

ISSN 2797-8508 (Print)
ISSN 2807-8330 (Online)

VOL. 5 NO. 4, JUNE-DEC (2025)

Riwayat Artikel

History of Article

Diajukan: 24 Februari 2026

Submitted

Direvisi: 6 Maret 2026

Revised

Diterima: 8 Mei 2026

Accepted

Saran Perujukan

How to cite:

Nurseha, Sabina., Suhadi, Suhadi., (2025). Implementasi Konsep Kadaster 3D dalam Pemanfaatan Ruang Berkelanjutan Di Kota Semarang *Ikatan Penulis Mahasiswa Hukum Indonesia Law Journal*, 5(4), 808-842. <https://doi.org/10.15294/ipmhi.v5i4.41919>

© 2022 Authors. This work is licensed under a [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](#). All writings published in this journal are personal views of the authors and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions. This title has been indexed by [Google Scholar](#)

IMPLEMENTASI KONSEP KADASTER 3D DALAM PEMANFAATAN RUANG BERKELANJUTAN DI KOTA SEMARANG

The Implementation of 3D Cadastre in Spatial Utilization as an Instrument for Sustainable Spatial Planning in Semarang City

Sabina Syaharani Nurseha,   Suhadi, Suhadi 

¹ Universitas Negeri Semarang,



Email Korespondensi: sabinasyaha@students.unnes.ac.id

Abstract The increasing vertical use of urban space has generated new challenges for the legal framework governing spatial planning and land administration in Indonesia. The prevailing two-dimensional cadastral system is no longer adequate to represent the complexity of rights, restrictions, and responsibilities related to three-dimensional space, particularly in cities with complex topographical conditions such as Semarang City. This study aims to examine the adequacy of the legal regulation of 3D cadastre as a means of realizing sustainable spatial planning and to analyze the use of the 3D cadastre concept in supporting sustainable space utilization in Semarang City. This study employs a empirical-legal method—non-

doctrinal—with a qualitative approach, grounded in Mochtar Kusumaatmadja's Theory of Law and Development and complemented by Gustav Radbruch's Legal Certainty Theory. The findings indicate that although existing regulations have acknowledged vertical space utilization, such recognition remains declarative and has not yet established a constitutive legal framework to ensure legal certainty over three-dimensional space. The 3D cadastre concept is considered relevant as a legal instrument to strengthen the integration between spatial planning and spatial use control in order to support sustainable urban development in Semarang City.

Keywords *3D Cadastre; Spatial Utilization; Semarang City; SDGs*

Abstrak Perkembangan pemanfaatan ruang perkotaan yang semakin vertikal menimbulkan tantangan baru bagi sistem hukum penataan ruang dan pertanahan di Indonesia. Sistem kadaster yang masih berparadigma dua dimensi dinilai belum mampu merepresentasikan kompleksitas hak, pembatasan, dan tanggung jawab atas ruang tiga dimensi, khususnya di kota dengan kondisi topografi yang kompleks seperti Kota Semarang. Penelitian ini bertujuan menganalisis kecukupan pengaturan hukum Kadaster 3D sebagai perwujudan tata ruang berkelanjutan, mengkaji penggunaan konsep Kadaster 3D dalam mendukung pemanfaatan ruang berkelanjutan di Kota Semarang, serta menganalisis implikasi yuridis hak atas ruang atas dan bawah tanah. Penelitian ini menggunakan metode yuridis sosiologis – non doktrinal dengan pendekatan kualitatif. Landasan teoretis yang digunakan adalah Teori Hukum Pembangunan Mochtar Kusumaatmadja yang dilengkapi dengan Teori Kepastian Hukum Gustav Radbruch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan hukum yang ada, telah mengakui pemanfaatan ruang vertikal, namun belum bersifat konstitutif dalam menjamin kepastian hukum atas ruang tiga dimensi. Asas pemisahan horizontal dalam UUPA 1960 menciptakan ketegangan konseptual dengan kebutuhan pengaturan hak atas ruang secara mandiri. Konsep Kadaster 3D dipandang relevan sebagai instrumen hukum untuk memperkuat integrasi antara perencanaan tata ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang guna mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

Kata kunci Kadaster 3D; Pemanfaatan Ruang Berkelanjutan; Kota Semarang; SDGs

A. Pendahuluan

Perkembangan kota modern menunjukkan bahwa ruang tidak lagi dimanfaatkan secara horizontal semata, melainkan semakin kompleks dan bertumpuk secara vertikal, baik ke arah atas maupun ke arah bawah tanah. Kondisi ini merupakan konsekuensi logis dari pertumbuhan penduduk, keterbatasan lahan, dan meningkatnya kebutuhan pembangunan perkotaan. Kota Semarang sebagai ibu

kota Provinsi Jawa Tengah mengalami tekanan pemanfaatan ruang yang semakin kompleks akibat laju urbanisasi yang tinggi dan keterbatasan lahan di wilayah permukaan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Semarang, jumlah penduduk pada tahun 2024 telah mencapai lebih dari 1,7 juta jiwa dengan laju pertumbuhan yang terus meningkat¹.

Kota Semarang sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia dengan karakter topografi berbukit dan rawan bencana menghadapi tantangan serius dalam mengelola pemanfaatan ruang secara adil, tertib, dan berkelanjutan. Pemanfaatan ruang adalah upaya untuk mewujudkan struktur ruang dan pola ruang sesuai dengan rencana tata ruang melalui penyusunan dan pelaksanaan program beserta pembiayaannya. Secara yuridis, sistem hukum Indonesia telah mengakui konsep ruang secara luas, mencakup ruang darat, ruang laut, ruang udara, serta ruang di dalam bumi. Pengakuan ini dapat ditemukan dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, yang menegaskan bahwa ruang merupakan satu kesatuan wilayah yang harus dikelola secara berkelanjutan. Namun demikian, pengaturan tersebut pada praktiknya masih sangat dominan menggunakan pendekatan dua dimensi (2D).

Sebagai gambaran historis, sistem kadaster di Indonesia diatur pertama kali melalui Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA). Pada tahun 1960, ketika UUPA ditetapkan, kondisi perkotaan Indonesia belum mengalami tekanan penggunaan ruang secara vertikal seperti saat ini. UUPA dirancang untuk mengatur hak atas tanah dalam konteks permukaan dua dimensi, sebagaimana tercermin dalam Pasal 4 ayat (2) yang menyatakan bahwa hak-hak atas tanah memberikan wewenang untuk mempergunakan tanah yang bersangkutan, termasuk tubuh bumi dan air serta ruang yang ada di atasnya, sekedar diperlukan untuk kepentingan yang langsung berhubungan dengan penggunaan tanah tersebut.

Menurut Boedi Harsono, dalam pasal tersebut menunjukkan bahwa ruang udara dan bumi yang dipergunakan bukan hak pemegang hak atas tanah, meskipun ketika ditinjau dari sudut penggunaannya obyek hak atas tanah praktis berdimensi tiga². Sistem kadaster yang dikembangkan berdasarkan UUPA pun tidak mengatur mekanisme pendaftaran hak atas ruang secara volumetrik atau tiga dimensi. Akibatnya, ketika pembangunan vertikal mulai berkembang pesat, sistem hukum pertanahan Indonesia tidak memiliki instrumen yang memadai.

Kesenjangan antara kebutuhan pengaturan ruang secara tiga dimensi dengan instrumen hukum yang masih berbasis dua dimensi menunjukkan adanya *legal gap*.

¹ Badan Pusat Statistik Kota Semarang, "Kota Semarang Dalam Angka 2025," 2025, <https://semarangkota.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/e4acda942390244ca5c1d08b/kota-semarang-dalam-angka-2025.html>.

² Boedi Harsono, *Hukum Agraria Di Indonesia: Sejarah Pembentukan Undang-Undang Pokok Agraria, Isi, Dan Pelaksanaanya* (Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti, 2020). (p. 463-466)

Dalam perspektif Teori Hukum Pembangunan, situasi ini menandakan bahwa hukum belum sepenuhnya menjalankan fungsinya sebagai sarana pembangunan. Hukum seharusnya tidak tertinggal dari dinamika pembangunan, melainkan justru menjadi pengarah agar pembangunan ruang berjalan sesuai dengan tujuan keberlanjutan.

Padahal dalam skala pembangunan berkelanjutan, pengelolaan ruang secara tiga dimensi menjadi prasyarat penting untuk memastikan efisiensi penggunaan lahan, keseimbangan ekologis, serta keadilan akses antar pengguna ruang. Menurut penelitian oleh Rebong, dkk. (2025), konversi sistem kadaster 2D menuju kadaster 3D memungkinkan penetapan batas vertikal hak ruang berdasarkan fungsi dan intensitas pemanfaatan lahan, sehingga mencegah konflik antar lapisan penggunaan ruang dan mendukung tata ruang yang lebih adaptif³. Hal serupa ditegaskan oleh Widyastuti, Suwardhi, & Meilano (2025), bahwa otomatisasi model kadaster 3D berbasis kerangka LADM dapat memperkuat integrasi data spasial dan yuridis untuk mendukung kebijakan pemanfaatan ruang berkelanjutan di Indonesia⁴.

Kewenangan negara dalam menentukan hak-hak atas tanah bertujuan untuk mengatur penggunaan tanah agar sesuai dengan kepentingan umum dan mencegah konflik antara kepentingan privat, sehingga penting bagi pemegang hak untuk memahami batasan dan kewajiban yang melekat pada setiap jenis hak agar dapat memanfaatkannya secara optimal. Pertumbuhan urbanisasi yang cepat di Indonesia, disertai dengan meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur modern, telah mendorong pemanfaatan ruang bawah tanah dan ruang di atas tanah sebagai solusi yang semakin esensial dalam pengembangan wilayah perkotaan. Namun, dari sudut pandang hukum, terdapat sejumlah tantangan yang krusial, khususnya terkait dengan kejelasan hak atas ruang bawah permukaan tanah serta mekanisme penyelesaian konflik yang mungkin timbul dalam penggunaannya⁵. Ketidakjelasan mengenai batas hak ruang tersebut berpotensi menimbulkan konflik antara pemilik tanah permukaan dengan pihak yang memanfaatkan ruang di atas maupun di bawahnya.

Sebagai landasan akademik, penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang mengkaji pengaturan ruang tiga dimensi dan sistem kadaster dalam perspektif hukum agraria dan tata ruang.

³ Fransisko Rohanda Rebong et al., "Strategy for the Conversion of 2D to 3D Cadastral Maps by Standardizing the Height Limit of Land Rights Space Based on Land Use/Land Cover," *Land* 14, no. 4 (2025), <https://doi.org/10.3390/land14040763>.

⁴ Ratri Widyastuti et al., "Automating Three-Dimensional Cadastral Models of 3D Rights and Buildings Based on the LADM Framework," *ISPRS International Journal of Geo-Information* 14, no. 8 (2025), <https://doi.org/10.3390/ijgi14080293>.

⁵ Diyan Isnaeni, "Legal Clarification On The Use Of Basements In The Context Of Public Land Acquisition In Indonesia," *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)* 3, no. 2 (2023): 1058–65, <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i2.729>.

Penelitian Marfu'atun (2024) mengkaji pengaturan pemberian hak atas ruang bawah tanah di Kota Jakarta dengan fokus pada kepemilikan, batasan penggunaan, dan sanksi pelanggaran guna menjamin keadilan sosial dan lingkungan. Kajian tersebut terbatas pada ruang bawah tanah dan belum membahas sistem pencatatan ruang secara tiga dimensi. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini memfokuskan pada implementasi Kadaster 3D sebagai instrumen hukum pemanfaatan ruang yang mencakup ruang atas dan bawah tanah di Kota Semarang⁶.

Penelitian Daror Mujahidi (2022) menekankan rekonstruksi sistem pemberian hak atas ruang bawah tanah sebagai hak baru berbasis nilai keadilan, dengan penekanan pada subjek, objek, dan kewajiban hukum. Pendekatan yang digunakan bersifat konseptual dan komparatif terhadap keadilan hukum. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini tidak mengusulkan jenis hak baru, melainkan menganalisis kecukupan dan penguatan sistem Kadaster 3D dalam kerangka kebijakan penataan ruang berkelanjutan⁷.

Penelitian Sulkifli (2020) meninjau pemanfaatan ruang atas dan bawah tanah di Kota Makassar dengan pendekatan hukum nasional dan mengusulkan pengaturan hak baru untuk mendukung pembangunan vertikal. Fokus kajian tersebut masih berada pada perumusan norma substantif hak atas ruang. Sementara itu, penelitian ini memosisikan Kadaster 3D sebagai instrumen operasional hukum tata ruang yang menghubungkan perencanaan, perizinan, dan pengendalian pemanfaatan ruang secara berkelanjutan⁸.

Penelitian Nauval Alfiansyah Achmad (2022) mengkaji pemanfaatan ruang atas tanah dalam pembangunan tol layang dari perspektif hukum agraria, dengan penekanan pada kepentingan umum, mekanisme perizinan, dan keadilan agraria. Kajian tersebut terbatas pada ruang atas tanah dan proyek infrastruktur tertentu. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini mengkaji pemanfaatan ruang secara lebih luas melalui pendekatan Kadaster 3D yang mencakup ruang atas dan bawah tanah dalam konteks tata ruang perkotaan⁹.

