk menciptakan sistem komputer dengan meniru kompetensi intelektual manusia dalam mempermudah kehidupan di era modern ini. Teknologi otomotif telah memasuki era kendaraan otonom dengan menggunakan sistem *autopilot* atau *self-driving* yang secara mandiri beroperasi tanpa adanya intervensi dari manusia. Sistem *autopilot* bekerja menggunakan teknologi modern, yaitu sensor kecerdasan buatan dan sistem kendali otomatis.[1] Di sektor transportasi, penggunaan kendaraan tanpa pengemudi ini membawa dampak positif, terutama dalam mengurangi risiko kecelakaan. Melalui sistem *autopilot*, kendaraan otonom dapat bergerak dengan lebih aman, menjadikan keselamatan di jalan raya sebagai fokus utama dari teknologi ini. Kemampuan AI dalam deteksi dini, pengambilan keputusan *agile* (*agile decision-making*), dan tetap konsisten dapat mengurangi risiko kecelakaan

dalam berkendara (*safety driving*).[2] Selain itu, mobil *autopilot* mempunyai potensi yang lebih signifikan dengan peningkatan kinerja lalu lintas, penurunan kemacetan, mengoptimalkan penggunaan bahan bakar, dan menentukan jalur yang paling efisien (*optimization route*).[3] Namun, mobil *autopilot* juga dihadapkan pada isu yang masif. Selain kendala teknologi itu sendiri, kegagalan sistem seperti pengukuran yang tak akurat tentang jarak objek dari mobil tersebut dapat menyebabkan kecelakaan fatal. Selain itu, terdapat ketidakpastian dalam menetapkan pihak yang bertanggung jawab secara hukum ketika kecelakaan dengan melibatkan kendaraan *autopilot*, karena peran pengemudi, produsen, dan pengembang teknologi memiliki kontribusi berbeda dalam pengoperasian kendaraan otonom.

Perkembangan teknologi kendaraan *autopilot* telah mengubah pandangan sistem transportasi modern, namun perkembangan tersebut belum diiringi oleh kesiapan regulasi di Indonesia. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UU LLAJ) masih bersumber pada konsep umum yang memposisikan manusia sebagai satu-satunya pengemudi dan subjek utama pertanggungjawaban hukum dalam penggunaan kendaraan bermotor. Ketentuan mengenai pengemudi, pengendalian kendaraan serta pertanggungjawaban atas kecelakaan keseluruhannya dianggap dilakukan oleh manusia, tanpa mengakomodasi kemungkinan adanya sistem kendali otomatis berbasis AI. Sehingga, menimbulkan kekosongan hukum (*legal vacuum*) terkait pengakuan status hukum kendaraan *autopilot*, batas tanggung jawab antara pengguna, produsen, dan pengembang sistem, serta mekanisme pengawasan dan standar keselamatan teknologi *autopilot*.

Kendaraan dengan teknologi *autopilot* mulai hadir di Indonesia sejak tahun 2014. Kehadiran teknologi ini dipelopori oleh Prestige Motocars, sebagai perusahaan Importir Umum (IU) yang telah beroperasi sejak 2013. Perusahaan tersebut menjadi pihak pertama yang membuka akses terhadap mobil otonom di pasar Indonesia dengan menawarkan Tesla Model S, yang pada saat itu dilengkapi dengan fitur *autopilot*. Beberapa mobil dengan fitur *autopilot* sudah mulai beroperasi di Indonesia, seperti Mercedes-Benz, BMW Seri 5, Tesla, EQS, BMW 7 Series, BYD, Hyundai Palisade meskipun peraturan kendaraan *autopilot* belum memadai. Karena tidak ada regulasi yang spesifik dalam mengatur hukum kendaraan *autopilot*, maka dibutuhkan aturan yang lebih rinci mengenai kendaraan *autopilot* dalam beroperasi di Indonesia. Situasi tersebut menunjukkan bahwa UU LLAJ perlu diperbarui agar pengendara kendaraan *autopilot* maupun pihak produsen kendaraan tersebut tetap terjamin kepastian hukumnya.

Menurut berita The New York Times pada tahun 2019, sebuah peristiwa kecelakaan terjadi di Key Largo, Florida, Amerika Serikat yang disebabkan oleh kendaraan *autopilot* Tesla Model S pada tanggal 25 April 2019. Peristiwa ini terjadi dikarenakan pada sistem *autopilot* kendaraan ini gagal dalam pengereman darurat otomatis yang telah dikembangkan oleh inventor, sehingga menewaskan 1 korban dari pengendara Tesla tersebut. Menurut berita CNET pada tahun 2016, sebuah kecelakaan juga terjadi di Handan, Hebei, China yang disebabkan oleh gagalnya sistem *autopilot* Tesla Model S dalam mendeteksi semua objek sehingga terlambatnya pengereman kendaraan tersebut pada Januari 2016. Peristiwa ini menewaskan 1 korban yang merupakan pengendara mobil tersebut yang menabrak truk pembersih jalan dengan kecepatan tinggi yang terdokumentasi pada rekaman video dashcam kendaraan. Menurut berita Kompas.com pada tahun 2026, sebuah mobil listrik BYD menabrak pembatas jalan MH Thamrin di Bundaran HI Jakarta Pusat. Ini menunjukkan bahwa urgensi pembentukan peraturan dalam beroperasinya kendaraan dengan sistem *autopilot* sebagai bentuk perlindungan terhadap konsumen yang mengalami kerugian atas peristiwa yang diluar kendali atas kendaraan *autopilot*.

Berdasarkan pada penelitian terdahulu, ditulis oleh Febby Mirza Juliansyah melalui artikel yang berjudul “*Kepastian Hukum Terhadap Mobil Berteknologi Auto Pilot Ditinjau Dari Persepektif Hukum Lalu Lintas Jalan Di Indonesia*” menunjukkan bahwa UU LLAJ belum secara khusus mengatur penggunaan transportasi dengan sistem *autopilot*. Regulasi yang masih didasarkan pada kendaraan konvensional yang dikendalikan oleh manusia, sehingga menimbulkan ketidakjelasan mengenai pengakuan hukum kendaraan *autopilot* dan pertanggungjawaban hukum apabila terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh kegagalan sistem. Meskipun teknologi *autopilot* dikembangkan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, sebaliknya kehadirannya menimbulkan tantangan baru dalam sistem penegakan hukum di Indonesia. Penelitian terdahulu kedua, ditulis oleh Rahmad Ikbah Devid, Atika Nailah Syirva, Salma Mawaddah Mas’udi melalui artikel yang berjudul “*Tantangan Hukum dan Keamanan Mobil Auto Pilot Perspektif Hukum Transportasi di Indonesia*” menunjukkan bahwa kerangka hukum transportasi di Indonesia saat ini belum mampu sepenuhnya dalam mengakomodasi perkembangan teknologi kendaraan *autopilot*. Regulasi yang ada, khususnya UU LLAJ masih berorientasi pada kendaraan yang dikendalikan oleh manusia sehingga belum

mengatur secara jelas tanggung jawab hukum apabila terjadi kecelakaan akibat kegagalan sistem *autopilot*. Selain itu, belum terdapat regulasi khusus yang mengatur standar operasional, keamanan, maupun perlindungan konsumen terhadap penggunaan kendaraan *autopilot* di Indonesia. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan pembaruan hukum untuk menyesuaikan regulasi transportasi dengan perkembangan teknologi kendaraan otonom.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaturan hukum kendaraan *autopilot* di Amerika Serikat dan China serta membandingkan kedua sistem regulasi tersebut guna mengetahui persamaan dan perbedaannya dalam aspek tanggung jawab hukum, keselamatan, dan pengawasan teknologi kendaraan otonom. Selain itu, penelitian ini untuk mengidentifikasi pengaturan hukum yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan regulasi kendaraan *autopilot* di Indonesia.

RUMUSAN MASALAH

1. Pengaturan hukum kendaraan *autopilot* dalam sistem hukum transportasi di Indonesia saat ini.
2. Konsep pengaturan hukum kendaraan *autopilot* di negara Amerika Serikat dan China yang dapat dijadikan sebagai dasar pembentukan regulasi kendaraan *autopilot* di Indonesia.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian hukum normatif (*legal research*) yang menggunakan pendekatan perbandingan (*comparative approach*) untuk menganalisis perbedaan pengaturan hukum kendaraan *autopilot* di Amerika Serikat dan China dan pendekatan konseptual (*conceptual approach*) untuk menganalisis konsep hukum yang berkaitan dengan penggunaan kendaraan *autopilot* di Amerika Serikat dan China. Penelitian ini menggunakan penafsiran gramatikal untuk menganalisis makna istilah hukum dalam peraturan yang berkaitan dengan kendaraan dan pengemudi, sedangkan penafsiran sistematis digunakan untuk menganalisis peraturan dalam sistem hukum yang mengatur kendaraan *autopilot* di Amerika Serikat dan China. Studi literatur dilakukan terhadap data perundang-undangan, laporan kebijakan, dan artikel ilmiah yang relevan. Produk hukum yang dianalisis sebagai bahan hukum primer dalam penelitian ini mencakup regulasi dari tiga yurisdiksi. Dari yurisdiksi Indonesia, produk hukum yang dianalisis meliputi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UU LLAJ), Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 33 Tahun 2018 tentang Pengujian Tipe Fisik Kendaraan Bermotor, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 44 Tahun 2020 tentang Pengujian Tipe Fisik Kendaraan Bermotor dengan Motor Penggerak Menggunakan Motor Listrik, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik, serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 15 Tahun 2022 tentang Konversi Kendaraan Bermotor Selain Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. Dari yurisdiksi China, produk hukum yang dianalisis mencakup *Road Traffic Safety Law of the People's Republic of China*, *Civil Code of the People's Republic of China*, *Autonomous Driving Implementation Rules 2024 (GB/T 44721-2024 guidelines)*, dan *Taxonomy of Driving Automation for Vehicles (GB/T 40429-2021)*. Sementara dari yurisdiksi Amerika Serikat, regulasi yang dianalisis mencakup *Vehicle Safety Act*, *California Vehicle Code (CVC § 38750)* beserta *Title 13 California Code of Regulations*, *Nevada Revised Statutes (NRS 482A.200 dan NRS Bab 706B)*, *Texas Senate Bill 2205 (Texas SB 2205)*, serta standar *Society of Automotive Engineers (SAE J3016)*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kedudukan Hukum Kendaraan *Autopilot* dalam Sistem Transportasi di Indonesia

Seiring berkembangnya teknologi, kendaraan *autopilot* telah membawa perubahan yang signifikan dalam sistem transportasi modern. Namun, pengaturan hukum di Indonesia saat ini masih mengacu pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UU LLAJ), yang pada dasarnya dirancang untuk mengatur kendaraan konvensional yang dikendalikan oleh manusia. Undang-undang ini bertujuan untuk mewujudkan lalu lintas yang aman, tertib, dan lancar serta terintegrasi dengan moda transportasi lainnya guna mendukung perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.