Penelitian Barzegar dkk. (2021) mengusulkan kerangka analisis spasial dalam sistem administrasi lahan perkotaan berbasis 3D untuk memperjelas hak, pembatasan, dan tanggung jawab dalam pembangunan vertikal. Fokus penelitian tersebut bersifat teknis-administratif dan berbasis konteks negara maju. Berbeda

⁶ Marfu'atun, "Analisis Yuridis Terkait Pengaturan Pemberian Hak Atas Kepemilikan Ruang Bawah Tanah Di Jakarta" (Universitas Islam Sultan Agung, 2024), https://repository.unissula.ac.id/33529/1/Magister_Kenotariatan_21302200108_fullpdf.pdf.

⁷ D Mujahidi, "Rekonstruksi Sistem Pemberian Hak Atas Ruang Bawah Tanah Yang Berbasis Nilai Keadilan" (Universitas Islam Sultan Agung, 2022), <http://repository.unissula.ac.id/30974/1/10302000355.pdf>.

⁸ Sulkifli, "Tinjauan Hukum Terhadap Pemanfaatan Ruang Atas Dan Bawah Tanah Di Kota Makassar" (Universitas Bosowa, 2020), <https://repositori.unibos.ac.id/server/api/core/bitstreams/0f04606c-a50e-4c3c-b0a4-c9e286837596/content>.

⁹ N A Achmad, "Pemanfaatan Ruang Atas Tanah Dalam Pembangunan Tol Layang Kota Makassar Dari Perspektif Hukum Agraria" (Universitas Hasanuddin, 2022), <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/17205/>.

dengan penelitian tersebut, penelitian ini menempatkan Kadaster 3D dalam perspektif hukum dan kebijakan publik untuk mendukung pemanfaatan ruang berkelanjutan dalam sistem tata ruang Indonesia¹⁰.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka penelitian ini merumuskan dua pokok permasalahan utama, yakni 1) Apakah terdapat pengaturan hukum Kadaster 3D yang sudah memadai untuk diterapkan sebagai perwujudan tata ruang yang berkelanjutan di Kota Semarang? dan 2) Bagaimana konsep Kadaster 3D dapat dipakai untuk pemanfaatan ruang berkelanjutan di Kota Semarang?. Kajian ini juga bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kecukupan pengaturan hukum dan kelembagaan terkait Kadaster 3D dalam konteks kebijakan tata ruang, serta mengidentifikasi strategi penerapan konsep Kadaster 3D yang adaptif terhadap kebutuhan pembangunan berkelanjutan di perkotaan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai integrasi aspek yuridis dalam sistem pertanahan, sehingga pemanfaatan ruang di Kota Semarang dapat berjalan secara efisien, berkeadilan, dan berkelanjutan.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode yuridis empiris – non doktrinal dengan pendekatan kualitatif yang berfokus pada telaah kepustakaan untuk mengkaji kecukupan pengaturan hukum penataan ruang dan pertanahan dalam mendukung implementasi Kadaster 3D sebagai instrumen pemanfaatan ruang berkelanjutan di Kota Semarang. Penelitian yuridis-empiris dilakukan dengan menelaah bahan hukum primer, sekunder, dan tersier guna memahami asas, teori, dan norma hukum yang berlaku, serta menilai kesesuaiannya dengan kebutuhan pengelolaan ruang tiga dimensi dalam praktik¹¹. Bahan hukum primer meliputi notulensi wawancara dengan Kantor Pertanahan Kota Semarang, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang, dan Dinas Penataan Ruang Kota Semarang. Bahan hukum sekunder meliputi peraturan perundang-undangan di bidang penataan ruang dan pertanahan, termasuk Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang, serta peraturan daerah Kota Semarang yang mengatur rencana tata ruang wilayah dan pemanfaatan ruang, doktrin dan pendapat para ahli, khususnya Teori Hukum Pembangunan Mochtar Kusumaatmadja dan Teori Kepastian Hukum oleh Gustav Radburch, serta artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional bereputasi yang membahas Kadaster 3D. Adapun bahan hukum tersier berupa kamus dan referensi hukum daring digunakan untuk memperjelas

¹⁰ Maryam Barzegar et al., "A Framework for Spatial Analysis in 3D Urban Land Administration – A Case Study for Victoria, Australia," *Land Use Policy* 111, no. July 2020 (2021): 105766, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105766>.

¹¹ Soerjono Soekanto, *Pengantar Penelitian Hukum* (Jakarta: Universitas Indonesia Publishing, 2020).

terminologi hukum dan teknis. Pengumpulan bahan hukum dilakukan melalui teknik triangulasi melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi guna merumuskan rekomendasi pembaruan hukum yang relevan bagi pemanfaatan ruang berbasis 3D secara berkelanjutan.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Kecukupan Pengaturan Hukum Pemanfaatan Ruang Vertikal dan Implikasinya terhadap Keberlanjutan Kota Semarang

Perkembangan perkotaan modern di Indonesia semakin ditandai oleh perluasan vertikal dan pemanfaatan intensif ruang bawah tanah, yang menantang asumsi hukum yang telah lama berlaku bahwa hak atas tanah telah cukup diwakili melalui sistem kadastral dua dimensi. Kecukupan peraturan perundang-undangan yang ada mengenai tata ruang dan perencanaan lahan menjadi isu sentral, terutama di kota-kota yang sedang mengalami urbanisasi cepat seperti Semarang, di mana pembangunan infrastruktur, gedung pencakar langit, dan sistem transportasi massal yang direncanakan membutuhkan kepastian hukum atas pemanfaatan ruang melampaui dimensi permukaan.

Kota Semarang merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia yang mengalami tekanan pemanfaatan ruang secara signifikan. Pertumbuhan penduduk yang terus berlangsung di Kota Semarang menciptakan tekanan signifikan terhadap ketersediaan ruang fisik dan fungsi tata ruang perkotaan. Data demografis menunjukkan tren peningkatan, yaitu jumlah penduduk mencapai Kota Semarang 1,7 jiwa pada tahun 2024, menandakan kebutuhan ruang untuk hunian, sarana sosial, dan infrastruktur akan terus bertambah di masa mendatang¹².

Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, pembangunan gedung tinggi dan apartemen di berbagai wilayah kota mengalami tren kenaikan, terutama di kawasan pusat dan pinggiran strategis, sebagai respon terhadap keterbatasan lahan datar yang tersedia dan kebutuhan hunian vertikal. Distaru Kota Semarang menegaskan bahwa setiap pembangunan *high-rise building* wajib memenuhi persyaratan izin yang lebih kompleks, termasuk rekomendasi dari Kemenhub pada kasus bangunan tinggi tertentu, yang menunjukkan peningkatan aktivitas pembangunan vertikal di kota ini¹³.

Kenaikan jumlah penduduk dan intensifikasi pembangunan ini mendorong kebutuhan pencatatan ruang yang lebih presisi, pemetaan dua dimensi tidak lagi mencukupi untuk menangkap kompleksitas ruang vertikal, khususnya ketika menyangkut batasan ketinggian, hubungan antar level ruang, dan interferensi fasilitas bawah tanah. Peningkatan jumlah penduduk tersebut berbanding lurus

¹² Badan Pusat Statistik Kota Semarang, "Kota Semarang Dalam Angka 2025."

¹³ Lia Dina, "Pembangunan High Rise Building Di Kota Semarang, Ini Penjelasan Distaru," 2025, <https://matasemarang.com/pembangunan-high-rise-building-di-kota-semarang-ini-penjelasan-distaru/>.

dengan meningkatnya kebutuhan ruang untuk permukiman, kegiatan ekonomi, dan infrastruktur perkotaan.

Secara normatif, Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (UU Penataan Ruang) telah memberikan definisi ruang yang bersifat komprehensif. Pasal 1 angka 1 UU Penataan Ruang menyatakan bahwa ruang merupakan wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk ruang di dalam bumi sebagai satu kesatuan wilayah tempat manusia dan makhluk hidup lainnya melakukan kegiatan dan memelihara kelangsungan hidupnya. Formulasi ini menunjukkan bahwa secara konseptual hukum penataan ruang Indonesia telah mengakui eksistensi ruang tiga dimensi. Namun demikian, pengakuan normatif tersebut belum diikuti dengan pengaturan operasional dalam sistem administrasi pertanahan, yang hingga saat ini masih menganut paradigma dua dimensi dan berfokus pada pencatatan bidang tanah secara horizontal.

Pemanfaatan ruang dalam UU Penataan Ruang didefinisikan sebagai upaya untuk mewujudkan struktur ruang dan pola ruang sesuai dengan rencana tata ruang melalui penyusunan dan pelaksanaan program beserta pembiayaannya. Ketentuan Pasal 32 ayat (2) secara eksplisit membuka ruang bagi pemanfaatan ruang secara vertikal dan pemanfaatan ruang di dalam bumi. Penjelasan pasal tersebut menegaskan bahwa pemanfaatan ruang secara vertikal dan di dalam bumi dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan ruang dalam menampung kegiatan secara lebih intensif. Contoh pemanfaatan ruang vertikal meliputi bangunan bertingkat di atas maupun di bawah permukaan tanah, sedangkan pemanfaatan ruang di dalam bumi mencakup jaringan utilitas, jaringan kereta api, serta jaringan jalan bawah tanah. Meskipun demikian, pengaturan tersebut masih ditempatkan dalam kerangka pemanfaatan dan perizinan ruang, bukan sebagai dasar lahirnya hak atas ruang tiga dimensi yang dapat dicatat dan didaftarkan secara mandiri.

Lebih lanjut, Pasal 33 ayat (1) UU Penataan Ruang menegaskan bahwa pemanfaatan ruang dilaksanakan dengan mengembangkan penatagunaan tanah, penatagunaan air, penatagunaan udara, dan penatagunaan sumber daya alam lainnya. Ketentuan ini menunjukkan bahwa hukum penataan ruang telah menghendaki pendekatan terpadu dalam pengelolaan ruang. Akan tetapi, dalam praktiknya, penatagunaan tersebut belum ditopang oleh instrumen kadaster yang mampu merepresentasikan hubungan hak, pembatasan, dan tanggung jawab atas ruang secara tiga dimensi. Akibatnya, pemanfaatan ruang vertikal dan ruang bawah tanah masih sulit dikendalikan secara presisi dan berpotensi menimbulkan ketidakpastian hukum.

Terdapat ketegangan fundamental antara paradigma dua dimensi yang melekat pada UUPA 1960 dengan kebutuhan pengaturan hak atas ruang secara mandiri. Pasal 4 ayat (2) UUPA menganut Asas Pemisahan Horizontal (*horizontale scheiding*) yang berasal dari hukum adat Indonesia, berbeda dengan asas *cuius est solum eius est usque ad coelum et ad inferos* dalam tradisi civil law Eropa Kontinental. Asas

pemisahan horizontal memungkinkan pemisahan kepemilikan antara tanah dan bangunan atau tanaman di atasnya, namun tidak secara otomatis menciptakan hak atas ruang yang berdiri sendiri (*sui generis space right*) tanpa hubungan aksesori dengan bidang tanah di bawahnya.¹⁴

Terobosan normatif yang paling signifikan datang dari UU Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja dan turunannya, PP Nomor 18 Tahun 2021 tentang Hak Pengelolaan (HPL), Hak Atas Tanah (HAT), Satuan Rumah Susun, dan Pendaftaran Tanah (PP 18/2021). Pasal 136 PP 18/2021 untuk pertama kalinya secara eksplisit mengatur tentang hak atas ruang atas tanah dan hak atas ruang bawah tanah sebagai objek hukum yang dapat diberikan kepada subjek hukum secara terpisah dari hak atas permukaan. Selain itu, PP 18/2021 mengintegrasikan pengaturan Satuan Rumah Susun—yang selama ini menjadi satu-satunya instrumen hukum yang secara implisit mengakui pemilikan ruang secara volumetrik—ke dalam kerangka hukum yang lebih komprehensif.

Pengakuan PP 18/2021 tersebut masih menghadapi tiga hambatan struktural yang membuatnya belum bersifat konstitutif. Pertama, belum terdapat peraturan teknis pelaksana (PP turunan atau Peraturan Menteri ATR/BPN) yang mengatur tata cara pengukuran volumetrik, penerbitan sertifikat hak atas ruang, dan pemeliharaan data kadastral tiga dimensi di Kantor Pertanahan. Kedua, platform Bhumi yang menjadi sistem informasi pertanahan nasional saat ini belum dilengkapi modul kadaster tiga dimensi yang dapat mewakili posisi dan batas hak secara volumetrik. Ketiga, belum ada pedoman operasional bagi Pejabat Pembuat Akta Tanah (PPAT) untuk menyusun akta peralihan hak atas ruang yang terpisah dari hak atas tanah permukaan.

Dalam perspektif Teori Kepastian Hukum Radbruch, situasi ini mencerminkan ketidaklengkapan unsur kepastian hukum: norma memang ada (PP 18/2021 Pasal 136), tetapi tidak dapat diterapkan karena tidak ditopang mekanisme operasional. Hukum yang tidak dapat diterapkan tidak memberikan kepastian, melainkan sekadar harapan normatif¹⁵.

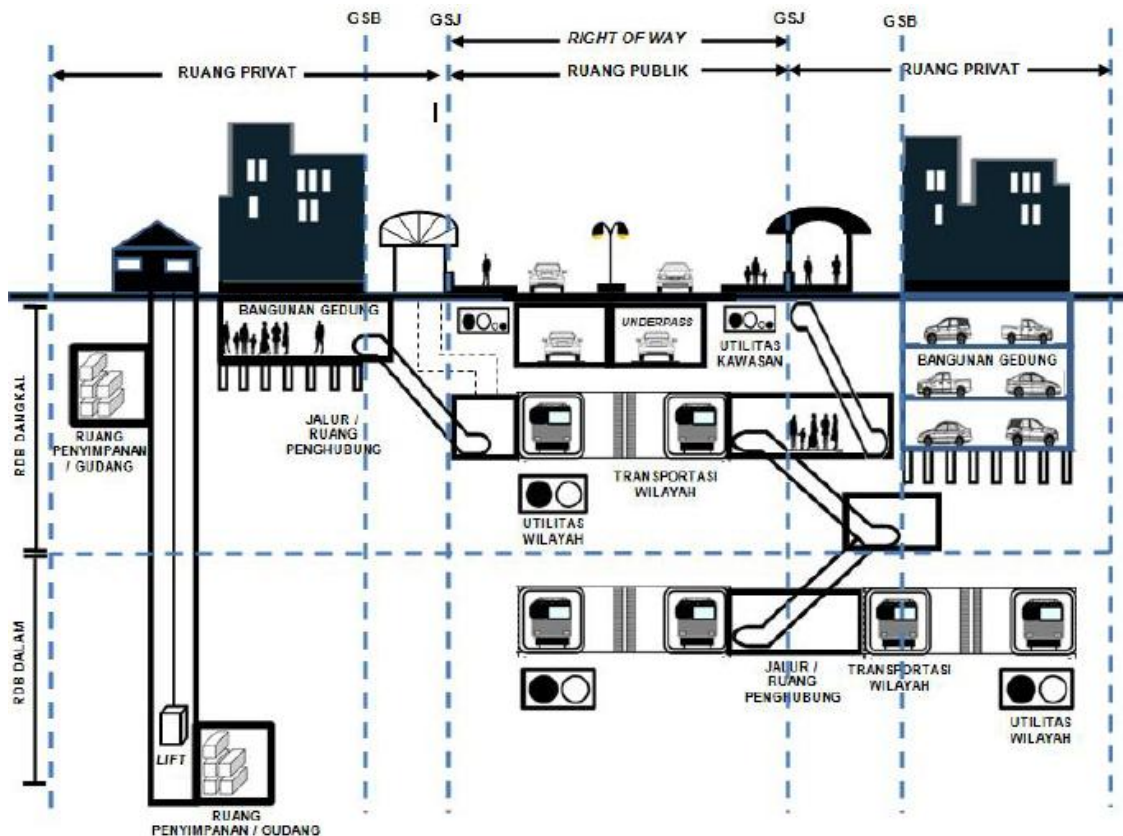
Pemanfaatan ruang bawah tanah telah memperoleh dasar pengaturan melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/PRT/M/2014 tentang Pedoman Pemanfaatan Ruang di Dalam Bumi, dalam Pasal 2 menegaskan bahwa ruang di dalam bumi merupakan bagian dari ruang yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan perkotaan sepanjang tidak mengganggu fungsi lingkungan dan keselamatan bangunan di atasnya. Peraturan tersebut selanjutnya mengatur bahwa pemanfaatan ruang bawah tanah dapat dilakukan untuk bangunan, infrastruktur,

¹⁴ Harsono, *Hukum Agraria Di Indonesia: Sejarah Pembentukan Undang-Undang Pokok Agraria, Isi, Dan Pelaksanaanya*.

¹⁵ Supra-statutory Law, Gustav Radbruch, and Stanley L Paulson, "Statutory Lawlessness and Supra-Statutory Law (1946) *" 26, no. 1 (2006): 1–11, <https://doi.org/10.1093/ojls/gqi041>.

dan utilitas perkotaan dengan memperhatikan daya dukung lingkungan, kondisi geologi, serta risiko kebencanaan.

GAMBAR 1. Pemanfaatan Ruang secara Vertikal



Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/PRT/M/2014

Namun demikian, ketentuan tersebut bersifat pedoman teknis sektoral dan belum terintegrasi secara operasional dengan sistem RTRW, RDTR, maupun administrasi pertanahan di tingkat Kota Semarang. Ketiadaan kebijakan daerah yang menurunkan pengaturan ruang bawah tanah ke dalam penetapan batas volumetrik, mekanisme perizinan, dan pendaftaran ruang menyebabkan pemanfaatan ruang bawah tanah masih terbatas dan belum memiliki kepastian hukum yang memadai,

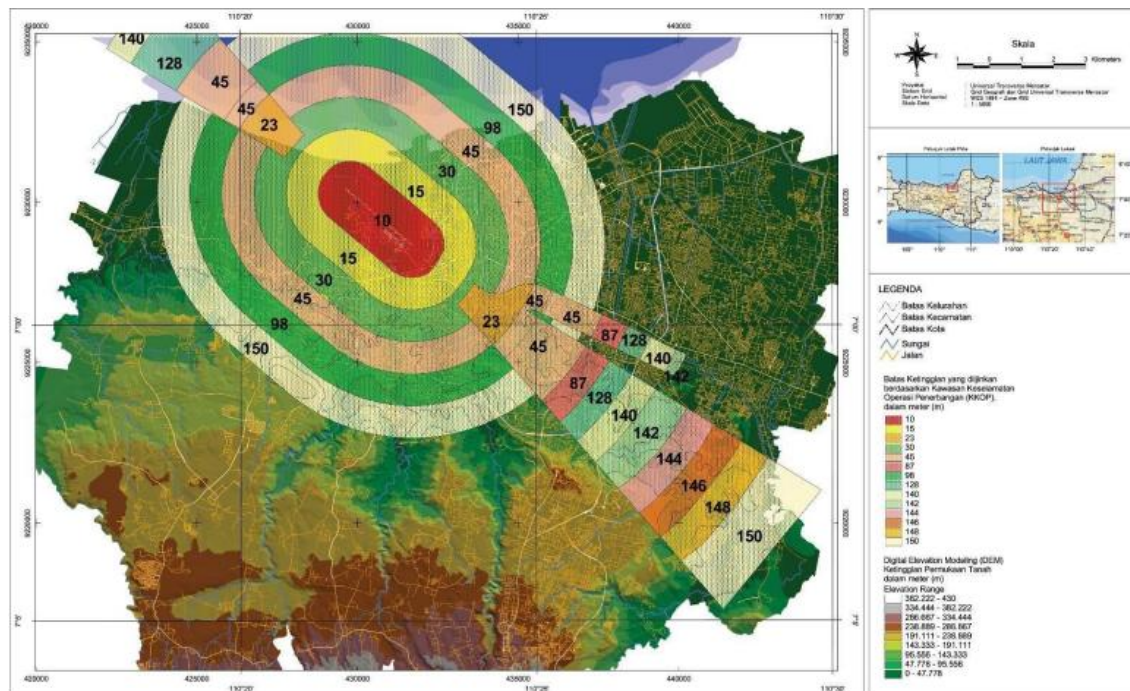
Pada tingkat daerah, Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011–2031 (Perda RTRW) secara eksplisit telah mengadopsi prinsip pembangunan berkelanjutan. Pasal 3 ayat (2) huruf h dan i memuat kebijakan pengembangan ruang kota yang kompak dan efisien serta pengelolaan dan pengembangan kawasan pantai. Kebijakan ini mencerminkan dimensi keberlanjutan yang mencakup aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Selanjutnya, Pasal 4 ayat (8) menegaskan strategi

pengembangan kawasan budi daya terbangun secara vertikal di kawasan pusat kota sebagai wujud pemanfaatan ruang yang lebih efisien.

Pengaturan tersebut dipertegas kembali dalam Pasal 81 ayat (3) Perda RTRW Kota Semarang yang menyebutkan bahwa pengembangan kawasan perumahan kepadatan tinggi dilakukan melalui pembangunan perumahan secara vertikal. Ketentuan ini menunjukkan bahwa secara kebijakan, Pemerintah Kota Semarang telah mendorong pemanfaatan ruang vertikal sebagai solusi atas keterbatasan lahan dan tekanan urbanisasi. Keterbatasan ini berdampak langsung pada pengendalian pemanfaatan ruang. Pasal 141 Perda RTRW Kota Semarang mengklasifikasikan bentuk pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang, termasuk pemanfaatan ruang di lokasi yang tidak sesuai peruntukannya maupun pemanfaatan ruang tanpa kesesuaian kegiatan pemanfaatan ruang. Dalam konteks ruang vertikal dan ruang bawah tanah, ketentuan ini sulit diterapkan secara optimal karena tidak didukung oleh sistem pencatatan ruang yang presisi. Kadaster tiga dimensi pada dasarnya dapat berfungsi sebagai instrumen pendukung untuk mendeteksi dan membuktikan ketidaksesuaian pemanfaatan ruang tersebut secara lebih akurat.

Pembatasan pemanfaatan ruang vertikal di Kota Semarang juga secara tegas dipengaruhi oleh ketentuan batas ketinggian bangunan yang bersumber dari rezim penataan ruang dan keselamatan penerbangan. Ketentuan ketinggian bangunan ditetapkan melalui pengaturan tata bangunan dan zonasi, yang dalam praktiknya dibatasi oleh Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani. Pembatasan tersebut secara umum menetapkan ketinggian maksimum bangunan hingga sekitar 150 meter, yang merujuk pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 35 Tahun 2008 mengenai KKOP di sekitar Bandara Ahmad Yani.

GAMBAR 2. KKOP Kota Semarang



Sumber: RTRW Kota Semarang RTRW Kota Semarang Tahun 2011–2031

Hal yang sama berlaku dalam konteks perizinan pemanfaatan ruang. Pasal 37 ayat (2) UU Penataan Ruang menyatakan bahwa izin pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang wilayah dapat dibatalkan oleh pemerintah dan pemerintah daerah sesuai kewenangannya. Namun, tanpa dukungan data spasial tiga dimensi, proses evaluasi kesesuaian izin, khususnya pada bangunan bertingkat dan pemanfaatan ruang bawah tanah menjadi kurang komprehensif dan rentan terhadap kesalahan penilaian. Dalam hal ini, Kadaster 3D berpotensi meningkatkan akurasi dan kredibilitas proses perizinan dengan menyediakan representasi hukum dan spasial yang lebih detail.

Secara historis, keterbatasan tersebut tidak terlepas dari desain awal sistem kadaster Indonesia yang berakar pada Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria. UUPA dirumuskan pada saat kondisi perkotaan Indonesia belum mengalami tekanan pemanfaatan ruang secara vertikal seperti saat ini. Pasal 4 ayat (2) UUPA menegaskan bahwa hak atas tanah memberikan wewenang untuk menggunakan tanah beserta tubuh bumi dan ruang di atasnya sekadar diperlukan untuk kepentingan yang langsung berhubungan dengan penggunaan tanah. Formulasi ini menunjukkan bahwa ruang atas dan bawah tanah dipahami sebagai bagian aksesori dari bidang tanah, bukan sebagai objek hukum yang berdiri sendiri.

Dalam konteks perkembangan Kota Semarang sebagai kota metropolitan, paradigma dua dimensi tersebut semakin menunjukkan keterbatasannya. Dokumen RPJMD Kota Semarang Tahun 2025–2029 menegaskan bahwa pertumbuhan penduduk, gejala *urban sprawl*, dan meningkatnya kebutuhan ruang berpotensi

menurunkan kualitas pemanfaatan ruang apabila tidak diimbangi dengan pengendalian yang efektif. Penyusunan dokumen tata ruang saja belum cukup sebagai solusi untuk mencapai kondisi ideal dalam pemanfaatan ruang, sehingga dibutuhkan instrumen implementatif yang mampu memastikan keterpaduan antara perencanaan, pengendalian, dan pemanfaatan ruang secara berkelanjutan¹⁶.

Hasil wawancara dengan pihak Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang, diperoleh gambaran bahwa pemanfaatan ruang di Kota Semarang pada dasarnya masih disusun dengan pendekatan dua dimensi (2D), meskipun kebutuhan terhadap pengelolaan ruang secara vertikal mulai muncul seiring meningkatnya pembangunan infrastruktur perkotaan. Menurut narasumber, dokumen perencanaan daerah seperti RTRW, RDTR, RPJMD, dan RPJPD masih menempatkan ruang dalam perspektif horizontal, sedangkan pemanfaatan ruang atas dan bawah tanah baru dipertimbangkan secara konseptual dalam konteks pembangunan transportasi, hunian vertikal, dan infrastruktur perkotaan lainnya. Hal tersebut terlihat dari pengaturan RDTR Kecamatan Tugu yang mulai memuat pembatasan ketinggian bangunan berdasarkan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP), namun pengaturan tersebut masih bersifat administratif dan belum menyentuh aspek pemisahan hak ruang secara vertikal. Dengan kata lain, pengaturan yang ada baru mengontrol “berapa tinggi bangunan boleh didirikan”, tetapi belum mengatur “siapa yang memiliki dan berhak memanfaatkan volume ruang tertentu” baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa arah pemanfaatan ruang di Kota Semarang sebenarnya telah bergerak menuju kompleksitas ruang tiga dimensi, tetapi perangkat hukum dan administrasi pertanahannya belum mengalami transformasi yang serupa. Dalam praktiknya, kebutuhan pembangunan transportasi massal, jaringan utilitas bawah tanah, hunian vertikal, dan infrastruktur perkotaan modern menuntut adanya sistem pengaturan ruang yang mampu membedakan penggunaan ruang berdasarkan volume dan kedalaman tertentu. Akan tetapi, hasil wawancara memperlihatkan bahwa sinkronisasi RTRW dan RDTR terhadap kebutuhan ruang bawah tanah masih dilakukan melalui pendekatan koridor fungsi ruang di permukaan, bukan melalui pengaturan ruang vertikal yang terpisah secara yuridis. Akibatnya, pembangunan ruang bawah tanah belum memiliki parameter hukum yang jelas terkait batas kedalaman, hubungan dengan hak atas tanah permukaan, maupun mekanisme penguasaan ruang secara volumetrik.