Dalam UU LLAJ, pengemudi memiliki peran utama dalam mengoperasikan kendaraan dan bertanggung jawab penuh atas keselamatan di jalan. Dengan berkembangnya teknologi saat ini, menjadikan sebagian tugas pengemudi mulai dialihkan kepada sistem komputerisasi seperti *autopilot*, yang mampu mengurangi kesalahan manusia (*human error*). Sistem ini beroperasi dengan memanfaatkan teknologi modern, seperti *Light Detection and Ranging* 'LiDAR'

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

(teknologi penginderaan jauh yang menggunakan sinar laser untuk mengukur jarak dan pergerakan yang tepat di suatu lingkungan, secara real time); kamera untuk menghindari dari hantaman; dan GPS untuk menjalankan fungsi mengemudi secara otomatis; serta perangkat otomatis lainnya yang memungkinkan kendaraan berjalan secara mandiri. Namun, hingga saat ini Indonesia belum mengatur secara keseluruhan terkait dengan perkembangan kendaraan *autopilot*, sehingga diperlukan peninjauan ulang terhadap regulasi yang ada untuk memberikan perlindungan hukum yang memadai. Dalam hal ini, negara seperti Amerika Serikat dan China telah memiliki pengaturan khusus terkait kendaraan otonom yang dapat dijadikan sebagai acuan.[4]

Pasal 1 angka 24 UU LLAJ mendefinisikan kecelakaan sebagai peristiwa di jalan yang tidak terduga dan tanpa sengaja yang melibatkan kendaraan dan dapat menimbulkan korban jiwa maupun kerugian harta benda. Dalam praktiknya, sebagian besar kecelakaan yang disebabkan oleh kelalaian manusia sebesar 61%, sementara dari faktor kendaraan sebesar 9%, dan faktor prasarana serta lingkungan sebesar 30%.[5] Hal ini menunjukkan bahwa teknologi *autopilot* dapat berpotensi mengurangi kecelakaan, tetapi juga menimbulkan persoalan baru dalam hal tanggung jawab hukum.

Diatur dalam Pasal 106 UU LLAJ bahwa, kewajiban pengemudi antara lain mengemudikan kendaraan dengan penuh konsentrasi, mematuhi penggunaan sabuk pengaman, serta mengutamakan keselamatan pengguna jalan lain. Dalam konteks kendaraan *autopilot*, sering ditemukan bahwa pengemudi justru tidak memperhatikan jalan karena terlalu bergantung pada sistem otomatis. Meskipun demikian, secara hukum, apabila terjadi kecelakaan, pengemudi akan tetap diminta pertanggungjawaban.[6]

Selain itu, Pasal 80 UU LLAJ mensyaratkan bahwa setiap orang yang mengemudikan kendaraan harus memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM). SIM merupakan izin yang diberikan kepada individu tertentu dan bersifat konkret, individual serta mengikat. Hal ini menegaskan bahwa subjek hukum pengemudi adalah manusia (perorangan). Akan tetapi, pada kendaraan dengan fitur *autopilot*, kendali kendaraan secara faktual dapat beralih kepada sistem, sementara manusia hanya berperan sebagai pengawas. Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara konsep hukum yang masih berorientasi pada manusia, dengan perkembangan teknologi yang mulai mengambil alih fungsi pengemudi.[7]

UU LLAJ juga mewajibkan setiap kendaraan untuk memenuhi persyaratan layak jalan melalui proses uji tipe, sebagaimana diatur lebih lanjut dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 33 Tahun 2018 (Permenhub No. 33/2018). Hal ini menunjukkan bahwa secara administratif, keberadaan kendaraan *autopilot* telah memenuhi persyaratan yang berlaku dan dinyatakan layak untuk digunakan di Indonesia. Namun, peraturan tersebut belum mengatur secara khusus terkait standar keamanan dan operasional kendaraan *autopilot*, sehingga kendaraan otonom masih diperlakukan sama dengan kendaraan konvensional.[4]

Secara umum, UU LLAJ masih berorientasi pada sistem transportasi yang dikendalikan manusia dan belum mengakomodasi perkembangan teknologi kendaraan otonom serta belum mengatur tanggung jawab produsen, pemilik kendaraan, maupun aspek asuransi. Meskipun pemerintah telah mengeluarkan beberapa peraturan, seperti Permenhub Nomor 44 Tahun 2020 tentang Pengujian Tipe Fisik Kendaraan Bermotor Dengan Motor Penggerak Menggunakan Motor Listrik, Permenhub Nomor 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu Dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik, dan Permenhub Nomor 15 Tahun 2022 tentang Konversi Kendaraan Bermotor Selain Sepeda Motor Dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai, regulasi tersebut masih terbatas pada aspek teknis, pengujian, dan kewajiban yang harus dipenuhi oleh pihak yang melakukan pengujian pada kendaraan listrik dan belum secara khusus mengatur kendaraan *autopilot*, seperti menyebutkan regulasi kendaraan otonom atau mobil tanpa pengemudi dalam hal pengoperasian, tanggung jawab hukum, keselamatan, serta asuransi untuk pengemudi.[8]

Kelemahan lain dari regulasi yang ada adalah belum adanya pengaturan terkait standar keselamatan sistem *autopilot*, proses pindah kendali pada radar dan LIDAR (*Light Detection and Ranging*) kendaraan otonom saat darurat, serta lembaga khusus yang menguji kendaraan tersebut. Selain itu, belum terdapat kejelasan mengenai tanggung jawab hukum apabila terjadi kegagalan sistem, termasuk peran produsen dan pemilik kendaraan, serta pengaturan mengenai asuransi bagi pengemudi.[9]

Oleh karena itu, Indonesia masih menghadapi berbagai permasalahan hukum terkait kendaraan *autopilot* yang belum memiliki kepastian hukum yang jelas. Regulasi yang ada saat ini masih terbatas pada aspek teknis kendaraan bertenaga listrik atau baterai, sehingga diperlukan kebijakan khusus yang mengatur kendaraan otonom yang bersistem

autopilot secara komprehensif. Perlindungan hukum pada dasarnya bertujuan untuk mewujudkan keadilan serta memberikan kepastian hukum bagi masyarakat dalam menghadapi perkembangan teknologi.[10] Indonesia perlu membandingkan regulasinya dengan Amerika Serikat dan China sebagai acuan untuk merumuskan kebijakan yang lebih tepat.

B. Pengaturan Hukum Kendaraan *Autopilot* dalam negara China dan Amerika Serikat

Perkembangan teknologi telah memengaruhi perubahan sistem transportasi modern, khususnya melalui hadirnya kendaraan *autopilot* berbasis AI. Kemajuan teknologi ini mendorong berbagai negara, seperti Amerika Serikat dan China dalam membentuk regulasi khusus guna mengatur pengoperasian kendaraan dengan sistem *autopilot*. Amerika Serikat merupakan negara yang menganut konsep *common law* yang didasarkan pada putusan pengadilan sebelumnya, sedangkan China menganut konsep *civil law* yang berlandaskan pada kodifikasi serta mengandalkan hukum tertulis. Oleh karena perbedaan konsep tersebut, cara Amerika Serikat dan China dalam menghadapi perkembangan teknologi, khususnya kendaraan otonom yang menggunakan sistem *autopilot* berbasis AI menjadi cukup berbeda.[11]

Dalam memahami konsep pertanggungjawaban hukum yang kompleks, pembahasan perlu diawali dari suatu fakta mendasar bahwa kendaraan pada era modern tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat bantu pengemudi, melainkan telah mampu menjalankan peran sebagai pengemudi itu sendiri. Sistem otonom yang berbasis AI tidak hanya membantu proses berkendara, melainkan juga mampu mendeteksi kondisi disekitar, mengambil keputusan, serta melakukan tindakan secara mandiri tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Pada dasarnya, hukum lalu lintas selama ini dibangun atas asumsi bahwa setiap kerugian atau kecelakaan selalu disebabkan oleh tindakan seseorang sebagai subjek hukum. Namun, asumsi tersebut menjadi semakin sulit diterapkan seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan otonom yang secara bertahap menggantikan peran manusia dalam proses mengemudi.

Terdapat tiga landasan utama yang menjadi tantangan dalam pengaturan kendaraan otonom, yaitu bahwa konsep kelalaian mensyaratkan adanya unsur otonom, perbuatan melawan hukum mengendalikan kemampuan untuk memprediksi konsekuensi dari satu tindakan, serta pertanggungjawaban hukum mensyaratkan adanya kendali. Salah satu persoalan mendasar yang perlu memperoleh penyelesaian berkaitan dengan pemahaman mengenai konsep otonom itu sendiri, termasuk penetapan definisi kendaraan otonom. SAE (*Society of Automotive Engineers*), sebagai lembaga standarisasi yang berkedudukan di Amerika Serikat, telah mengembangkan klasifikasi enam tingkat otomatisasi kendaraan, yakni L0-L5. Kerangka klasifikasi tersebut saat ini telah memperoleh pengakuan secara internasional dan digunakan oleh berbagai pihak, seperti Uni Eropa, China, serta *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa dalam penyusunan regulasi terkait kendaraan otonom.[12] Klasifikasi tingkat otomatisasi kendaraan otonom beserta penjelasannya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Otomatisasi pada Kendaraan dengan Sistem *Autopilot* menurut Standar SAE

Sumber: SAE International (SAE J3016)[8]

Tingkat/Level	Klasifikasi	Penjelasan
L0	<i>No automation</i>	Pada tingkat ini tidak terdapat sistem <i>autopilot</i> , sehingga seluruh proses pengendalian kendaraan sepenuhnya dilakukan oleh manusia.
L1	<i>Assistance</i>	Kendaraan telah dilengkapi dengan fitur bantuan tertentu, seperti pengatur kecepatan otomatis (<i>cruise control</i>), namun kendali utama tetap berada pada pengemudi.
L2	<i>Partial automation</i>	Kendaraan mampu mengendalikan arah dan kecepatan serta bersamaan, tetapi pengemudi tetap diwajibkan secara aktif terhadap sistem, sebagaimana diterapkan pada Tesla <i>autopilot</i> .
L3	<i>Conditional automation</i>	Pada tingkat ini kendaraan dapat menjalankan fungsi mengemudi secara mandiri dalam kondisi tertentu, meskipun pengemudi tetap harus siap untuk mengambil alih kendali apabila diperlukan.

L4	<i>High automation</i>	Kendaraan dapat beroperasi tanpa intervensi manusia dalam situasi dan kondisi tertentu yang telah ditetapkan.
L5	<i>Full automation</i>	Keterlibatan manusia sudah tidak diperlukan lagi karena seluruh fungsi pengemudian dapat dilakukan secara otomatis, termasuk tanpa perangkat kemudi konvensional maupun tanpa keberadaan pengemudi itu sendiri.

Tingkat pengemudian otonom diklasifikasikan ke dalam enam kategori, yaitu mulai dari L0-L5. Klasifikasi tersebut tidak dimaksudkan untuk menunjukkan tingkat kecanggihan teknologi kendaraan, melainkan untuk menentukan pihak yang memegang tanggung jawab dalam proses pengemudian.[8] Dalam klasifikasi L0-L2, manusia masih memegang peranan sebagai pengemudi utama kendaraan. Namun, pada L3-L5, fungsi pengemudian beralih kepada sistem kendaraan otonom yang menjalankan proses berkendara secara mandiri. Perubahan tersebut menimbulkan tantangan bagi hukum perdata, khususnya dalam konsep perbuatan melawan hukum, karena konstruksi hukum yang selama ini didasarkan pada keberadaan pelaku manusia tidak lagi dapat diterapkan secara sepenuhnya.[13] Oleh sebab itu, diperlukan perumusan dasar hukum baru guna menentukan bentuk pertanggungjawaban yang sesuai terhadap penggunaan kendaraan otonom. Perbandingan mendasar mengenai kerangka dan konsep regulasi kendaraan otonom antara negara China dan Amerika Serikat dipaparkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Konsep Regulasi Kendaraan dengan Sistem *Autopilot* di China dan Amerika Serikat[14]

Aspek	China	Amerika Serikat
Sistem Hukum	<i>Civil Law</i>	<i>Common Law</i>
Norma Utama	Road Traffic Safety Law, Civil Code of the People's Republic of China, Autonomous Driving Implementation Rules 2024 (GB/T 44721-2024 <i>guidelines</i>)	California Vehicle Code (CVC § 38750), Standar <i>Society of Automotive Engineers</i> (SAE J3016), Nevada Revised Statutes (NRS 482.200), Texas SB 2205
Bentuk Regulasi Kendaraan <i>Autopilot</i>	Terpusat dan dikendalikan pemerintah pusat	Desentralisasi, diatur oleh negara bagian
Konsep Pengaturan	<i>Risk-control and state-supervision regulation</i>	<i>Safety-based and technology development regulation</i>
Klasifikasi Risiko	Kendaraan otonom dikategorikan sebagai aktivitas berisiko tinggi (<i>high-risk activity</i>)	Berdasarkan tingkat otomatisasi SAE Level 0-5 dan tingkat risiko operasional
Lembaga Pengatur	<i>Ministry of Industry and Information Technology</i> (MIIT), <i>Ministry of Public Security</i> (MPS)	DMV negara bagian, NHTSA
Model Pengawasan	Pengawasan sebelum operasional, audit, persetujuan pemerintah, dan kontrol pembaruan sistem	Pengujian kendaraan, pelaporan kegagalan sistem (<i>disengagement report</i>), sertifikasi operasional
Tanggung Jawab Hukum	<i>Strict Liability</i> terhadap pihak yang mengendalikan sistem	<i>Ex post liability</i> melalui <i>negligence</i> dan <i>product liability</i>
Perlindungan Pengguna	Perlindungan melalui tanggung jawab mutlak, pengawasan negara, dan pembagian tanggung jawab yang jelas	Standar kendaraan, kewajiban asuransi, dan pelaporan kecelakaan
Tingkat Fleksibilitas	Lebih ketat, terstruktur, dan terpusat	Tinggi dan adaptif terhadap perkembangan teknologi

Pengembangan kendaraan otonom di China berbasis pada restrukturisasi ekosistem secara menyeluruh di bawah pengawasan ketat negara. Sistem ini tidak memusatkan pada penyelesaian hukum pasca-kecelakaan, melainkan mewajibkan penetapan mekanisme pertanggungjawaban hukum sebelum kendaraan dioperasikan di jalan raya. Melalui pendekatan preventif tersebut, pemerintah China mengutamakan perlindungan terhadap ketertiban sosial, stabilitas nasional, serta keamanan politik negara. Dalam hal ini, kendaraan otonom dipandang bukan hanya sebagai produk teknologi, melainkan sebagai bagian dari infrastruktur yang mendukung kepentingan strategis nasional. Oleh

sebab itu, pendekatan hukum di China lebih menekankan tanggung jawab kolektif dan akuntabilitas platform dibandingkan perlindungan hak individual.[15]

Secara sederhana, hukum menempatkan pengemudi sebagai manusia yang mengendalikan kendaraan secara langsung. Namun, China mengadopsi pendekatan yang berbeda terhadap kendaraan otonom dengan melakukan redefinisi terhadap konsep pengemudi. Berdasarkan hasil amandemen tahun 2021 yang menghasilkan *Road Traffic safety Law* dan tahun 2024 yang menghasilkan *Autonomous Driving Implementation Rules*, pengemudi didefinisikan sebagai pihak yang memiliki kendali dinamis atas kendaraan. Redefinisi yang bersifat pragmatis tersebut kemudian diformalkan dalam sistem hukum.[13]

Pasal 76 *Road Traffic Safety Law* yang diamandemenkan pada tahun 2021 pada awalnya menetapkan pertanggungjawaban kepada “pengemudi”. Kemudian, pada tahun 2024, *Autonomous Driving Implementation Rules* yang diterbitkan oleh *Ministry of Industry and Information Technology* (MIIT) dan *Ministry of Public Security* (MPS) mempertegas pengertian tersebut dengan mendefinisikan pengemudi sebagai pihak yang mengendalikan sistem kendaranya secara dinamis. Pada kendaraan dengan tingkat otomatisasi 4 hingga tingkat 5, pihak tersebut bukan penumpang, melainkan operator kendaraan otonom, seperti produsen, pemilik armada, atau pengelola platform.[16] Dengan demikian, ketika sistem otonom menjalankan fungsi pengemudian, pihak yang mengoperasikan sistem itulah yang dipandang sebagai pengemudi menurut hukum. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip bahwa sistem otonom tidak dapat dipisahkan dari tanggung jawab hukum.

Pendekatan ini juga mempengaruhi perusahaan seperti Tesla dan produsen kendaraan lainnya, karena China tidak menerima pandangan yang lazim digunakan dalam pengadilan di Amerika Serikat, yaitu bahwa pengemudi tetap berkewajiban mempertahankan perhatian terhadap kondisi jalan. China menerapkan sikap yang lebih tegas, yakni bahwa sistem yang diklaim sebagai otonom beserta pihak yang mengoperasikannya harus menanggung seluruh konsekuensi dari penggunaan sistem tersebut. Dengan demikian, apabila pengambilan keputusan yang dilakukan oleh sistem otonom, maka tanggung jawab hukum dibebankan kepada pihak yang dipersalahkan maupun membenarkan alasan bahwa pengguna tetap wajib memegang kemudi. Tanggung jawab hukum dialokasikan kepada pihak yang memiliki kendali terbesar karena dianggap paling mampu mencegah terjadinya kerugian. Berdasarkan pendekatan tersebut, pembagian tanggung jawab hukum ditentukan sebagai berikut:

1. Apabila kecelakaan disebabkan oleh kegagalan perangkat lunak, tanggung jawab dibebankan kepada operator platform atau pengembang sistem.
2. Apabila kecelakaan timbul akibat kesalahan data atau peta digital, tanggung jawab berada pada penyedia data.
3. Apabila kecelakaan disebabkan oleh kerusakan jalan atau rambu lalu lintas, tanggung jawab dibebankan kepada pemerintah daerah.