Hingga saat ini belum terdapat kebijakan daerah yang secara eksplisit mengatur pemanfaatan ruang bawah tanah sebagai objek pengaturan tersendiri. Pengaturan ruang bawah tanah masih dianggap sebagai bagian pelengkap dari infrastruktur permukaan dan tunduk pada ketentuan umum penataan ruang. Kondisi tersebut menimbulkan implikasi serius terhadap kepastian hukum, terutama ketika

¹⁶ Pemerintah Kota Semarang, “Jangka Menengah Daerah (Rpjmd) Kota Semarang Tahun 2025-2029 Pemerintah Kota Semarang,” 2025.

pembangunan kota mulai bergerak ke arah pemanfaatan ruang multilapis. Dalam perspektif masyarakat awam, persoalan ini dapat dipahami melalui ilustrasi sederhana: apabila suatu saat jalur MRT atau terowongan utilitas dibangun di bawah kawasan permukiman, belum terdapat kejelasan apakah ruang di bawah rumah warga tersebut masih menjadi bagian hak pemilik tanah, atau telah menjadi ruang yang dapat dikuasai negara untuk kepentingan umum. Ketidakjelasan batas vertikal seperti ini berpotensi memunculkan konflik antara pemilik tanah permukaan, pemerintah, dan investor infrastruktur.

Wawancara dengan Kantor Pertanahan Kota Semarang juga menunjukkan bahwa telah dilakukan melalui forum perencanaan pembangunan daerah. Namun koordinasi tersebut masih bersifat sektoral dan belum secara khusus diarahkan untuk membangun sistem administrasi ruang vertikal yang terintegrasi. Di sisi lain, pihak Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang mengakui bahwa konsep Kadaster 3D dipandang penting untuk jangka panjang karena dapat membantu menciptakan perencanaan ruang yang lebih presisi, mengurangi potensi tumpang tindih pemanfaatan ruang, serta mendukung pembangunan kota yang lebih teratur. Akan tetapi, implementasinya masih terkendala oleh belum adanya regulasi yang mewajibkan penggunaan data spasial tiga dimensi, keterbatasan integrasi data antarinstansi, serta belum tersedianya roadmap resmi mengenai pemetaan dan administrasi ruang 3D di Kota Semarang.

Secara substantif, hasil wawancara ini memperlihatkan bahwa Kota Semarang sedang berada pada fase transisi antara sistem penataan ruang konvensional menuju kebutuhan tata ruang tiga dimensi. Pemerintah daerah telah mulai menyadari pentingnya pengelolaan ruang vertikal, tetapi sistem hukum yang berlaku masih dibangun di atas paradigma kadaster dua dimensi yang berorientasi pada bidang tanah horizontal. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap implementasi Kadaster 3D bukan semata-mata persoalan teknologi pemetaan, melainkan kebutuhan untuk membangun kepastian hukum baru dalam penguasaan, penggunaan, dan pemanfaatan ruang perkotaan secara berkelanjutan.

Sebagai strategi pembangunan berkelanjutan, pemanfaatan ruang secara vertikal telah diakomodasi secara normatif baik dalam UU Penataan Ruang maupun dalam Perda RTRW Kota Semarang. Namun, pengaturan tersebut masih bersifat sektoral dan administratif. Untuk memperjelas posisi pemanfaatan ruang vertikal dalam kerangka keberlanjutan, tabel berikut menyajikan analisis normatif pemanfaatan ruang vertikal berdasarkan regulasi yang berlaku di Kota Semarang.

TABEL 1. Analisis Kecukupan Pengaturan Pemanfaatan Ruang Vertikal

Aspek Pemanfaatan Ruang Vertikal	Pengaturan Normatif	Tujuan Keberlanjutan	Keterbatasan Implementasi
Bangunan bertingkat	UU 26/2007 Pasal 32; Perda 5/2021 Pasal 4 dan Pasal 81	Efisiensi lahan, pengendalian <i>urban sprawl</i>	Belum ada Pemetaan Kadaster 3D yang terdaftar di Bhumi
Kawasan perumahan kepadatan tinggi	Perda 5/2021 Pasal 81 ayat (3)	Penyediaan hunian berkelanjutan	Hak atas satuan ruang belum terdefinisi jelas
Pembatasan ketinggian bangunan (KKOP)	Perda 5/2021; regulasi keselamatan penerbangan	Keselamatan dan perlindungan ruang udara	Bersifat administratif, bukan hak spasial
Ruang bawah tanah (utilitas dan infrastruktur)	UU 26/2007 Pasal 32; PP 18/2021; Permen PU 02/PRT/M/2014	Optimalisasi fungsi ruang	Belum ada Peraturan Daerah yang mengatur

Sumber: Analisis Penulis, 2025

Tabel tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan ruang vertikal secara normatif telah diarahkan untuk mendukung prinsip keberlanjutan. Perbedaan pendekatan antara hukum tanah Indonesia dan praktik di negara lain yang telah mengakui ruang atas dan bawah tanah sebagai objek hukum tersendiri menegaskan urgensi pengembangan pengaturan ruang tiga dimensi di Indonesia, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2

TABEL 2. Pebandingan Pengaturan Hak Atas Ruang Atas dan Bawah Tanah di Beberapa Negara

Sistem Hukum & Asas Utama	Sistem Hukum & Asas Utama	Pengaturan Hak Atas Ruang Atas/Bawah Tanah	Karakteristik Utama
Indonesia	<i>Civil law</i> ; asas pemisahan horizontal	Hak atas tanah pada permukaan bumi; penggunaan ruang atas dan bawah	Ruang udara tidak didefinisikan sebagai tanah; pemisahan subjek

		tanah merupakan kewenangan atributif dari hak atas tanah	hukum dimungkinkan
Singapura	<i>Common law; strata title</i>	Pemilik tanah memiliki hak atas ruang udara (<i>airspace right</i>); ruang udara dapat diperdagangkan sebagai <i>airspace lot</i>	Kepemilikan eksklusif atas ruang dan kepemilikan bersama atas ruang bersama
Belanda	<i>Civil law; accessie dengan pengecualian</i>	Pemilik tanah memiliki segala yang melekat di atas dan di bawah tanah, kecuali ditentukan lain melalui <i>opstalrecht</i>	<i>Opstalrecht</i> memisahkan kepemilikan bangunan dari tanah dengan kewajiban <i>ground rent</i>
Australia	<i>Common law; pengakuan strata title</i>	Hak atas permukaan dan bawah tanah dapat dimiliki hingga kedalaman tertentu; strata title memungkinkan pemisahan vertikal	Hak ruang dapat dibagi berdasarkan kedalaman
Jepang	<i>Civil law kontinental</i>	Mengenal <i>Sectional Land Use Right</i> (SLUR) untuk ruang bawah dan atas tanah	Hak pemanfaatan ruang dapat berdiri sendiri tanpa kepemilikan tanah

Sumber: Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional, 2020¹⁷

Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa negara-negara lain telah lebih dahulu mengakui ruang sebagai objek hukum yang berdimensi tiga, baik melalui kepemilikan, hak pemanfaatan, maupun hak bersama. Berbeda dengan Indonesia

¹⁷ Trie Sakti Jauhari Thonthowi, "Kajian Kebijakan Pemanfaatan Ruang Bawah Tanah Dan Ruang Atas Tanah," *Perpustakaanpublikasi*, 2021, 1–31.

yang masih menempatkan ruang sebagai turunan dari hak atas tanah, sistem-sistem tersebut memberikan dasar normatif yang lebih kuat bagi pemanfaatan ruang vertikal dan bawah tanah secara berkelanjutan.

Dalam kerangka Teori Hukum Pembangunan, Mochtar Kusumaatmadja menegaskan bahwa hukum tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk menjaga ketertiban, tetapi harus berperan lebih jauh sebagai sarana pembaharuan masyarakat atau sarana pembangunan. Gagasan ini didasarkan pada asumsi bahwa keteraturan dan ketertiban merupakan prasyarat mutlak bagi keberhasilan pembangunan, serta bahwa kaidah hukum dapat dan harus berfungsi sebagai alat untuk mengarahkan perilaku masyarakat menuju tujuan pembangunan yang dikehendaki. Dengan demikian, hukum diposisikan sebagai instrumen yang secara sadar digunakan untuk menyalurkan arah kegiatan manusia agar selaras dengan agenda pembaharuan sosial dan pembangunan nasional¹⁸.

Mochtar Kusumaatmadja mendefinisikan hukum dalam pengertian yang luas, tidak hanya sebagai kumpulan asas dan norma, tetapi juga meliputi lembaga-lembaga dan proses-proses yang menjamin berlakunya norma tersebut dalam kenyataan. Definisi ini mengandung implikasi penting bahwa keberhasilan hukum sebagai sarana pembangunan tidak cukup diukur dari keberadaan peraturan perundang-undangan semata, melainkan dari ketersediaan instrumen kelembagaan dan mekanisme operasional yang mampu mewujudkan tujuan normatif tersebut dalam praktik¹⁹. Dalam konteks pemanfaatan ruang vertikal di Kota Semarang, ketiadaan Kadaster 3D menunjukkan bahwa sistem hukum penataan ruang masih berhenti pada tataran norma dan kebijakan, tanpa dilengkapi instrumen operasional yang memadai untuk mengelola ruang tiga dimensi secara presisi.

Konsep tersebut relevan dengan perkembangan Kota Semarang yang mengalami pertumbuhan infrastruktur vertikal, pembangunan kawasan terpadu, jaringan transportasi modern, serta pemanfaatan ruang bawah tanah dan ruang udara secara simultan. Dalam kondisi demikian, sistem kadaster konvensional dua dimensi tidak lagi memadai untuk menggambarkan hubungan hukum atas ruang secara komprehensif. Oleh sebab itu, implementasi Kadaster 3D merupakan bentuk pembaharuan hukum pertanahan dan penataan ruang yang sejalan dengan gagasan hukum sebagai sarana pembangunan.

Teori Hukum Pembangunan pada dasarnya memiliki cakupan yang sangat luas karena lebih menekankan hukum sebagai instrumen pembaharuan masyarakat dan penggerak pembangunan nasional. Dalam pandangan Mochtar Kusumaatmadja, hukum tidak cukup hanya dipahami sebagai seperangkat norma yang menjaga ketertiban, melainkan harus mampu beradaptasi dengan perkembangan

¹⁸ Mochtar Kusumaatmadja, *Hukum, Masyarakat, Dan Pembinaan Hukum Nasional*, ed. Penerbit Binacipta (Bandung, 1995).

¹⁹ Mochtar Kusumaatmadja, *Pembinaan Hukum Dalam Rangka Pembangunan Nasional* (Bandung: Penerbit Binacipta, 1986).

masyarakat serta menjawab kebutuhan pembangunan yang terus berubah. Oleh sebab itu, hukum dituntut untuk hadir secara responsif melalui pembentukan regulasi, kelembagaan, maupun instrumen administratif yang relevan dengan perkembangan zaman, termasuk perkembangan teknologi dan tata ruang perkotaan modern.

Pemikiran tersebut menjadi sangat relevan apabila dikaitkan dengan dinamika pembangunan di Kota Semarang yang menunjukkan kecenderungan pemanfaatan ruang secara semakin kompleks. Pertumbuhan kawasan perkotaan, pembangunan gedung bertingkat, jaringan transportasi modern, hingga penggunaan ruang bawah tanah untuk utilitas publik memperlihatkan bahwa ruang tidak lagi dimanfaatkan secara horizontal semata. Ruang kini berkembang ke arah vertikal dengan intensitas yang semakin tinggi, sementara sistem pertanahan dan penataan ruang di Indonesia pada praktiknya masih bertumpu pada pendekatan dua dimensi. Akibatnya, terdapat kesenjangan antara perkembangan kebutuhan pembangunan dengan instrumen hukum yang tersedia untuk mengatur dan memetakan ruang tersebut.

Dalam konteks inilah implementasi Kadaster 3D dapat dipahami sebagai bentuk pembaharuan hukum pertanahan yang sejalan dengan semangat Teori Hukum Pembangunan. Kadaster 3D bukan sekadar pembaruan teknis dalam sistem pemetaan, melainkan bagian dari upaya modernisasi hukum agar mampu menyesuaikan diri dengan kebutuhan pembangunan perkotaan kontemporer. Melalui pendekatan tiga dimensi, negara tidak hanya memperoleh gambaran spasial mengenai bidang tanah di permukaan, tetapi juga dapat mengidentifikasi hubungan hukum atas ruang di atas maupun di bawah permukaan tanah secara lebih presisi. Dengan demikian, hukum tidak berhenti pada fungsi normatif semata, melainkan benar-benar hadir sebagai instrumen yang mampu mendukung pengelolaan ruang secara tertib, efektif, dan berkelanjutan.