Dalam beberapa kasus, kerusakan infrastruktur jalan, seperti lubang pada jalan, dapat menjadi faktor utama penyebab kecelakaan, dan China secara tegas mengakui kemungkinan tersebut dalam penentuan pertanggungjawaban hukum.[13]

Civil Code of the People’s Republic of China menetapkan dasar hukum yang tegas terkait penerapan tanggung jawab mutlak (*strict liability*), yaitu dengan menempatkan pihak yang memiliki kendali sebagai pihak yang juga bertanggung jawab hukum. Pasal 1172 Civil Code of the People’s Republic of China menentukan bahwa produsen bertanggung jawab atas kerugian yang timbul tanpa kewajiban pembuktian unsur kesalahan. Pedoman MIIT tahun 2024 secara tegas mengklasifikasikan operasional kendaraan berkemampuan *autopilot* ke dalam kategori aktivitas berisiko tinggi. [17] Penerapan prinsip ini menghasilkan pembagian pertanggungjawaban yang jelas dalam keseluruhan ekosistem kendaraan otonom pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pembagian Pertanggungjawaban dalam Keseluruhan Ekosistem Kendaraan Otonom [13]

Pihak	Pemicu Tanggung Jawab	Risiko
Produsen	Cacat perangkat lunak	Mutlak
Operator Armada	Penyalahgunaan operasional	Mutlak
Penyedia Data	Peta yang salah/cacat	Bersama
Pemerintah Daerah	Kegagalan infrastruktur	Proporsional
Penumpang	Tidak pernah (kecuali jika ada manipulasi)	Kebal/tidak bertanggung jawab

Terkait pertanggungjawaban hukum, Pasal 1173 membebankan tanggung jawab kepada pihak produsen atas segala kerugian akibat cacat produk, yang mencakup kerusakan pada perangkat lunak, OTA (pembaruan *over-the-air*), *firmware*, hingga data pelatihan sistem. Lebih lanjut, Pasal 1174 memberlakukan doktrin tanggung renteng (*joint and several liability*) jika kerugian tersebut melibatkan multi-pihak. Seluruh regulasi ini merefleksikan prinsip fundamental hukum di China, yaitu membebankan konsekuensi risiko secara langsung kepada pihak yang mengendalikan risiko tersebut. Analisis mengenai kelebihan dan kekurangan dari sistem regulasi kendaraan otonom di Amerika Serikat dan China ditampilkan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Amerika Serikat dan China pada Kendaraan *Autopilot*[14]

Negara	Kelebihan	Manfaat Konkret	Kekurangan	Keterangan
Amerika Serikat	Regulasi berbasis pedoman dan adaptif (<i>risk-based and adaptive regulation</i>)	Memungkinkan penyesuaian cepat terhadap perkembangan teknologi kendaraan otonom	Antar negara bagian, terjadi ketidakseragaman regulasi	Negara bagian seperti Texas, Nevada, dan California merupakan negara yang sebagian besar memiliki kewenangan pengaturan
	Sebagai acuan otomatisasi kendaraan, digunakan standar SAE L0-L5	Dapat memberikan kemudahan terhadap pembagian tanggung jawab dan klasifikasi tingkat otonom	Sering kali menjadi sengketa hukum ketika menentukan pihak mana yang bertanggung jawab	Anggapan manusia sebagai pengemudi utama masih ditemukan pada beberapa yurisdiksi
	Pengawasan yang berbasis <i>post market monitoring</i> dan <i>life-cycle</i>	Melalui evaluasi berkala dan pelaporan, kegagalan sistem dapat terdeteksi	Setelah kendaraan beroperasi, maka pengawasan juga akan lebih banyak dilakukan	California telah mewajibkan pelaporan kecelakaan dan <i>disengagement report</i>
	Tingginya keterlibatan swasta (Waymo, Tesla, dll.)	Percepatan komersialisasi teknologi autopilot dan mendorong kemajuan inovasi	Berpotensi menimbulkan perbedaan standar keselamatan antar perusahaan	Pemerintah federal melalui NHTSA hanya memberikan pedoman umum
	Dukungan terhadap pengembangan industri dan regulasi yang relatif fleksibel	Adopsi teknologi kendaraan otonom di pasar yang semakin dipercepat	Menimbulkan ketidakpastian hukum karena aturan berbeda-beda	Fleksibilitas menjadi keunggulan sekaligus kelemahan sistem AS
China	Regulasi terkoordinasi oleh pemerintah dan lebih terpusat	Keberlakuan secara nasional menjadikan kepastian hukum terlihat lebih jelas	Inovasi teknologi dapat berjalan dengan lambat apabila regulasinya ketat	Pengembangan dan operasional kendaraan otonom dikontrol kuat oleh pemerintah
	Definisi pengemudi diperluas menjadi pihak yang mengendalikan sistem kendaraan	Memberikan kepastian hukum pada kendaraan otomatis tingkat tinggi	Memerlukan perubahan konsep hukum transportasi yang cukup besar	Operator, produsen, atau pengelola sistem dapat dianggap sebagai pengemudi

Penerapan <i>strict liability</i> terhadap produsen dan operator	Korban lebih mudah memperoleh perlindungan dan ganti rugi	Beban tanggung jawab hukum bagi produsen lebih besar	Tidak perlu membuktikan unsur kelalaian terlebih dahulu
Pengawasan ketat sebelum kendaraan beroperasi (<i>pre-operation control</i>)	Risiko kegagalan sistem dapat diminimalkan sejak awal	Proses sertifikasi dan perizinan menjadi lebih panjang	Semua sistem harus melalui pengujian dan persetujuan pemerintah
Pengawasan pembaruan perangkat lunak dan data kendaraan	Mengurangi risiko teknologi yang disalahgunakan dan menjamin keamanan sistem	Kurang fleksibelnya pembaruan teknologi	Tanpa persetujuan pemerintah, produsen tidak bisa dengan bebas melakukan pembaruan terhadap sistem

Di China, tanggung jawab hukum diarahkan pada pihak yang mengendalikan sistem tersebut serta pihak yang mengembangkan atau menciptakannya. Pemerintah China melarang produsen kendaraan menggunakan istilah seperti “*smart driving*” dan “*autonomous driving*” dalam kegiatan pemasaran sistem *autopilot*. Ketentuan tersebut disampaikan oleh Kementerian Industri dan Teknologi Informasi kepada sekitar enam puluh produsen kendaraan, termasuk Huawei. Selain itu, produsen kendaraan tidak diperkenankan melakukan pembaruan jarak jauh terhadap sistem *Advanced Driver Assistance System* (ADAS) pada kendaraan yang telah dipasarkan tanpa memperoleh persetujuan pemerintah terlebih dahulu. Setiap sistem diwajibkan menjalani serangkaian pengujian teknis secara ketat serta mendapatkan wewenang resmi sebelum diterapkan.

Persaingan ketat dalam industri otomotif di China memicu lahirnya kebijakan ini, khususnya setelah produsen seperti BYD, Leapmotor, dan Toyota memasarkan kendaraan murah dengan fitur *autopilot*. Dalam mengendalikan pasar, MIIT melarang keras produsen menggunakan iklan yang menipu mengenai kemampuan teknologi otonom tersebut. Perusahaan yang melanggar aturan iklan ini dapat dijatuhi sanksi denda, pencabutan izin usaha, hingga hukuman penjara jika memicu kecelakaan. Sementara itu, uji coba kendaraan *autopilot* di jalan raya publik Beijing sendiri sudah memiliki dasar hukum sejak terbitnya pedoman resmi pada Desember 2017. MIIT menjadi inovasi penting karena merupakan ketentuan pertama di China yang secara khusus mengatur pelaksanaan pengujian kendaraan otonom di jalan raya.[18]

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) merupakan otoritas federal di Amerika Serikat yang memiliki kewenangan dalam pengawasan dan pengaturan kendaraan otonom. Peran lembaga ini tercermin melalui *New Car Assessment Program* (NCAP), yaitu program yang memberikan rekomendasi kepada konsumen mengenai teknologi pencegahan kecelakaan yang dinilai paling efektif beserta kendaraan yang telah menerapkan teknologi tersebut. Fokus utama NHTSA terletak pada perlindungan keselamatan kendaraan bermotor sehingga lembaga ini tidak hanya menjalankan fungsi pengawasan, penelitian, dan pengembangan terkait kendaraan otonom, tetapi juga berwenang dalam penyusunan regulasi mengenai teknologi pengemudian otomatisasi.

Departemen Perhubungan bersama NHTSA telah menetapkan pedoman (*guideline*) yang memuat standar keselamatan bagi kendaraan dengan sistem *autopilot*. Pedoman tersebut mencakup pengertian umum kendaraan *autopilot*, klasifikasi tingkat otomatisasi, aspek keamanan siber kendaraan, serta edukasi dan pelatihan bagi pengguna. Ketentuan tersebut kemudian dijadikan rujukan oleh negara bagian dalam membentuk peraturan perundang-undangan mengenai kendaraan otonom. Pengaturan pada tingkat negara bagian juga harus sesuai dengan *Vehicle Safety Act* sebagai kerangka hukum umum (*lex generalis*) yang mengatur standar keselamatan kendaraan di Amerika Serikat.

Pada tahun 2013, NHTSA menetapkan kebijakan awal mengenai kendaraan otonom melalui dokumen *Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles*. Kebijakan tersebut memperkenalkan lima tingkatan otonomi kendaraan, yaitu dari Tingkat 0 hingga Tingkat 4. Selanjutnya, pada September 2016, NHTSA melakukan pembaruan kebijakan dengan menetapkan pedoman yang mengatur proses transisi menuju penggunaan kendaraan berotomatisasi tinggi (*highly automated vehicles/HAVs*) di jalan raya. Dalam kebijakan tersebut, NHTSA mengadopsi sistem klasifikasi tingkat otomatisasi yang dikembangkan oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE).[15]

Berdasarkan penerapan klasifikasi tersebut, kemampuan kendaraan otonom di Amerika Serikat saat ini mengacu pada standar *SAE International J3016* yang disusun secara kolaboratif oleh pihak yang berwenang di Eropa, Amerika Serikat, dan Australia guna mewujudkan keseragaman terminologi dalam bidang kendaraan otonom. SAE membagi tingkat otomatisasi kendaraan ke dalam enam kategori, yaitu tingkat 0 hingga tingkat 5. Tingkat 0 menunjukkan bahwa kendaraan belum memiliki sistem otomatisasi, sedangkan tingkat 5 merepresentasikan otomatisasi penuh. Penentuan setiap tingkat otomatisasi didasarkan pada mekanisme pengendalian fungsi kemudi dan pengereman serta kemampuan kendaraan untuk beroperasi dalam berbagai kondisi berkendara.[19]

Regulasi mengenai kendaraan otonom dan layanan *robotaxi* di Amerika Serikat tidak bersifat menyeluruh di tingkat federal. Kewenangan pembentukan norma hukum tersebut disebarkan kepada masing-masing negara bagian melalui kodifikasi hukum kendaraan (*vehicle code*) serta peraturan departemen transportasi setempat. Situasi tersebut menyebabkan lahirnya perbedaan arah hukum dalam menetapkan kebijakan pengujian, sistem ganti rugi teknologi otonom, serta standar operasional. Aturan yang mengalami ketimpangan ini tampak nyata apabila dilihat pada perbandingan kerangka hukum antara California dan Nevada selaku dua wilayah pelopor pengembangan kendaraan *autopilot*.

Yurisdiksi California mengatur kendaraan otonom melalui kerangka hukum yang komprehensif dan memiliki Tingkat pengawasan yang lebih ketat di Amerika Serikat. Pengaturan tersebut berlandaskan pada California Vehicle Code (CVC) Pasal 38750 serta ketentuan pelaksana dalam Title 13 California Code of Regulations yang berada di bawah kewenangan pengawasan California Department of Motor Vehicles (DMV). Dalam penerapannya, pemerintah California memberlakukan sistem perizinan secara bertahap yang meliputi tahap pengujian dengan pengemudi Cadangan, pengujian kendaraan tanpa pengemudi, hingga pemberian izin untuk pengoperasian komersial atau layanan robotaxi. Sebagai bentuk mitigasi risiko dan perlindungan hukum, pengembang diwajibkan menyediakan jaminan berupa Asuransi atau obligasi dengan nilai sebesar 5 juta dolar Amerika Serikat untuk menjamin pertanggungjawaban perdata terhadap kemungkinan terjadinya insiden selama pengoperasian kendaraan otonom.

Regulasi kendaraan otonom di California menempatkan prinsip transparansi dan akuntabilitas sebagai unsur utama dalam mekanisme pengawasannya. Setiap operator diwajibkan secara hukum untuk menyampaikan *disengagement report*, yaitu laporan yang memuat perbandingan antara jarak tempuh kendaraan dan jumlah kegagalan sistem otonom yang mengharuskan adanya intervensi manual. Selain itu, ketentuan yang diberlakukan pada tahun 2026 memperkuat pengawasan terhadap operasional sistem autopilot dengan memberikan kewenangan kepada aparat penegak hukum untuk melakukan penindakan atas pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh kendaraan otonom. Dalam rangka menjamin keselamatan publik, perusahaan penyelenggara juga wajib merespons komunikasi darurat dari petugas dalam jangka waktu paling lama 30 detik.

Nevada mengadopsi pendekatan regulasi yang lebih fleksibel dan progresif terhadap inovasi kendaraan otonom, berbeda dengan model pengaturan di California. Sebagai pionir global, yurisdiksi ini telah melegalkan operasional kendaraan otonom di jalan raya sejak tahun 2011. Kerangka hukumnya dikodifikasikan dalam *Nevada Revised Statutes* (NRS) Bab 482A yang mengatur aspek teknis kendaraan otonom, serta NRS Bab 706B yang memberikan kepastian berbasis jaringan, termasuk operasional *autopilot*. Kebijakan Nevada tersebut berorientasi pada percepatan komersialisasi teknologi melalui prosedur regulasi sederhana yang lebih aktif dan mengutamakan percepatan inovasi serta perkembangan industri daripada pengaplikasian mekanisme pengawasan teknis yang bersifat kompleks jika dibandingkan dengan standar ketat di California.

Mandat NRS Pasal 482A.200 menjadi dasar hukum bagi wilayah Nevada untuk mengesahkan sistem *autopilot* sebagai substitusi legal atas kendali fisik pengemudi manusia. Regulasi tersebut mengizinkan operasionalisasi kendaraan otonom secara penuh di jalan raya tanpa awak pengemudi. Pada aspek administratif, *Department of Motor Vehicles* (DMV) mewajibkan pengembang menyerahkan *certificate of compliance*, yang diterbitkan pasca-registrasi dan penyerahan jaminan asuransi senilai 5 juta dolar Amerika Serikat. Selanjutnya, kendaraan otonom yang terakreditasi wajib menggunakan pelat nomor khusus berwarna merah sebagai identifikator visual yang membedakannya dari kendaraan konvensional.

Salah satu negara bagian yang telah membentuk regulasi khusus mengenai kendaraan otonom adalah Texas melalui Texas SB 2205. Dalam ketentuan tersebut, sistem *autopilot* didefinisikan sebagai penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak yang, apabila dipasang serta diaktifkan pada kendaraan bermotor, mampu menjalankan fungsi mengemudi tanpa intervensi maupun pengawasan manusia. Berdasarkan definisi tersebut, sistem *autopilot*

dipahami sebagai teknologi yang memungkinkan kendaraan beroperasi secara mandiri dengan tetap memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan dalam *Vehicle Safety Act*. Selain itu, Texas SB 2205 juga membatasi penggunaan kendaraan dengan sistem *autopilot* hanya pada kondisi dan ruas jalan tertentu, seperti jalan bebas hambatan (*highway*), guna menjaga aspek keselamatan berkendara.[15]

Di Nevada, setiap pihak yang melakukan pengujian kendaraan otonom di jalan raya negara bagian wajib memiliki perlindungan asuransi atau menyerahkan jaminan kepada Departemen Perhubungan negara bagian dengan sebesar 5 juta dolar Amerika Serikat. Apabila seluruh persyaratan yang ditetapkan negara bagian telah dipenuhi dan kendaraan dikategorikan sebagai kendaraan otonom penuh, kehadiran pengemudi tidak diwajibkan dalam proses pengujian maupun pengoperasian kendaraan tersebut. Undang-Undang Pendapatan Nevada 428A mendefinisikan kendaraan otonom penuh sebagai kendaraan yang mampu mencapai *minimal risk condition* apabila terjadi kegagalan sistem *autopilot* sehingga sistem tersebut tidak lagi dapat menjalankan tugas mengemudi aktif sesuai dengan ruang lingkup desain operasional yang telah ditentukan. Sebaliknya, kendaraan yang belum tergolong sepenuhnya otonom tetap mewajibkan keberadaan pengemudi selama tahap pengujian dan pengoperasian. Pengemudi harus mampu mengambil alih kendali manual kendaraan secara segera apabila sistem *autopilot* mengalami kegagalan atau muncul keadaan darurat lainnya. Selain itu, kendaraan semiotonom diwajibkan memiliki penunjuk yang dapat memberikan sinyal ketika teknologi otonom mengalami kegagalan sekaligus memperingatkan pengemudi untuk segera mengambil alih kendali manual kendaraan selama pengujian maupun pengoperasian berlangsung.

Sebagian besar negara bagian belum menerapkan standar pengungkapan informasi secara komprehensif regulasi federal. Meskipun demikian, beberapa wilayah tetap mengharuskan produsen melaporkan kegagalan sistem atau insiden operasional kendaraan otonom di jalan raya secara berkala kepada instansi terkait. California, sebagai contoh, mewajibkan manufaktur mencatat dan menyerahkan laporan tahunan mengenai frekuensi disfungsi (*disengagement*) atau pengambilalihan sistem *autopilot* ke mode manual. Kondisi tersebut dapat terjadi akibat kegagalan teknologi maupun karena pengemudi uji harus mengambil alih kendali manual kendaraan demi menjaga keselamatan pengoperasian. Selain itu, Nevada mewajibkan pihak yang bertanggung jawab atas pengujian kendaraan otonom untuk melaporkan setiap kecelakaan yang menimbulkan cedera fisik atau kerusakan harta benda dengan nilai kerugian melebihi USD 750.[15]

Penerapan *strict liability* terhadap kendaraan otonom di yurisdiksi Amerika Serikat terbagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu cacat produksi, cacat desain, dan ketidakcukupan peringatan keselamatan. Pada kategori cacat produksi, tanggung jawab hukum produsen bersifat mutlak atas risiko kerugian pengguna, terlepas dari pemenuhan standar kehati-hatian yang telah dilakukan. Sebaliknya, gugatan berbasis cacat desain tidak serta-merta menggunakan kriteria *strict liability*, melainkan mensyaratkan pembuktian mengenai ada atau tidaknya tindakan kehati-hatian wajar dalam tahap perancangan produk. Kondisi ini memicu perdebatan doktrinal mengenai klasifikasi hukum atas kesalahan pemrograman komputer. Tanggung jawab produsen cenderung terbatas pada kerusakan yang tervalidasi pada komponen fisik atau sistem tertentu. Sementara itu, kriteria kecukupan (*adequacy standard*) atas peringatan risiko menjadi parameter utama dalam menilai kegagalan pemberian instruksi keselamatan.[20]

Besarnya tingkat risiko keselamatan konsumen menjadi pendorong utama pemberlakuan *strict liability* terhadap produsen, tanpa bergantung pada pembuktian unsur kelalaian. Implikasi ekonomi dari kebijakan ini adalah potensi lonjakan harga kendaraan otonom sebagai akibat dari pengalihan alokasi biaya klaim ganti rugi ke dalam harga jual. Ketergantungan operasional kendaraan otonom pada sistem *artificial intelligence* menggantikan peran pengemudi manusia, sehingga memicu penerapan *product liability* secara otomatis.[20]

NHTSA bersama US Department of Transportation (DOT) menetapkan pedoman 12 Elemen Desain Keselamatan Utama, yang meliputi perekaman data, keselamatan sistem, keamanan siber kendaraan, antarmuka manusia-mesin (HMI), ketahanan benturan, edukasi konsumen, perilaku pasca-kecelakaan, kepatuhan hukum lokal/federal, domain desain operasional (ODD), deteksi dan respons objek/kejadian (OEDR), kondisi risiko minimal (*fallback* saat sistem gagal), serta metode validasi.[21]

Selain itu, Amerika Serikat menggunakan sistem sertifikasi mandiri (*self-certification*), di mana produsen kendaraan diberi kepercayaan bertanggung jawab untuk menguji serta menyatakan sendiri bahwa sistem mereka telah memenuhi *Federal Motor Vehicle Standards* (FMVSS). Di tingkat lokal, berbagai negara bagian, seperti California, Nevada, dan Michigan yang memiliki undang-undang tersendiri terkait uji coba dan pengoperasian kendaraan otonom.