Selain itu, penerapan Kadaster 3D juga mencerminkan gagasan *law as a tool of social engineering* yang dikembangkan oleh Roscoe Pound dan kemudian diadaptasi oleh Mochtar Kusumaatmadja dalam Teori Hukum Pembangunan²⁰. Melalui sistem kadaster tiga dimensi, hukum tidak hanya berfungsi mencatat hak atas tanah secara administratif, tetapi juga mengarahkan pola pemanfaatan ruang agar lebih terencana dan mampu mengakomodasi berbagai kepentingan secara seimbang. Dalam hal ini, hukum berperan aktif untuk menciptakan keteraturan pemanfaatan ruang di tengah meningkatnya kebutuhan pembangunan vertikal di wilayah perkotaan.

²⁰ M.H. Dr. Lilik Mulyadi, S.H., "Teori Hukum Pembangunan Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, S.H., LL.M.," *Jurnal Hukum Indonesia* 8, no. 2 (2009): 1–29, https://badilum.mahkamahagung.go.id/upload_file/img/article/doc/kajian_deskriptif_analitis_teor_i_hukum_pembangunan.pdf.

Meskipun demikian, Teori Hukum Pembangunan pada dasarnya lebih menyoroti fungsi hukum dalam kerangka pembangunan secara umum, sehingga belum sepenuhnya mampu menjelaskan persoalan teknis-yuridis mengenai kejelasan status hukum ruang vertikal, batas penguasaan ruang, maupun kepastian hak atas objek ruang tiga dimensi. Padahal, persoalan utama dalam implementasi Kadaster 3D tidak hanya terletak pada kebutuhan pembangunan, tetapi juga pada bagaimana hukum mampu memberikan kepastian terhadap subjek hak, objek hak, serta batas ruang yang dimanfaatkan secara vertikal. Oleh karena itu, untuk memperkuat analisis mengenai aspek kepastian dan perlindungan hukum dalam pemanfaatan ruang tiga dimensi, penelitian ini juga menggunakan Teori Kepastian Hukum yang dikemukakan oleh Gustav Radbruch.

Permasalahan utama pemanfaatan ruang vertikal di Kota Semarang bukan hanya terletak pada aspek pembangunan fisik, melainkan pada belum adanya instrumen hukum pertanahan yang mampu merepresentasikan objek ruang secara tiga dimensi. Sistem pendaftaran tanah di Indonesia masih didominasi pendekatan dua dimensi berbasis bidang tanah horizontal, sehingga belum mampu memberikan kepastian hukum terhadap pemanfaatan ruang atas tanah maupun ruang bawah tanah secara terintegrasi.

Akibatnya, terdapat potensi tumpang tindih penguasaan ruang, konflik kewenangan pemanfaatan, ketidakjelasan batas vertikal hak, serta kesulitan pengawasan terhadap pembangunan infrastruktur bertingkat. Dalam perspektif Gustav Radbruch, kondisi tersebut menunjukkan belum terpenuhinya unsur kepastian hukum karena hukum belum mampu memberikan kejelasan mengenai objek ruang yang dimanfaatkan secara vertikal. Implementasi Kadaster 3D dapat dipahami sebagai instrumen untuk memperkuat kepastian hukum pemanfaatan ruang. Melalui sistem pemetaan dan pendaftaran tiga dimensi, negara dapat mengidentifikasi batas horizontal maupun vertikal suatu ruang secara presisi. Kadaster 3D memungkinkan pemisahan hak atas ruang permukaan, ruang udara, dan ruang bawah tanah secara lebih terukur, sehingga memberikan kepastian mengenai siapa yang menguasai ruang tertentu, sampai pada kedalaman atau ketinggian tertentu, serta untuk tujuan pemanfaatan tertentu. Hak menguasai negara tidak lagi dipahami terbatas pada permukaan tanah, melainkan mencakup pengaturan, pengelolaan, dan pengendalian ruang secara multidimensi. Negara memiliki kewajiban untuk memastikan bahwa pemanfaatan ruang dilakukan secara berkelanjutan, tertib, dan berkeadilan.

Konsep tersebut sejalan dengan karakteristik Kota Semarang yang memiliki topografi berbukit, kepadatan kawasan perkotaan, serta kebutuhan pembangunan infrastruktur vertikal yang semakin meningkat. Pemanfaatan ruang di kota ini tidak lagi dapat dipahami secara horizontal semata, karena aktivitas pembangunan telah melibatkan ruang atas tanah dan ruang bawah tanah secara simultan. Oleh karena itu, Kadaster 3D menjadi penting sebagai instrumen hukum dan teknis untuk

mendukung pengelolaan ruang berkelanjutan. Dengan demikian, pemanfaatan ruang vertikal di Kota Semarang, meskipun PP 18/2021 telah membuka ruang pengakuan hak atas ruang tiga dimensi, ketiadaan mekanisme operasional Kadaster 3D menunjukkan bahwa sistem hukum penataan ruang masih berhenti pada tataran norma, tanpa instrumen kelembagaan yang memadai.

2. Penggunaan Konsep Kadaster 3D dalam Pemanfaatan Ruang Kota Semarang

Prinsip keberlanjutan mengharuskan hukum mengatur ruang sebagai objek yang bersifat dinamis dan berlapis, bukan sekadar sebagai bidang permukaan tanah. Perlindungan lingkungan, efisiensi prasarana, dan kepentingan antargenerasi hanya dapat diwujudkan apabila norma hukum penataan ruang dirumuskan secara operasional dan dapat diterapkan pada kondisi ruang yang nyata. Dalam perkembangan hukum tata ruang kontemporer, keberlanjutan dipahami sebagai dasar legitimasi pemanfaatan ruang perkotaan, yang menuntut kejelasan batas ruang, fungsi, dan pembatasannya secara konkret. Problematika implementasi Kadaster 3D tidak dapat hanya dipahami sebagai persoalan teknologi pemetaan, melainkan juga sebagai persoalan struktur hukum tata ruang yang masih berorientasi dua dimensi. Pengaturan yang tersedia masih didominasi pendekatan *surface zoning* dengan orientasi penggunaan permukaan lahan. Hal ini berbeda dengan praktik di beberapa negara maju seperti Singapura dan Belanda yang telah mengembangkan konsep *volumetric parcel* untuk memisahkan hak atas ruang bawah tanah, ruang permukaan, dan ruang udara secara simultan dalam satu bidang spasial²¹. Akibatnya, ketika pembangunan perkotaan mulai bergerak menuju struktur multilapis melalui apartemen vertikal, jalur utilitas bawah tanah, skybridge, hingga rencana transportasi massal bertingkat, sistem hukum tata ruang Semarang belum memiliki instrumen yang mampu memetakan dan melindungi relasi antar ruang tersebut secara presisi.

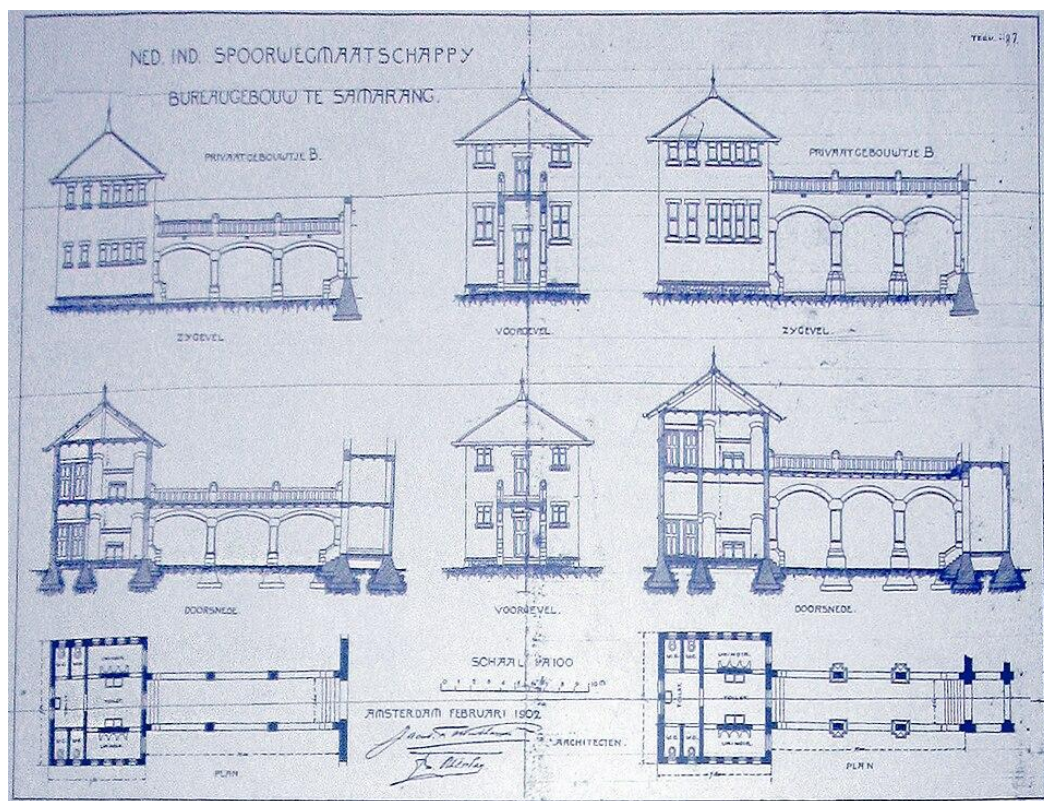
Kondisi tersebut semakin relevan apabila dianalisis menggunakan contoh konkret di Kota Semarang. Kawasan Simpang Lima, misalnya, merupakan simpul aktivitas ekonomi dengan kepadatan bangunan tinggi, jaringan utilitas bawah tanah, basement pusat perbelanjaan, saluran drainase kota, serta koridor transportasi perkotaan yang saling bertumpang tindih secara vertikal. Namun demikian, secara hukum belum terdapat penetapan mengenai siapa yang memiliki hak atas ruang bawah tanah tertentu, sampai kedalaman berapa pemanfaatan dapat dilakukan, dan bagaimana mekanisme penyelesaian konflik apabila pembangunan baru

²¹ Jantien Stoter and Jaap Zevenbergen, "Changes in the Definition of Property: A Consideration for a 3D Cadastral Registration System," *FIG Working Week 2001, Seoul, 2001*, 1–12, <http://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:tudelft.nl:uuid:8260039d-b691-4d68-9438-60ade85afe42>.

mengganggu utilitas atau hak pihak lain pada lapisan ruang berbeda. Persoalan serupa juga dapat ditemukan di kawasan perbukitan Gombel yang memiliki kontur bertingkat dan karakter topografi tidak seragam. Dalam praktik pembangunan hotel, apartemen, maupun perumahan bertingkat di kawasan tersebut, penguasaan ruang sering kali mengikuti logika fisik konstruksi semata tanpa didukung delimitasi hukum spasial yang jelas. Padahal, pada wilayah berkontur seperti Semarang atas, pemanfaatan ruang vertikal memiliki implikasi serius terhadap stabilitas tanah, aliran air, potensi longsor, hingga perlindungan kawasan resapan.

Kebutuhan tersebut menjadi semakin relevan ketika satu lokasi memiliki lebih dari satu lapisan ruang dengan fungsi dan kepentingan yang berbedam sebagaimana dapat dilihat pada contoh pemanfaatan ruang vertikal pada bangunan Lawang Sewu di Kota Semarang sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.

GAMBAR 3. *Blueprint Lawang Sewu, Semarang*



Sumber: Hassan Gibran, 2023²²

Pemanfaatan ruang pada bangunan Lawang Sewu tidak hanya terjadi di permukaan tanah, tetapi juga berlangsung secara bertingkat ke arah atas dan ke

²² Hassan Gbran and Suzanna Ratih Sari, "The Visual Impact of Modern Constructions on the Old Cities in Indonesia: The Lawang Sewu Building in Semarang," *ISVS E-Journal* 10, no. 2 (2023): 71–90.

bawah tanah. Lawang Sewu adalah bangunan bersejarah yang dikonstruksi oleh *Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij* pada masa kolonial Belanda mulai tahun 1904 dan selesai sekitar tahun 1907, yang awalnya berfungsi sebagai kantor pusat perusahaan kereta api tersebut sebelum kemudian digunakan kembali dalam berbagai fungsi sepanjang sejarahnya, termasuk markas militer dan kini sebagai museum serta objek wisata budaya. Bangunan ini terdiri dari beberapa blok dengan struktur tiga lantai lengkap dengan lorong bawah tanah yang sejak awal merupakan bagian integral dari desainnya, menunjukkan bahwa pada satu lokasi telah terdapat lebih dari satu lapisan ruang yang digunakan secara bersamaan²³. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kompleksitas ruang 3D telah hadir sejak awal keberadaannya, sehingga kebutuhan representasi hukum atas relasi ruang atas, ruang bawah tanah, dan fungsi historis bangunan menjadi relevan dalam kajian pemanfaatan ruang kontemporer.