Pemerintah federal terus berupaya menyelaraskan standar nasional ini melalui rancangan undang-undang seperti *SELF DRIVE Act* dan *AV START Act*. [21]

Sebaliknya, jaminan keselamatan di China ini tidak mengandalkan sertifikasi mandiri, melainkan menerapkan mekanisme pengawasan yang lebih terpusat melalui sistem izin resmi (*road testing permits*) dan uji coba langsung di zona jalan raya yang ditentukan. [17] Meskipun pengujian lapangan skala besar di China diiringi oleh kompleksitas gugatan hukum akibat insiden kecelakaan dengan fitur *autopilot*, kerangka keselamatan kedua negara pada dasarnya terus berkembang untuk mempertegas batasan tanggung jawab hukum serta keandalan sistem kendaraan otonom.

Selanjutnya, pada sistem perizinan kendaraan *autopilot*, pemerintah federal melalui lembaga keselamatan kendaraan, bertanggung jawab mengatur terkait desain kendaraan, fitur keselamatan, dan kepatuhan terhadap standar teknis yang berlaku. Sementara itu, pada izin operasional harian, seperti harus memperoleh izin uji, izin operasi, hingga kriteria asuransi telah ditentukan dalam masing-masing negara bagian. Dari sisi industri, Amerika Serikat menunjukkan bahwa produsen kendaraan *autopilot* harus membuktikan kelayakan teknis kendaraan dan kelayakan operasional di jalan umum. Pendekatan ini menunjukkan bahwa keselamatan publik dijaga melalui kombinasi antara standar federal, kontrol negara bagian, dan mekanisme pelaporan yang terus berjalan setelah kendaraan digunakan. [15]

Sebaliknya, China menerapkan model yang di mana produsen harus mematuhi persetujuan administratif, standar teknis, dan pembatasan operasional yang ditetapkan oleh otoritas pusat sehingga lebih mudah menghentikan, membatasi, atau menunda izin baru apabila terdapat risiko keselamatan yang dianggap serius. Dengan demikian, produsen kendaraan *autopilot* di China harus tunduk pada sistem pengawasan yang lebih ketat, termasuk persetujuan teknologi, pengendalian penggunaan fitur otonom, dan kontrol pemerintah terhadap klaim pemasaran yang berkaitan dengan kemampuan kendaraan. Hal ini memperlihatkan bahwa China menempatkan keselamatan publik sebagai dasar utama dalam pemberian izin industri kendaraan otonom. [15]

Pemerintah China menerapkan pengawasan ketat terhadap keselamatan serta tata kelola data pasca-insiden kendaraan dengan sistem *autopilot*. Regulator China membatasi penggunaan pemasaran seperti “*autonomous driving*” atau “*self-driving*”, menghentikan uji coba beta publik tanpa izin resmi, serta mewajibkan pemantauan kesadaran pengemudi dan pembatasan fungsi kendaraan secara ketat. Selain itu, produsen wajib menyerahkan data teknis mendetail dan melaporkan kecelakaan dalam kurun waktu 24-48 jam sesuai tingkat keparahannya. Perusahaan juga harus menyampaikan laporan periodik terkait kegagalan sistem maupun potensi insiden di luar batas operasional. [22]

Sebaliknya, Amerika Serikat mengadopsi pendekatan berbasis data yang berfokus pada penegakan keselamatan berbasis kasus daripada pembatasan secara menyeluruh. NHTSA mewajibkan produsen melaporkan insiden yang melibatkan *Automated Driving System (ADS)* atau *Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)* L2, khususnya jika terjadi cedera serius, korban jiwa, atau sistem aktif dalam durasi 30 detik sebelum benturan. Data tersebut menjadi dasar penyelidikan serta tindakan korektif lanjutan. Meskipun kewajiban pelaporan bulanan untuk kategori kecelakaan berat tertentu telah mengalami kelonggaran, produsen tetap memikul tanggung jawab penuh atas pelaporan, penarikan produk (*recall*), dan perbaikan jika terindikasi risiko keamanan. [17]

Level keamanan dan perlindungan kendaraan *autopilot* di China dan Amerika Serikat pada dasarnya mengacu pada standar SAE Level 0-5, namun kerangka normatif dan penekanan regulasinya berbeda. Di Amerika Serikat, standar SAE J3016 diadopsi secara luas dan keamanan sistem otonom dinilai melalui pendekatan berlapis yang mencakup keselamatan fungsional, *safety of the intended functionality*, serta persyaratan *safety case*, seperti UL 4600 dan ISO 5083 yang menuntut pembuktian bahwa risiko dapat diterima sebelum kendaraan otonom tingkat tinggi dioperasikan. Di China, regulasi juga menggunakan klasifikasi level SAE, tetapi pemerintah lebih menekankan pada kepastian level otonomi dalam iklan, larangan penggunaan istilah “*autonomous driving*” tanpa penjelasan level, kewajiban sistem pemantauan pengemudi yang tidak dapat dinonaktifkan, serta mekanisme respons wajib apabila tangan pengemudi tidak terdeteksi selama 60 detik. Dengan demikian, tinggi rendahnya perlindungan tidak semata ditentukan oleh level otomatisasi, melainkan oleh sejauh mana regulasi mewajibkan pengawasan manusia, pembatasan operasional, dan standar validasi sistem. [23]

Mengenai pertanggungjawaban hukum apabila terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan *autopilot*, baik di China maupun Amerika Serikat mengenal mekanisme penutupan perusahaan sebagai konsekuensi otomatisasi. Di China, tanggung jawab hukum dibagi berdasarkan level otonomi, yaitu pada L2, pengemudi

sepenuhnya bertanggung jawab; pada L3, tanggung jawab dapat dibagi antara pengemudi, asuransi, dan produsen; sedangkan pada L5 (tanpa pengemudi), beban tanggung jawab secara prinsip berada pada pemilik/manajer kendaraan, dengan hak untuk menuntut produsen apabila terdapat cacat produk. Di Amerika Serikat, praktik serupa terlihat, pada pengemudi tetap dapat dimintai tanggung jawab apabila sistem belum *full automation* dan terdapat kewajiban pengawasan, sementara produsen dapat dikenai tanggung jawab perdata dan bahkan pidana apabila terbukti terdapat cacat desain, kegagalan pengujian keselamatan, atau kelalaian sistemik, sebagaimana tercermin dalam yurisprudensi terkait kecelakaan yang melibatkan sistem *autopilot*. Penutupan perusahaan hanya mungkin terjadi dalam insiden besar berupa pelanggaran regulasi yang berat dan berulang, bukan sebagai akibat langsung dari satu peristiwa kecelakaan.[24]

Terkait batasan usia dalam mengendarai kendaraan *autopilot*, tidak terdapat ketentuan khusus yang menetapkan “usia minimum penggunaan *autopilot*” di China maupun Amerika Serikat, yang berlaku adalah ketentuan usia perizinan mengemudi dan kewajiban pengawasan sistem sesuai level otomatisasinya. Pada level yang masih mensyaratkan pengemudi (L2-L3), usia mengikuti ketentuan surat izin mengemudi dan hukum lalu lintas setempat, karena pengemudi tetap merupakan subjek hukum utama yang wajib mengawasi sistem dan siap mengambil alih kendali. Pada L4-L5, khususnya dalam skenario operasi tanpa pengemudi di dalam kendaraan, isu usia pengemudi menjadi kurang relevan karena fokus regulasi beralih pada perizinan operasional kendaraan, tanggung jawab pemilik/manajer kendaraan, dan kepatuhan terhadap domain operasional yang ditetapkan.

Kendaraan *autopilot* yang dapat dijual bebas di China dan Amerika Serikat saat ini terutama adalah kendaraan dengan otomatisasi terbatas (L2). Di China, regulasi menunjukkan bahwa L2 telah banyak dipasarkan kepada konsumen akhir, sedangkan L3 ke atas masih dalam tahap uji coba, demonstrasi, atau aplikasi percontohan, dengan adanya penguatan standar baru yang memisahkan L3 dan L4 serta mensyaratkan verifikasi data dan uji kepatuhan sebelum dipasarkan. Di Amerika Serikat, kendaraan dengan sistem fitur ADAS dan L2 telah umum dijual, sementara sistem yang mendekati L4 biasanya dioperasikan dalam layanan robotaxi terbatas dengan izin khusus, bukan dijual bebas sebagai kendaraan pribadi yang dapat digunakan tanpa pembatasan. Dengan demikian, status “dijual bebas” saat ini lebih merujuk pada sistem yang masih mensyaratkan pengemudi aktif, bukan sistem otomatisasi penuh.[20]

Kendaraan *autopilot* L5 secara definisi mampu melaksanakan seluruh tugas mengemudi dalam semua kondisi tanpa intervensi manusia, sehingga secara teoritis dapat dipasarkan apabila regulasi mengizinkan dan keselamatan terbukti. Namun, baik di China maupun Amerika Serikat, L5 belum dianggap siap untuk dijual bebas secara luas. Kedua negara masih menekankan kebutuhan *safety case*, validasi mendalam, dan pembuktian bahwa risiko dapat diterima sebelum kendaraan otomatisasi tingkat tinggi dilepas ke pasar. Di China, rencana penerapan standar baru yang melarang penjualan model yang tidak dapat membuktikan kesesuaian dengan persyaratan L3/L4 menunjukkan sikap kehati-hatian terhadap klaim otomatisasi tingkat tinggi. Oleh karena itu, L5 secara prinsip “diperbolehkan” hanya apabila memenuhi seluruh persyaratan regulasi dan keselamatan, tetapi dalam praktik saat ini L5 belum merupakan produk massal yang benar-benar bebas dijual sebagaimana kendaraan konvensional.[25]

Di Amerika Serikat, batasan penggunaan kendaraan otomatisasi mengikuti pedoman standar SAE J3016 yang menetapkan enam level otomatisasi (L0-5), tetapi penerapan operasionalnya masih pada L0-L2, sedangkan L3-L5 hanya diizinkan dalam aspek uji coba, area terbatas, atau dengan persyaratan ketat. L0 dan L1 tidak memberikan hak bagi pengemudi untuk melepaskan kendali. Dalam hal ini, sistem *autopilot* hanya bersifat bantuan, sehingga pengemudi tetap memegang tanggung jawab penuh atas pengendalian kendaraan. L2 (*partial automation*) memungkinkan sistem mengendalikan kemudi dan akses sistem secara bersamaan, namun pengemudi diwajibkan untuk terus siap dalam mengambil alih kendali seketika, sehingga penggunaan fitur ini tidak boleh disalahartikan sebagai kendaraan otomatisasi penuh. Pada L3 (*conditional automation*) hanya boleh diaktifkan dalam kondisi operasional tertentu, misalnya di jalan raya dengan batas kecepatan dan kondisi cuaca tertentu, dan pengemudi wajib siap melakukan *takeover* dalam waktu singkat ketika sistem meminta intervensi. Oleh karena itu, L3 tidak menghapus kewajiban hukum pengemudi untuk tetap waspada. Pada L4 (*high automation*) dapat beroperasi tanpa intervensi manusia, tetapi hanya dalam *Operational Design Domain* (ODD) yang telah ditentukan, seperti zona robotaxi di Phoenix, Arizona, atau area uji terbatas lainnya, sehingga di luar dari area ODD tersebut, sistem tidak boleh diaktifkan. L5 (*full automation*) secara definisi tidak memerlukan pengemudi, tetapi hingga saat ini belum ada regulasi federal

yang mengizinkan pengoperasian penuh pada kendaraan dengan tingkat otomatisasi L5 di jalan raya umum Amerika Serikat, sehingga penggunaannya masih bersifat eksperimental dan terbatas pada program uji coba.[15]

Di China, batasan penggunaan kendaraan *autopilot* L0-L5 diatur melalui standar nasional *Taxonomy of Driving Automation for Vehicles* di GB/T 40429-2021 yang mengklasifikasikan otomatisasi mengemudi menjadi enam level (L0-L5), serta diperkuat oleh regulasi wajib yang mulai berlaku 1 Juli 2027 untuk L3 dan L4. L0 hanya menyediakan peringatan dini dan pengereman darurat, sehingga pengemudi tetap sepenuhnya bertanggung jawab atas pengendalian kendaraan otonom. L1 dan L2 dikategorikan sebagai bantuan pengemudi (*driver assistance*), di mana sistem *autopilot* dapat membantu fungsi tertentu atau mengendalikan kemudi dan akses pada sistem secara bersamaan, tetapi pengemudi wajib terus mengawasi jalan dan tidak diperbolehkan untuk melepaskan kendali sepenuhnya. Pada L3, diizinkan hanya dalam kondisi operasional tertentu, dan pengemudi harus siap melakukan *takeover* dalam waktu singkat. Regulasi terbaru China mewajibkan sistem memonitor kesiapan pengemudi melalui sensor biometrik dan memastikan pengemudi tetap fokus dan tidak meninggalkan kendaraan saat sistem aktif. Pada L4, kendaraan diizinkan beroperasi tanpa intervensi manusia, tetapi hanya dalam area atau area yang telah ditentukan, dan sistem wajib memiliki kemampuan *Minimal Risk Manoeuvre* (MRM) untuk memarkirkan kendaraan secara aman jika terjadi kegagalan atau jika pengemudi tidak merespons. Pada L5, secara definisi kendaraan tersebut tidak memerlukan pengemudi, tetapi hingga saat ini belum ada izin pengoperasional penuh untuk L5 di China. Regulasi baru justru menekankan bahwa L3 dan L4 harus memiliki tingkat keselamatan minimal setara dengan pengemudi manusia yang berkompeten dan selalu waspada.[24]

Berdasarkan studi komparatif terhadap regulasi yang berlaku di China dan Amerika Serikat, terdapat beberapa poin yang bisa diadopsi ke dalam kerangka hukum Indonesia yang telah dirangkum dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekomendasi Penerapan Regulasi Kendaraan dengan Sistem *Autopilot* di Indonesia berdasarkan Studi Komparatif

Konsep yang diadopsi	Negara acuan	Bentuk penerapan di Indonesia	Tujuan
Klasifikasi tingkat otomatisasi kendaraan (SAE Tingkat 0-5)	Amerika Serikat	Diatur dalam revisi UU LLAJ atau PP khusus kendaraan otonom	Menentukan batas tanggung jawab hukum
Redefinisi pengemudi sebagai pengendali sistem	China	Memperluas definisi pengemudi dalam UU LLAJ	Memberikan kepastian hukum kendaraan otonom
<i>Strict liability</i> terhadap produsen	China	Produsen bertanggung jawab atas kegagalan sistem <i>autopilot</i>	Perlindungan konsumen dan keselamatan
<i>Pilot project</i> dan zona uji coba	China dan Amerika Serikat	IKN dijadikan Kawasan pengujian kendaraan otonom	Menguji kesiapan teknologi dan infrastruktur
Kewajiban pelaporan kegagalan sistem	Amerika Serikat (California)	Pelaporan kecelakaan dan kegagalan <i>autopilot</i>	Transparansi dan pengawasan
Sertifikasi dan standar keselamatan kendaraan otonom	Amerika Serikat dan China	Pembentukan lembaga pengujian khusus kendaraan otonom	Menjamin keamanan operasional
Pembagian tanggung jawab antar pihak	China	Pengaturan tanggung jawab produsen, operator, dan penyedia data	Menghindari kekosongan hukum
Pengawasan pemerintah terhadap pembaruan sistem	China	Pengawasan penbaruan <i>software</i> kendaraan oleh pemerintah	Menjaga keamanan sistem kendaraan

Indonesia dapat menyusun aturan kendaraan otonom yang lengkap dengan membandingkan model hukum China dan Amerika Serikat. Sebagai negara yang menganut sistem hukum *civil law*, Indonesia lebih tepat menerapkan pendekatan China, karena menempatkan pemerintah sebagai pusat pembuat aturan tertulis yang kuat. Namun, pemerintah juga perlu mengambil aspek teknis dari Amerika Serikat, terutama mengenai standar keselamatan,

pengawasan operasional, dan laporan kegagalan sistem. Penggabungan kedua model ini akan menjadi dasar yang kuat untuk membuat aturan sistem *autopilot* yang sesuai dengan kondisi transportasi nasional.

Klasifikasi tingkat otomatisasi kendaraan dapat dilakukan apabila Indonesia mengadopsi standar SAE dari tingkat 0-5. Penting dilakukan karena kategorisasi seperti ini akan berfungsi sebagai tolak ukur teknis dalam sistem *autopilot*. Tidak hanya itu saja, pembagian tanggung jawab hukum juga dapat dipetakan antara operator, produsen, maupun pengemudi. Dengan acuan yuridis yang jelas, maka secara spesifik regulasi nasional dapat membedakan antara mana kendaraan otonom dan mana kendaraan semi-otonom, sehingga kelalaian hukum tidak secara otomatis dibebankan kepada pengemudi manusia. UU LLAJ mengingatkan jika reformasi regulasi ini dianggap mendesak untuk dilakukan karena keterbatasan pengaturan kendaraan konvensional berbasis kendali manual.

Sejalan dengan pembagian tingkat otomatisasi tersebut, Indonesia juga perlu memperbarui definisi “pengemudi” seperti yang dilakukan di China. Arti pengemudi tidak lagi terbatas pada manusia yang memegang kendali pada kendaraan, melainkan pada pihak yang memegang kendali dinamis atas sistem kendaraan. Redefinisi tersebut krusial untuk menjamin kepastian hukum saat kendaraan beroperasi dalam mode *autopilot* tanpa intervensi manusia dalam mengemudi kendaraan. Apabila terjadi kecelakaan akibat kegagalan sistem pada kendaraan otomatisasi tinggi, maka tanggung jawab yuridis dapat dialihkan secara langsung kepada pihak produsen, operator platform, atau pengembang teknologi. Melalui mekanisme ini, beban kelalaian hukum tidak lagi serta-merta ditimpakan kepada pengguna kendaraan.

Regulasi di Indonesia perlu mengambil langkah penting seperti dengan menerapkan asas tanggung jawab mutlak (*strict liability*) terhadap operator kendaraan maupun produsen, seperti yang berlaku di China. Doktrin hukum seperti ini digunakan untuk memberikan hak kepada korban atas kesalahan pembaruan sistem, kegagalan sistem *autopilot*, dan cacat perangkat lunak untuk menuntut ganti rugi secara langsung. Sehingga, korban tidak perlu melakukan pembuktian terhadap adanya unsur kelalaian dari pihak produsen dalam proses peradilan. Jadi, sebelum memasarkan kendaraan otonom di dalam negeri, pemberlakuan asas ini juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan standar keselamatan teknologi.

Guna mengimbangi penerapan tanggung jawab mutlak tersebut, pemerintah perlu menguji kendaraan otonom secara bertahap melalui proyek percobaan (*pilot project*) di zona uji coba khusus. Konsep yang diadopsi dari China dan Amerika Serikat ini sangat relevan jika diterapkan di Ibu Kota Nusantara (IKN) sebagai pusat pengembangan sistem transportasi cerdas (*Intelligent Transportation System/ITS*). Melalui kawasan uji coba terbatas ini, pemerintah bisa mengukur standar keselamatan, kesiapan jalan, dan keunggulan sistem *autopilot* secara langsung. Langkah ini penting untuk mengevaluasi seluruh potensi risiko teknologi sebelum kendaraan otonom beroperasi di jalan raya umum.[8]

Selain menguji kendaraan di kawasan khusus seperti IKN, pemerintah juga perlu menerapkan sistem pelaporan kegagalan teknologi seperti yang berlaku di California. Regulasi ini wajib memerintahkan produsen atau operator untuk melaporkan setiap kegagalan sistem, pengambilalihan kemudi secara manual, hingga peristiwa kecelakaan sekecil apa pun. Aturan pelaporan ini sangat penting agar operasional teknologi ini tetap transparan, mudah diawasi oleh pemerintah, dan selalu dievaluasi keamanannya. Bersamaan dengan itu, pemerintah harus menetapkan standar keselamatan yang jelas dan membentuk lembaga khusus yang berwenang menguji serta menerbitkan sertifikasi kelayakan bagi setiap kendaraan otonom.