Selain itu, kompleksitas ruang tiga dimensi pada kawasan cagar budaya seperti Lawang Sewu tidak hanya memiliki nilai historis sebagai bangunan kolonial bertingkat, tetapi juga memiliki jaringan ruang bawah tanah, utilitas internal, koridor vertikal, dan keterhubungan spasial dengan kawasan sekitarnya. Dalam sistem tata ruang yang masih berbasis peta dua dimensi, batas antara ruang yang dapat dimanfaatkan, ruang yang wajib dilindungi, dan ruang yang harus dibatasi karena kepentingan konservasi sering kali tidak tergambarkan secara rinci. Akibatnya, potensi konflik antara pelestarian cagar budaya, pembangunan utilitas bawah tanah, dan kepentingan ekonomi perkotaan menjadi sulit diidentifikasi sejak tahap perencanaan. Lawang Sewu menunjukkan bahwa problematika Kadaster 3D bukan hanya berkaitan dengan gedung modern atau apartemen vertikal, melainkan juga berkaitan dengan perlindungan ruang historis yang memiliki dimensi spasial kompleks.

Dalam perspektif hukum agraria, problem tersebut berkaitan erat dengan asas pemisahan horizontal (*horizontale scheiding*) yang dianut dalam UUPA 1960. Asas ini pada dasarnya memisahkan kepemilikan tanah dari benda atau bangunan yang berada di atasnya. Namun, perkembangan urbanisasi modern memperlihatkan bahwa pemanfaatan ruang tidak lagi sekadar hubungan antara permukaan tanah dan bangunan di atasnya, melainkan telah berkembang menjadi hubungan *multi-layered space* yang melibatkan ruang udara, ruang bawah tanah, jaringan utilitas, dan kepentingan publik secara simultan. Di sinilah terjadi ketegangan konseptual antara paradigma hukum agraria klasik dengan kebutuhan pengelolaan ruang tiga dimensi. UUPA memang melalui Pasal 4 ayat (2) memberikan kewenangan penggunaan tubuh bumi dan ruang di atas tanah, tetapi belum memberikan konstruksi mengenai pemisahan hak atas volume ruang secara independen. Bahkan ketentuan mengenai ruang atas tanah dan ruang bawah tanah dalam PP Nomor 18

²³ Gbran and Sari.

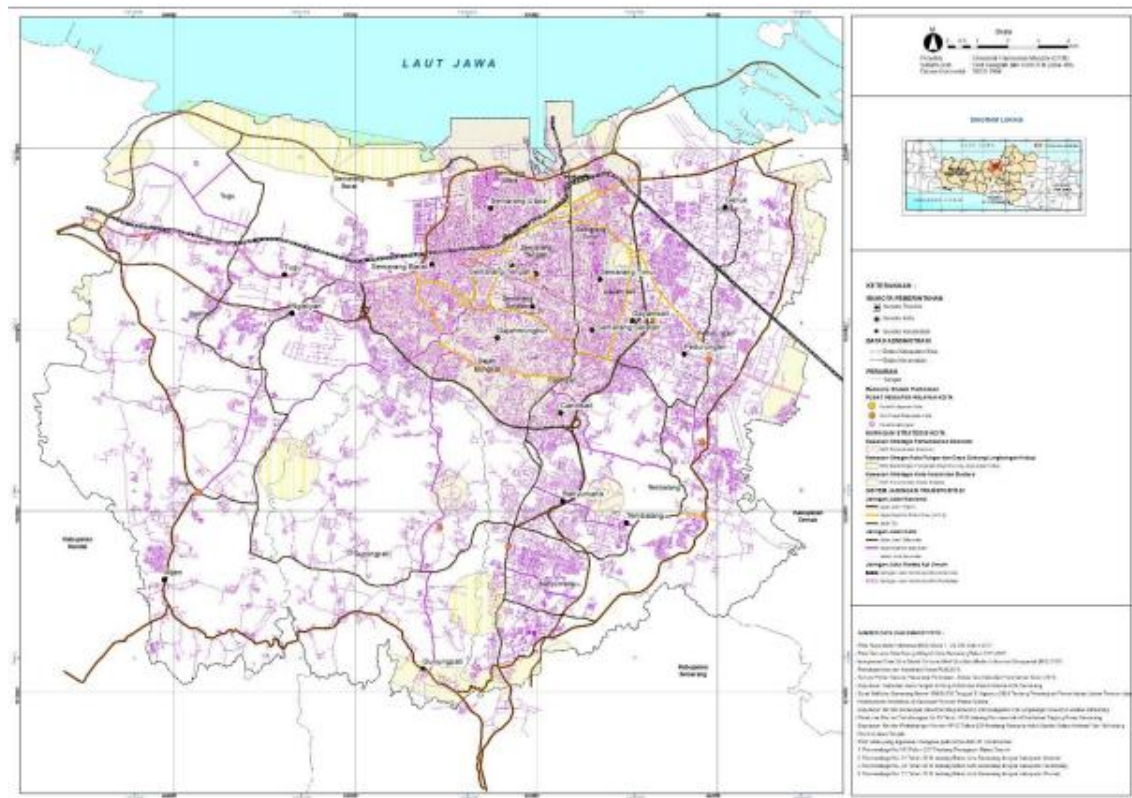
Tahun 2021 masih lebih berorientasi pada pemberian izin pemanfaatan daripada pembentukan rezim hak spasial yang berdiri sendiri. Dengan demikian, penguasaan ruang dalam sistem hukum Indonesia masih bersifat *derivative right* dari hak atas tanah permukaan, bukan independent spatial entitlement sebagaimana berkembang dalam Kadaster 3D modern.

Secara teoritis, kondisi tersebut menunjukkan bahwa hukum tata ruang Indonesia, khususnya pada level daerah seperti Kota Semarang, masih berada dalam fase transisional antara paradigma agraria konvensional dan kebutuhan urban governance kontemporer. Padahal, menurut Mochtar Kusumaatmadja, hukum seharusnya berfungsi sebagai sarana pembaruan masyarakat (*law as a tool of social engineering*) yang mampu mengarahkan perubahan sosial secara tertib dan terencana. Dalam konteks ini, hukum tata ruang tidak cukup hanya mengatur fungsi administratif zonasi permukaan, tetapi harus mampu merekayasa pola pemanfaatan ruang kota secara berkelanjutan, adaptif, dan berbasis kompleksitas spasial modern. Apabila dikaitkan dengan Kota Semarang, maka kebutuhan terhadap Kadaster 3D sesungguhnya bukan hanya kebutuhan teknis pertanahan, tetapi kebutuhan yuridis untuk menciptakan keseimbangan antara kepentingan pembangunan infrastruktur, perlindungan hak masyarakat, keberlanjutan lingkungan, dan kepastian hukum pemanfaatan ruang vertikal di masa depan.

Jika pemanfaatan ruang diposisikan secara vertikal dan optimal melalui kerangka hukum yang tepat, dampak lingkungan dapat diminimalkan melalui pengendalian penggunaan ruang yang lebih presisi, optimalisasi penggunaan lahan, serta pemeliharaan ruang hijau dan koridor ekologis yang lebih efektif. Optimalisasi penggunaan ruang bawah tanah juga menunjukkan bahwa pendekatan spasial 3D membantu merencanakan penggunaan *subsurface* secara lebih berimbang, sehingga dapat menurunkan tekanan degradasi lingkungan yang biasanya muncul akibat penggunaan satu dimensi yang terlalu padat tanpa mempertimbangkan fungsi ekologis bawah tanah seperti drainase maupun infiltrasi²⁴. Relevansi pendekatan tersebut dapat dilihat pada peta kawasan strategis Kota Semarang, yang menunjukkan konsentrasi aktivitas perkotaan pada wilayah tertentu dengan tekanan pemanfaatan ruang yang tinggi. Dalam konteks tersebut, perencanaan dan pengendalian ruang berbasis tiga dimensi menjadi penting agar intensifikasi pembangunan pada kawasan strategis tidak mengorbankan fungsi ekologis, baik di permukaan maupun di bawah tanah.

GAMBAR 4. Peta Kawasan Strategis Kota Semarang

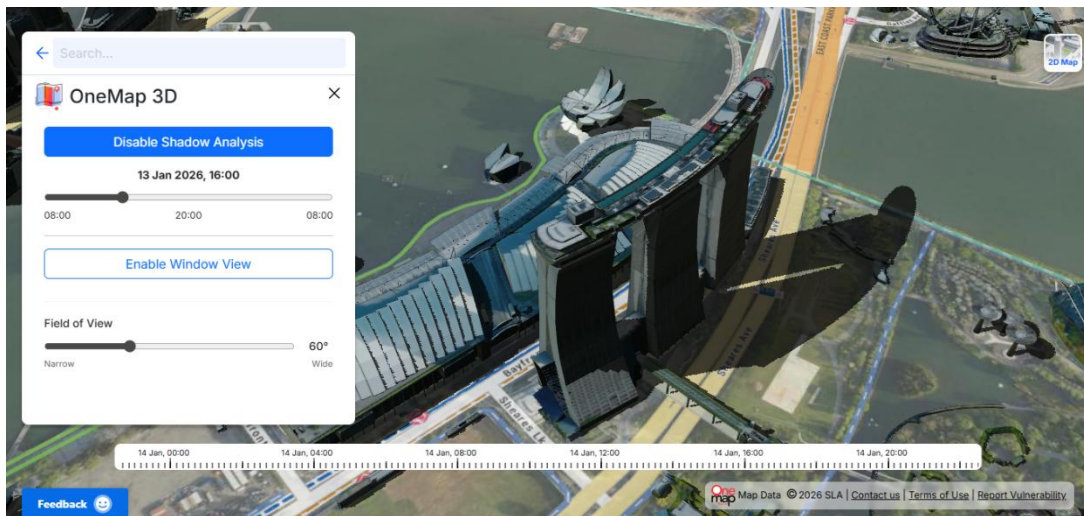
²⁴ Simon James Price et al., "3D Ground-Use Optimisation for Sustainable Urban Development Planning: A Case-Study from Earls Court, London, UK," *Tunnelling and Underground Space Technology* 81, no. June (2018): 144–64, <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.06.025>.



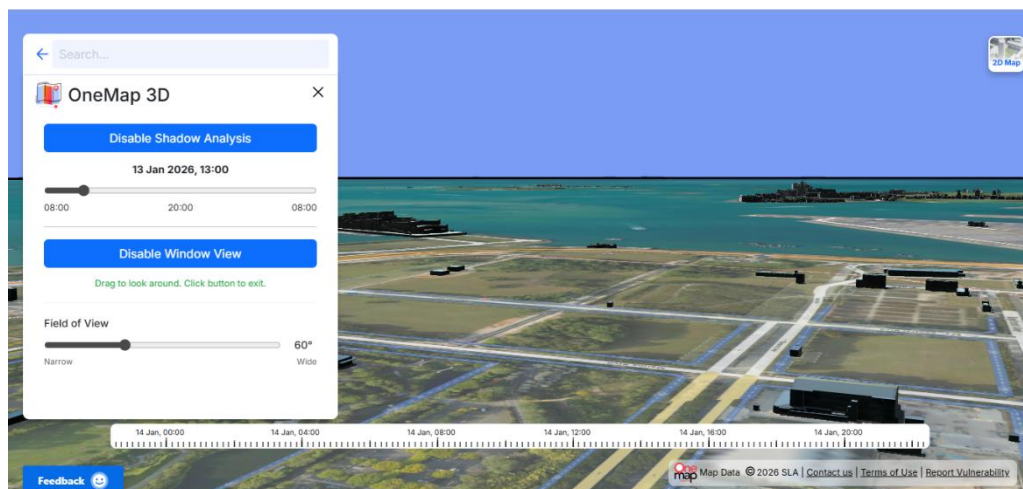
Sumber: RTRW Kota Semarang Tahun 2011–2031

Secara ekonomi, pemanfaatan ruang vertikal yang terencana dapat meningkatkan nilai ruang per unit area dengan tetap menjaga kualitas lingkungan. Konsep berbasis 3D berpotensi mendorong efisiensi ekonomi dengan memberikan dasar hukum yang jelas untuk hak ruang atas dan bawah tanah yang lebih terukur, sehingga pasar properti dan investasi infrastruktur dapat tumbuh dengan lebih sehat dan terkendali. Beberapa diskursus akademik tentang cadastre 3D menegaskan bahwa sistem ini dapat mendukung penetapan nilai properti yang lebih akurat, yang pada gilirannya berimplikasi pada basis pajak properti yang lebih adil dan stabil, serta peningkatan pendapatan pemerintah daerah untuk layanan publik berkelanjutan.

Dari perspektif sosial, tata ruang yang mempertimbangkan volume ruang tiga dimensi secara hukum menciptakan peluang distribusi ruang publik yang lebih adil, mengurangi konflik antar-pengguna ruang, dan membuka ruang partisipasi yang lebih luas dalam proses perencanaan kota. Dengan transparansi spasial 3D, data tentang kepemilikan, penggunaan, dan fungsi ruang menjadi lebih mudah diakses dan dipahami oleh publik, sehingga memperkuat legitimasi keputusan perizinan dan tata guna lahan.

GAMBAR 5. Pemetaan Kadaster 3D Singapura dengan Mode *Shadow Analysis*

Sumber: 3D Onemap Singapore

GAMBAR 6. Pemetaan Kadaster 3D Singapura dengan Mode *Window View* dari Bangunan Marina Bay

Sumber: 3D Onemap Singapore

Kadaster 3D berfungsi sebagai instrumen hukum-administratif yang memungkinkan pengakuan volume ruang secara jelas, termasuk ruang atas dan bawah tanah, sehingga konflik spasial dapat diminimalkan. Hal ini penting karena konflik penggunaan ruang yang tidak terkontrol terbukti berdampak negatif terhadap aspek lingkungan, seperti hilangnya ruang hijau dan meningkatnya risiko

banjir yang merugikan kualitas hidup masyarakat kota jika tidak diatur dengan mekanisme legal yang presisi²⁵.