Seluruh langkah penataan regulasi ini, mulai dari adopsi klasifikasi kemampuan kendaraan, redefinisi subjek pengemudi, penerapan tanggung jawab mutlak, hingga pembentukan lembaga sertifikasi, merupakan hal utama yang saling mengikat. Integrasi menyeluruh dari berbagai aturan hukum tersebut pada akhirnya menjadi kunci krusial untuk melahirkan ekosistem transportasi otonom yang berkepastian hukum sekaligus menjamin keselamatan jiwa seluruh pengguna jalan di Indonesia.

C. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa di Indonesia saat ini, UU No. 22/2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan masih belum dapat memberikan kepastian hukum terhadap pengoperasian kendaraan *autopilot*. Hal ini terjadi karena UU LLAJ sendiri masih berdasarkan pada pengawasan kendaraan konvensional. Akibatnya, kekosongan regulasi pun terjadi yang mencakup mekanisme pengawasan teknologi, standardisasi keselamatan sistem, atribusi tanggung jawab hukum saat terjadi kecelakaan, maupun status hukum kendaraan dengan sistem *autopilot*. Sebagai komparasi, China dan Amerika Serikat telah mengimplementasikan regulasi melalui pendekatan yang kontras dan lebih difinitif. China menerapkan sistem pengawasan terpusat yang membebankan

doktrin *strict liability* kepada pengendali sistem kendaraan. Sebaliknya, Amerika Serikat mendesentralisasikan tata kelola kepada pemerintah tingkat negara bagian dengan memusatkan pada pengujian operasional, standardisasi keselamatan, serta pengawasan teknis sistem *autopilot*. Guna menanggapi kedua model tersebut, Indonesia harus segera memperbarui regulasi domestik melalui beberapa langkah strategis, antara lain mengadopsi klasifikasi otomatisasi standar SAE, merevisi subjek hukum pengemudi menjadi pengendali sistem serta menerapkan prinsip *strict liability* kepada produsen. Selain itu, pemerintah perlu menetapkan zona uji coba khusus dan menyelenggarakan sertifikasi keselamatan secara berkala. Serangkaian reformasi hukum ini penting untuk menciptakan kepastian hukum, menjamin perlindungan publik, membangun ekosistem transportasi otonom yang aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) dan penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada keluarga dan juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo beserta seluruh dosen Program Studi Ilmu Hukum atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama masa kesempatan magang yang telah memberikan pengalaman berharga, serta kepada LKBH Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas pembelajaran dan pengalaman di bidang bantuan hukum.

REFERENSI

- [1] M. H. A. Rafi, D. Setiawan, and B. A. Shiddiq, "MANAJEMEN RISIKO DALAM PROYEK AUTOPILOT DAN FULL SELF-DRIVING (FSD) DI TESLA," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 4490–4498, Jun. 2024. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.9944>
- [2] B. Ramadhan and M. Yamin, "Penghindaran Jalur Rintangan untuk Kendaraan Pick up Autonomous Berdasarkan Artificial Potential Field Algorithm," *Briliant J. Ris. Dan Konseptual*, vol. 6, no. 1, pp. 195–204, Feb. 2021. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i1.574>
- [3] C. Liu, V. Zyryanov, I. Topilin, A. Feofilova, and M. Shao, "Investigating the Impacts of Autonomous Vehicles on the Efficiency of Road Network and Traffic Demand: A Case Study of Qingdao, China," *Sensors*, vol. 24, no. 16, p. 5110, Aug. 2024. <https://doi.org/10.3390/s24165110>
- [4] R. R. Nusi, "Legalitas Mobil Auto Pilot Dalam Prespektif Hukum Transportasi di Indonesia," *Jurist-Diction*, vol. 4, no. 6, p. 2469, Nov. 2021. <https://doi.org/10.20473/jd.v4i6.31854>
- [5] M. E. M. Widjanarko and E. Prasetyawati, "PERLINDUNGAN HUKUM BAGI PENGEMUDI MOBIL AUTOPILOT," *IBLAM LAW Rev.*, vol. 4, no. 1, pp. 209–227, Jan. 2024. <https://doi.org/10.52249/ilr.v4i1.245>
- [6] N. H. Djohan, E. Indarti, and M. F. Malik, "LEGAL RECONSTRUCTION FOR AUTONOMOUS VEHICLE USE IN INDONESIA: CHALLENGES AND SOLUTIONS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE," *Masal.-Masal. Huk.*, vol. 54, no. 1, pp. 13–24, Mar. 2025. <https://doi.org/10.14710/mmh.54.1.2025.13-24>
- [7] A. Lovasz, "Bruno Latour, Graham Harman, and Nonmodernism," *J. Posthuman Stud.*, vol. 8, no. 1, pp. 112–132, Dec. 2024. <https://doi.org/10.5325/jpoststud.8.1.0112>
- [8] A. D. Rasdiyanti, H. Hayat, and S. Suyeno, "Indonesia Government Policy Strategy to Support Autonomous Vehicles Implementation for Public Transport," *ARISTO*, vol. 12, no. 2, pp. 452–474, Jan. 2024. <https://doi.org/10.24269/ars.v12i2.7860>
- [9] A. Nugroho, N. Azis, R. Ruminingsih, and M. Marwan, "LEGALITAS SISTEM AUTO PILOT KENDARAAN RODA EMPAT DI INDONESIA BERDASARKAN UNDANG-UNDANG NOMOR 22 TAHUN 2009 TENTANG LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN," *Pagaruyuang Law J.*, vol. 7, no. 1, pp. 196–206, Jul. 2023. <https://doi.org/10.31869/plj.v7i1.4566>
- [10] L. S. Muis, "HAK ATAS AKSESIBILITAS OBAT PATEN BAGI MASYARAKAT," *Widya Pranata Huk. J. Kaji. Dan Penelit. Huk.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–64, Feb. 2019. <https://doi.org/10.37631/widyapranata.v1i1.259>
- [11] L. S. Muis, A. Purwadi, and D. T. Subagiyo, "PERLINDUNGAN HUKUM HAK CIPTA FESYEN TERHADAP EKONOMI KREATIF DALAM MASYARAKAT EKONOMI ASEAN," *Perspektif*, vol. 22, no. 2, p. 153, May 2017. <https://doi.org/10.30742/perspektif.v22i2.618>
- [12] Y. Su and L. Wang, "Integrated Framework for Test and Evaluation of Autonomous Vehicles," *J. Shanghai Jiaotong Univ. Sci.*, vol. 26, no. 5, pp. 699–712, Oct. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12204-021-2360-y>
- [13] K. Dumančić and D. Vuletić, "LIABILITY FOR DAMAGES CAUSED BY AUTONOMOUS DRIVING VEHICLES FROM THE EU LAW PERSPECTIVE," *EU Comp. Law Issues Chall. Ser. ECLIC*, vol. 9, pp. 64–76, Sep. 2025. <https://doi.org/10.25234/eclic/38091>

- [14] M. Wan, F. Zhu, B. Amour, and H. Tang, *The Civil Code of the People's Republic of China: English Translation*. Singapore: Springer Nature, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-2794-2>
- [15] M. L. Kubica, "Autonomous Vehicles and Liability Law," *Am. J. Comp. Law*, vol. 70, no. Supplement_1, pp. i39–i69, Oct. 2022. <https://doi.org/10.1093/ajcl/avac015>
- [16] S. Solmaz, M. Rudigier, M. Mischinger, and J. Reckenzaun, "Hybrid Testing: A Vehicle-in-the-Loop Testing Method for the Development of Automated Driving Functions," *SAE Int. J. Connect. Autom. Veh.*, vol. 4, no. 1, pp. 133–148, May 2021. <https://doi.org/10.4271/12-04-01-0011>
- [17] Y. Lu, "Legal Regulation of Autonomous Vehicles in China," *Lect. Notes Educ. Psychol. Public Media*, vol. 80, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2025. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/2024.19638>
- [18] T. Akarsu *et al.*, "Steering through uncertainty: a systematic review of liability communication in autonomous vehicles," *Transp. Rev.*, vol. 46, no. 2, pp. 270–296, Mar. 2026. <https://doi.org/10.1080/01441647.2025.2571959>
- [19] M. Alawadhi, J. Almazrouie, M. Kamil, and K. A. Khalil, "Review and analysis of the importance of autonomous vehicles liability: a systematic literature review," *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 6, pp. 1227–1249, Dec. 2020. <https://doi.org/10.1007/s13198-020-00978-9>
- [20] J. F. Rosemadi, D. W. K. Khong, and G. Radhakrishna, "CIVIL LIABILITY OF AUTONOMOUS VEHICLES: A REVIEW OF LITERATURE," *IJUM Law J.*, vol. 30, no. 2, pp. 155–179, Dec. 2022. <https://doi.org/10.31436/iiumlj.v30i2.740>
- [21] J. Marson, K. Ferris, and J. Dickinson, "The Automated and Electric Vehicles Act 2018 Part 1 and Beyond: A Critical Review," *Statute Law Rev.*, vol. 41, no. 3, pp. 395–416, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1093/slr/hmz021>
- [22] W. Ji *et al.*, "Traffic accidents of autonomous vehicles based on knowledge mapping: A review," *J. Traffic Transp. Eng. Engl. Ed.*, vol. 10, no. 6, pp. 1061–1073, Dec. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.09.003>
- [23] V. R. Mudunuri, H. Almasri, and H.-H. Fan, "Developing Safety Case for Automated Driving following UL 4600 & ISO 5083," SAE International, Apr. 2026. <https://doi.org/10.4271/2026-01-0527>
- [24] D. A. Petrova, П. Д. Анатольевна, D. V. Mukhalov, and M. Д. Вячеславович, "Legal Regulation of Unmanned Vehicles: Foreign and Russian Experience," *Russ. J. Leg. Stud. Mosc.*, vol. 8, no. 3, pp. 113–118, Oct. 2021. <https://doi.org/10.17816/RJLS71264>
- [25] M. Massar, I. Reza, S. M. Rahman, S. M. H. Abdullah, A. Jamal, and F. S. Al-Ismael, "Impacts of Autonomous Vehicles on Greenhouse Gas Emissions—Positive or Negative?," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 11, p. 5567, May 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115567>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.