Secara konseptual, Kadaster 3D berakar pada pengelolaan *Rights, Restrictions, and Responsibilities (RRRs)* yang melekat pada suatu unit ruang tiga dimensi. Kerangka ini menempatkan ruang sebagai objek hukum yang dapat memuat hak keperdataan, pembatasan hukum publik, serta kewajiban pemegang hak secara simultan. Pendekatan ini sejalan dengan definisi kadaster oleh FIG yang memandang kadaster sebagai sistem informasi pertanahan yang mencatat kepentingan hukum atas tanah dan ruang, bukan sekadar representasi fisik bidang tanah²⁶.

Pendekatan Kadaster 3D memiliki relevansi dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan mengenai kota dan permukiman yang inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan. Penelitian Kitsakis dan Dimopoulou menunjukkan bahwa pembatasan hukum publik (*Public Law Restrictions/PLRs*) yang berkaitan dengan perlindungan lingkungan, keselamatan, utilitas, dan tata ruang pada hakikatnya bersifat tiga dimensi dan berdampak signifikan terhadap keberlanjutan pemanfaatan ruang apabila tidak dicatat dan divisualisasikan secara memadai²⁷.

Land Administration Domain Model (ISO 19152) menyediakan kerangka konseptual yang menempatkan hubungan hukum antara subjek, objek, dan hak atas ruang dalam satu sistem terintegrasi. Fokus utama LADM adalah pengelolaan RRRs, yang memungkinkan pemisahan yang jelas antara hak keperdataan (seperti hak milik atau *strata title*), pembatasan hukum publik (seperti zonasi, batas ketinggian, kawasan lindung), dan tanggung jawab pemegang hak. LADM memungkinkan pendaftaran hak atas ruang yang bertumpuk secara vertikal tanpa harus memaksakan paradigma “kolom tanah tak terbagi” yang melekat pada sistem kadaster tradisional²⁸. Temuan ini menjadi krusial bagi kota-kota dengan tekanan pembangunan vertikal yang tinggi dan kondisi topografi yang kompleks.

PLRs dalam hukum penataan ruang mencerminkan pembatasan hukum publik yang melekat pada ruang dalam dimensi tiga. Ketidadaan representasi spasial yang eksplisit, sebagaimana dikritisi oleh Kitsakis dan Dimopoulou, menyebabkan pembatasan tersebut sulit dioperasionalisasikan dan rentan menimbulkan konflik

²⁵ Javad Shahidinejad, Mohsen Kalantari, and Abbas Rajabifard, “3D Cadastral Database Systems—A Systematic Literature Review,” *ISPRS International Journal of Geo-Information* 13, no. 1 (2024), <https://doi.org/10.3390/ijgi13010030>.

²⁶ Andi Ryan E K Mappatombong, Eko Budi Wahyono, and Rofiq Laksamana, “Permodelan 3D Cadastre Untuk Penyajian” 3, no. 1 (2020).

²⁷ Dimitrios Kitsakis and Efi Dimopoulou, “Assessing the Environmental Impact of 3D Public Law Restrictions,” *Land Use Policy* 98, no. January (2020): 104151, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104151>.

²⁸ Grêt Regamey Adrienne and Fagerholm Nora, “Key Factors to Enhance Efficacy of 3D Digital Environments for Transformative Landscape and Urban Planning,” *Landscape and Urban Planning* 244, no. December 2023 (2024), <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104978>.

pemanfaatan ruang²⁹. Pendekatan kadaster 3D berbasis LADM menawarkan mekanisme untuk memformulasikan PLRs sebagai objek hukum volumetrik yang dapat diawasi dan ditegakkan.

Keberlanjutan pemanfaatan ruang tidak dapat terwujud tanpa adanya integrasi antara sistem administrasi pertanahan, tata ruang wilayah (*RTRW*), dan rencana detail tata ruang (*RDTR*). Kadaster 3D sebagai basis data spasial tiga dimensi menyerukan bahwa perencanaan (*planning*), pengendalian (*control*), dan keberlanjutan (*sustainability*) bukanlah ranah yang berdiri sendiri, tetapi bagian dari satu siklus manajemen ruang terpadu. Integrasi ini membantu memastikan bahwa keputusan perizinan, evaluasi dampak lingkungan, dan perencanaan infrastruktur tidak hanya bersifat sektoral tetapi saling menaut secara fungsional.

Pemanfaatan ruang berkelanjutan mengandaikan bahwa keputusan izin tidak hanya memeriksa kepatuhan administratif, melainkan juga menilai risiko dan dampak. Karena itu, visualisasi 3D yang bersifat *multi-layer* patut dipakai sebagai instrumen kehati-hatian (*precautionary principle*) dalam pengendalian pemanfaatan ruang. Berdasarkan ketiga dimensi keberlanjutan (lingkungan, ekonomi, sosial) dan analisis normatif, mencakup struktur berikut:

TABEL 3. Model Konseptual Pemanfaatan Ruang Berkelanjutan Kota Semarang

Dimensi Keberlanjutan	Struktur Berdasar Kadaster 3D
Ruang berlapis (volume)	ruang permukaan, atas, dan bawah tanah dipandang sebagai satu kesatuan yang dapat diatur, dilindungi, dan diregister secara hukum.
Orientasi lingkungan	pengakuan peran ruang bawah tanah dan distribusi ruang hijau dalam mengatur mikroiklim serta sistem drainase alami kota.
Orientasi ekonomi	kepastian hak ruang volumetrik membantu peningkatan nilai ekonomi ruang melalui mekanisme pajak, investasi, dan perizinan yang transparan.
Dimensi sosial	pengakuan hak dan fungsi ruang secara adil yang mendukung inklusivitas masyarakat serta partisipasi publik dalam pengambilan keputusan

²⁹ Dimitrios Kitsakis and Efi Dimopoulou, "Addressing Public Law Restrictions within a 3D Cadastral Context," *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6, no. 7 (2017), <https://doi.org/10.3390/ijgi6070182>.

Sumber: Analisis Peneliti, 2025

Pengintegrasian pembatasan hukum publik (*public law restrictions/PLRs*) ke dalam representasi spasial tiga dimensi menjadi krusial, karena pembatasan tersebut secara langsung menentukan kelayakan suatu kegiatan pembangunan serta berimplikasi pada perlindungan lingkungan dan kepastian hukum pemanfaatan ruang³⁰. Keterkaitan antara norma pembatasan tersebut dengan mekanisme perencanaan dan perizinan pemanfaatan ruang secara sistematis ditunjukkan dalam Tabel 4, yang menggambarkan integrasi Kadaster 3D dengan RDTR dan proses perizinan pemanfaatan ruang sebagai satu kesatuan pengendalian hukum.

TABEL 4. Integrasi Kadaster 3D dengan RDTR dan Perizinan Pemanfaatan Ruang

Tahap	Komponen Sistem	Fungsi Normatif dan Pemanfaatan Ruang
1	RTRW Kota Semarang / RDTR Kecamatan di Kota Semarang	Norma penataan ruang ditetapkan sebagai dasar hukum pemanfaatan ruang, meliputi zonasi, intensitas pemanfaatan ruang, batas ketinggian bangunan, kawasan lindung, serta pembatasan sektoral seperti KKOP.
2	Penjabaran Norma Spasial 3D	Ketentuan RDTR diterjemahkan ke dalam batas ruang atas dan bawah tanah sehingga norma yang bersifat tekstual dikonkretkan secara spasial tiga dimensi.
3	Perizinan Ruang	Ruang tiga dimensi yang secara hukum diperbolehkan untuk dimanfaatkan dibentuk sebagai objek administrasi penataan ruang dan dasar pengujian kesesuaian pemanfaatan ruang.
4	Kadaster 3D	Ruang yang diizinkan dicatat sebagai objek hukum tiga dimensi, sehingga hubungan antara ruang permukaan, ruang atas, dan ruang bawah tanah dapat ditelusuri secara normatif.
5	Hak, Pembatasan, dan Tanggung Jawab (RRRs)	Setiap unit ruang dilekati hak atas ruang, pembatasan pemanfaatan ruang, serta tanggung jawab pemegang hak, guna

³⁰ Jacynthe Pouliot et al., *Best Practices 3D Cadastres*, FIG Publication, 2018, www.fig.net.

		menjamin pengendalian pemanfaatan ruang secara yuridis.
6	KKPR / Perizinan Pemanfaatan Ruang	Kesesuaian kegiatan pemanfaatan ruang dinilai berdasarkan kesesuaian rencana kegiatan terhadap ruang yang diizinkan secara volumetrik.
7	Pengawasan dan Pengendalian	Kadaster 3D dimanfaatkan sebagai dasar pengawasan, pembuktian pelanggaran tata ruang, dan penegakan hukum secara preventif.

Sumber: Analisis Peneliti, 2025

Bagan tersebut menegaskan bahwa Kadaster 3D berfungsi sebagai penghubung normatif antara RDTR Kota Semarang dan mekanisme Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang (KKPR), karena objek izin tidak lagi dipahami secara abstrak, melainkan ditentukan sebagai volume ruang yang dapat diuji secara administratif. Melalui kerangka tersebut, struktur hak, pembatasan, dan tanggung jawab (RRRs) digunakan untuk memastikan bahwa yang diintegrasikan bukan hanya bentuk fisik bangunan, tetapi juga status legal ruang, termasuk subjek hukum, lingkup hak, batasan pemanfaatan, dan kewajiban yang melekat. Integrasi antara objek hukum dan objek fisik ini memungkinkan norma tata ruang diterjemahkan menjadi batas ruang yang konkret, perizinan dikendalikan secara volumetrik, dan pemanfaatan ruang diarahkan sesuai prinsip pembangunan berkelanjutan. Sejalan dengan pandangan Mochtar Kusumaatmadja yang menempatkan hukum sebagai sistem yang mencakup kaidah, kelembagaan, dan proses dalam rangka pembaruan masyarakat, Kadaster 3D dapat diposisikan sebagai bagian dari kelembagaan dan proses hukum yang memungkinkan norma penataan ruang diimplementasikan secara efektif. Dalam menghadapi kompleksitas tantangan spasial Kota Semarang yang ditandai oleh topografi berbukit, pembatasan ketinggian bangunan akibat KKOP, serta kebutuhan pemanfaatan ruang bawah tanah, Kadaster 3D muncul sebagai instrumen hukum yang relevan untuk menerjemahkan prinsip perencanaan ruang berkelanjutan ke dalam praktik pengendalian pembangunan yang lebih koheren, preventif, dan berorientasi jangka panjang.

Namun demikian, efektivitas penerapan kadaster 3D dalam mendukung pemanfaatan ruang yang berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari keberadaannya dalam suatu arsitektur tata kelola yang lebih luas. Implementasi konsep ini mensyaratkan adanya reformasi regulasi, penguatan koordinasi antarlembaga, serta peningkatan kapasitas institusional di tingkat daerah. Oleh karena itu,

kadaster 3D tidak dapat dipahami semata-mata sebagai solusi teknologis yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian integral dari proses transformasi hukum yang bertujuan untuk menyelaraskan hukum pertanahan dengan realitas spasial pembangunan perkotaan yang semakin bersifat vertikal dan kompleks. Dalam konteks tersebut, penerapan kadaster 3D di Kota Semarang merepresentasikan tidak hanya suatu inovasi teknis, tetapi juga langkah strategis menuju sistem tata kelola ruang yang lebih adaptif, responsif, dan berorientasi pada keberlanjutan.

D. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengaturan hukum Kadaster 3D dalam sistem hukum pertanahan dan penataan ruang di Indonesia, khususnya pada konteks Semarang, belum menunjukkan tingkat kecukupan normatif untuk mendukung pemanfaatan ruang yang berkelanjutan. Meskipun berbagai regulasi, seperti Undang-Undang Pokok Agraria, Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dan Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 2021 telah mengakui pemanfaatan ruang atas tanah dan ruang bawah tanah, pengaturan tersebut masih bersifat administratif dan functional permission, belum membentuk legal entitlement yang memberikan kepastian hak atas ruang tiga dimensi secara mandiri. Dominasi paradigma kadaster dua dimensi dan asas pemisahan horizontal dalam UUPA 1960 menyebabkan ruang masih dipahami sebagai bidang horizontal, sehingga penguasaan ruang vertikal belum diikuti mekanisme konstitutif berupa penetapan batas volumetrik, kedalaman, ketinggian, maupun registrasi hak ruang secara terpisah. Kondisi tersebut tampak nyata dalam pengaturan daerah di Kota Semarang, termasuk Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021 dan berbagai RDTR yang masih berfokus pada zonasi permukaan dan pengendalian administratif ketinggian bangunan tanpa mengatur pemisahan hak ruang vertikal. Akibatnya, pemanfaatan ruang multilapis di kawasan perkotaan—seperti pembangunan apartemen, utilitas bawah tanah, kawasan perbukitan Gombel, hingga area strategis seperti Simpang Lima dan Lawang Sewu—berpotensi menimbulkan ketidakpastian hukum, konflik hak, serta lemahnya perlindungan terhadap prinsip tata ruang berkelanjutan.

Penelitian ini juga menemukan bahwa konsep Kadaster 3D relevan untuk digunakan sebagai instrumen integrasi antara sistem administrasi pertanahan, penataan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang secara berkelanjutan di Kota Semarang. Penerapan Kadaster 3D memungkinkan representasi ruang secara volumetrik melalui integrasi data spasial dan data yuridis, sehingga mampu memberikan kepastian hukum terhadap hak atas ruang di atas tanah, permukaan, maupun ruang bawah tanah secara simultan. Dalam perspektif Teori Hukum Pembangunan Mochtar Kusumaatmadja, pembentukan rezim hukum Kadaster 3D mencerminkan fungsi hukum sebagai sarana pembaruan masyarakat yang harus

mampu mengarahkan transformasi pembangunan perkotaan secara adaptif dan teratur. Sementara itu, dalam perspektif teori kepastian hukum Gustav Radbruch, keberadaan pengaturan hak ruang tiga dimensi menjadi penting untuk menjamin kepastian, keadilan, dan kemanfaatan hukum dalam pemanfaatan ruang perkotaan yang semakin kompleks. Oleh karena itu, reformasi hukum Kadaster 3D perlu diarahkan pada pembentukan mekanisme registrasi volumetrik, integrasi RTRW/RDTR dengan sistem spasial 3D, penegasan batas ruang vertikal dan bawah tanah, serta harmonisasi kebijakan nasional dan daerah agar hukum penataan ruang tidak lagi bersifat reaktif terhadap perkembangan kota, melainkan menjadi instrumen pembangunan berkelanjutan yang mampu mengantisipasi kompleksitas ruang perkotaan di masa depan..

E. Referensi

PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN

ISO 19152:2024 Land Administration Domain Model (LADM)

Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021 tentang RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031

Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Tahun 2025 - 2045

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/PRT/M/2014 tentang Pedoman Pemanfaatan Ruang di Dalam Bumi

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 35 Tahun 2008 mengenai KKOP Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 2021 tentang Hak Pengelolaan, Hak atas Tanah, Satuan Rumah Susun, dan Pendaftaran Tanah

Peraturan Wali Kota Semarang Nomor 2 Tahun 2024 tentang RDTR Kecamatan Tugu Tahun 2023-2043

Rancangan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Semarang Tahun 2025-2029

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA)

Semarang, Pemerintah Kota. "Jangka Menengah Daerah (Rpjmd) Kota Semarang Tahun 2025-2029 Pemerintah Kota Semarang," 2025.

BUKU

Badan Pusat Statistik Kota Semarang. "Kota Semarang Dalam Angka 2025," 2025. <https://semarangkota.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/e4acda942390244ca5c1d08b/kota-semarang-dalam-angka-2025.html>.

Kusumaatmadja, Mochtar. *Hukum, Masyarakat, Dan Pembinaan Hukum Nasional*. Edited by Penerbit Binacipta. Bandung, 1995.

- . *Pembinaan Hukum Dalam Rangka Pembangunan Nasional*. Bandung: Penerbit Binacipta, 1986.
- Harsono, Boedi. *Hukum Agraria Di Indonesia: Sejarah Pembentukan Undang-Undang Pokok Agraria, Isi, Dan Pelaksananya*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti, 2020.
- Trie Sakti Jauhari Thonthowi. "Kajian Kebijakan Pemanfaatan Ruang Bawah Tanah Dan Ruang Atas Tanah." *Perpustakaanpublikasi*, 2021, 1–31.
- Soekanto, Soerjono. *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta: Universitas Indonesia Publishing, 2020.

JURNAL

- Achmad, N A. "Pemanfaatan Ruang Atas Tanah Dalam Pembangunan Tol Layang Kota Makassar Dari Perspektif Hukum Agraria." Universitas Hasanuddin, 2022. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/17205/>.
- Adrienne, Grêt Regamey, and Fagerholm Nora. "Key Factors to Enhance Efficacy of 3D Digital Environments for Transformative Landscape and Urban Planning." *Landscape and Urban Planning* 244, no. December 2023 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104978>.
- Barzegar, Maryam, Abbas Rajabifard, Mohsen Kalantari, and Behnam Atazadeh. "A Framework for Spatial Analysis in 3D Urban Land Administration – A Case Study for Victoria, Australia." *Land Use Policy* 111, no. July 2020 (2021): 105766. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105766>.
- Bydłosz, Jarosław, Agnieszka Bieda, and Piotr Parzych. "The Implementation of Spatial Planning Objects in a 3D Cadastral Model." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 7, no. 4 (2018). <https://doi.org/10.3390/ijgi7040153>.
- Diyan Isnaeni. "Legal Clarification On The Use Of Basements In The Context Of Public Land Acquisition In Indonesia." *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)* 3, no. 2 (2023): 1058–65. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i2.729>.
- Dr. Lilik Mulyadi, S.H., M.H. "Teori Hukum Pembangunan Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, S.H., LL.M." *Jurnal Hukum Indonesia* 8, no. 2 (2009): 1–29. https://badilum.mahkamahagung.go.id/upload_file/img/article/doc/kajian_d eskriptif_analitis_teor_i_hukum_pembangunan.pdf.
- Gbran, Hassan, and Suzanna Ratih Sari. "The Visual Impact of Modern Constructions on the Old Cities in Indonesia: The Lawang Sewu Building in Semarang." *ISVS E-Journal* 10, no. 2 (2023): 71–90.
- Achmad, N A. "Pemanfaatan Ruang Atas Tanah Dalam Pembangunan Tol Layang Kota Makassar Dari Perspektif Hukum Agraria." Universitas Hasanuddin, 2022. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/17205/>.
- Adrienne, Grêt Regamey, and Fagerholm Nora. "Key Factors to Enhance Efficacy of 3D Digital Environments for Transformative Landscape and Urban Planning."

- Landscape and Urban Planning* 244, no. December 2023 (2024).
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104978>.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. "Kota Semarang Dalam Angka 2025," 2025.
<https://semarangkota.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/e4acda942390244ca5c1d08b/kota-semarang-dalam-angka-2025.html>.
- Barzegar, Maryam, Abbas Rajabifard, Mohsen Kalantari, and Behnam Atazadeh. "A Framework for Spatial Analysis in 3D Urban Land Administration – A Case Study for Victoria, Australia." *Land Use Policy* 111, no. July 2020 (2021): 105766. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105766>.
- Dina, Lia. "Pembangunan High Rise Building Di Kota Semarang, Ini Penjelasan Distaru," 2025. <https://matasemarang.com/pembangunan-high-rise-building-di-kota-semarang-ini-penjelasan-distaru/>.
- Diyan Isnaeni. "Legal Clarification On The Use Of Basements In The Context Of Public Land Acquisition In Indonesia." *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)* 3, no. 2 (2023): 1058–65. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i2.729>.
- Dr. Lilik Mulyadi, S.H., M.H. "Teori Hukum Pembangunan Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, S.H., LL.M." *Jurnal Hukum Indonesia* 8, no. 2 (2009): 1–29. https://badilum.mahkamahagung.go.id/upload_file/img/article/doc/kajian_deskriptif_analitis_teor_i_hukum_pembangunan.pdf.
- Gbran, Hassan, and Suzanna Ratih Sari. "The Visual Impact of Modern Constructions on the Old Cities in Indonesia: The Lawang Sewu Building in Semarang." *ISVS E-Journal* 10, no. 2 (2023): 71–90.
- Harsono, Boedi. *Hukum Agraria Di Indonesia: Sejarah Pembentukan Undang-Undang Pokok Agraria, Isi, Dan Pelaksanaanya*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti, 2020.
- Kitsakis, Dimitrios, and Efi Dimopoulou. "Addressing Public Law Restrictions within a 3D Cadastral Context." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6, no. 7 (2017). <https://doi.org/10.3390/ijgi6070182>.
- . "Assessing the Environmental Impact of 3D Public Law Restrictions." *Land Use Policy* 98, no. January (2020): 104151. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104151>.
- Kusumaatmadja, Mochtar. *Hukum, Masyarakat, Dan Pembinaan Hukum Nasional*. Edited by Penerbit Binacipta. Bandung, 1995.
- . *Pembinaan Hukum Dalam Rangka Pembangunan Nasional*. Bandung: Penerbit Binacipta, 1986.
- Law, Supra-statutory, Gustav Radbruch, and Stanley L Paulson. "Statutory Lawlessness and Supra-Statutory Law (1946) *" 26, no. 1 (2006): 1–11. <https://doi.org/10.1093/ojls/gqi041>.
- Mappatombong, Andi Ryan E K, Eko Budi Wahyono, and Rofiq Laksamana. "Permodelan 3D Cadastre Untuk Penyajian" 3, no. 1 (2020).

- Marfu'atun. "Analisis Yuridis Terkait Pengaturan Pemberian Hak Atas Kepemilikan Ruang Bawah Tanah Di Jakarta." Universitas Islam Sultan Agung, 2024. https://repository.unissula.ac.id/33529/1/MagisterKenotariatan_21302200108_fullpdf.pdf.
- Mujahidi, D. "Rekonstruksi Sistem Pemberian Hak Atas Ruang Bawah Tanah Yang Berbasis Nilai Keadilan." Universitas Islam Sultan Agung, 2022. <http://repository.unissula.ac.id/30974/1/10302000355.pdf>.
- Pouliot, Jacynthe, C. Ellul, Laval Hubert, and Chen Wang. *Best Practices 3D Cadastres*. FIG Publication, 2018. www.fig.net.
- Price, Simon James, Ricky Luke Terrington, Jon Busby, Stephanie Bricker, and Tom Berry. "3D Ground-Use Optimisation for Sustainable Urban Development Planning: A Case-Study from Earls Court, London, UK." *Tunnelling and Underground Space Technology* 81, no. June (2018): 144–64. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.06.025>.
- Rebong, Fransisko Rohanda, Irwan Meilano, Vera Sadarviana, Andri Hernandi, Rizqi Abdulharis, and Resy Meilani. "Strategy for the Conversion of 2D to 3D Cadastral Maps by Standardizing the Height Limit of Land Rights Space Based on Land Use/Land Cover." *Land* 14, no. 4 (2025). <https://doi.org/10.3390/land14040763>.
- Semarang, Pemerintah Kota. "Jangka Menengah Daerah (Rpjmd) Kota Semarang Tahun 2025-2029 Pemerintah Kota Semarang," 2025.
- Shahidinejad, Javad, Mohsen Kalantari, and Abbas Rajabifard. "3D Cadastral Database Systems—A Systematic Literature Review." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 13, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.3390/ijgi13010030>.
- Soekanto, Soerjono. *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta: Universitas Indonesia Publishing, 2020.
- Stoter, Jantien, and Jaap Zevenbergen. "Changes in the Definition of Property: A Consideration for a 3D Cadastral Registration System." *FIG Working Week 2001, Seoul*, 2001, 1–12. <http://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:tudelft.nl:uuid:8260039d-b691-4d68-9438-60ade85afe42>.
- Sulkifli. "Tinjauan Hukum Terhadap Pemanfaatan Ruang Atas Dan Bawah Tanah Di Kota Makassar." Universitas Bosowa, 2020. <https://repositori.unibos.ac.id/server/api/core/bitstreams/0f04606c-a50e-4c3c-b0a4-c9e286837596/content>.
- Trie Sakti Jauhari Thonthowi. "Kajian Kebijakan Pemanfaatan Ruang Bawah Tanah Dan Ruang Atas Tanah." *Perpustakaanpublikasi*, 2021, 1–31.
- Widyastuti, Ratri, Deni Suwardhi, Irwan Meilano, Andri Hernandi, and Juan Firdaus. "Automating Three-Dimensional Cadastral Models of 3D Rights and Buildings Based on the LADM Framework." *ISPRS International Journal of Geo-*

Information 14, no. 8 (2025). <https://doi.org/10.3390/ijgi14080293>.

TESIS

Mappatombong, Andi Ryan E K, Eko Budi Wahyono, and Rofiq Laksamana.

“Permodelan 3D Cadastre Untuk Penyajian” 3, no. 1 (2020).

Marfu’atun. “Analisis Yuridis Terkait Pengaturan Pemberian Hak Atas Kepemilikan Ruang Bawah Tanah Di Jakarta.” Universitas Islam Sultan Agung, 2024.

<https://repository.unissula.ac.id/33529/1/Magister>

[Kenotariatan_21302200108_fullpdf.pdf](#).

Mujahidi, D. “Rekonstruksi Sistem Pemberian Hak Atas Ruang Bawah Tanah Yang Berbasis Nilai Keadilan.” Universitas Islam Sultan Agung, 2022.

<http://repository.unissula.ac.id/30974/1/10302000355.pdf>.

Sulkifli. “Tinjauan Hukum Terhadap Pemanfaatan Ruang Atas Dan Bawah Tanah Di Kota Makassar.” Universitas Bosowa, 2020.

<https://repository.unibos.ac.id/server/api/core/bitstreams/0f04606c-a50e-4c3c-b0a4-c9e286837596/content> .

WEBSITE

Dina, Lia. “Pembangunan High Rise Building Di Kota Semarang, Ini Penjelasan Distaru,” 2025. <https://matasemarang.com/pembangunan-high-rise-building-di-kota-semarang-ini-penjelasan-distaru/>.

Singapore Land Authority. OneMap. (2026).

www.onemap.gov.sg