

Pendekatan *Quadruple Helix*: Inovasi *AI Green Light* Pada Sektor Publik DKI Jakarta

Sherly Tri Utami ¹; Herlina Muzanah Zain ^{2*}

^{1,2}Program Studi Ilmu Pemerintahan, Fakultas Ekonomi, Bisnis, dan Ilmu Sosial; Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta; Serlitrutami@gmail.com; herlina.zain@uta45jakarta.ac.id

*Correspondence : Serlitrutami@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas di Jakarta tetap menjadi tantangan meskipun berbagai kebijakan seperti ganjil-genap, pembangunan infrastruktur, dan pengembangan transportasi umum telah diterapkan. Sebagai solusi, Pemprov DKI Jakarta mengimplementasikan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam sistem pemantauan lalu lintas melalui *Network Operation Center (NOC) Intelligent Traffic Light System (ITS)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta (Google), akademisi, dan masyarakat (*Quadruple Helix*) dapat mendukung implementasi inovasi *AI Green Light* di DKI Jakarta. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif, dengan wawancara dan studi literatur sebagai teknik pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Quadruple Helix* efektif dalam menciptakan solusi inovatif, dengan setiap aktor berperan penting dalam mengoptimalkan pengaturan lalu lintas, meningkatkan efisiensi bahan bakar, mengurangi emisi karbon, dan memperbaiki kualitas udara. Kesimpulannya, kolaborasi antar aktor ini tidak hanya membantu mengurangi kemacetan, tetapi juga menciptakan sistem transportasi yang lebih ramah lingkungan, aman, dan nyaman bagi pengguna jalan di Jakarta.

Kata kunci

AI Green Light, Inovasi, Kolaborasi, Quadruple Helix.

ABSTRACT

Traffic congestion in Jakarta remains a significant challenge despite various policies, such as the odd-even system, infrastructure development, and public transportation improvements. To address this, the DKI Jakarta Provincial Government has implemented artificial intelligence (AI) technology in traffic monitoring systems through the *Network Operation Center (NOC) Intelligent Traffic Light System (ITS)*. This study aims to explore how collaboration among government, private sector (Google), academia, and society (*Quadruple Helix*) supports the implementation of the *AI Green Light* innovation in Jakarta. A qualitative descriptive approach was used, with interviews and literature reviews as data collection methods. The findings indicate that the *Quadruple Helix* model is effective in fostering innovative solutions, with each actor playing a vital role in optimizing traffic management, improving fuel efficiency, reducing carbon emissions, and enhancing air quality. In conclusion, the collaboration among these actors not only helps alleviate congestion but also creates a more environmentally friendly, safer, and more comfortable transportation system for road users in Jakarta.

Keywords

AI Green Light, Innovation, Collaboration, Quadruple Helix

Pendahuluan

Model inovasi *Quadruple Helix* telah muncul sebagai kerangka penting untuk mendorong kolaborasi antara empat pemangku kepentingan utama: pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat sipil. Model ini sangat relevan dalam mengatasi tantangan urban kompleks, seperti manajemen lalu lintas dan pengurangan kemacetan. Dengan mengintegrasikan berbagai perspektif dan keahlian, *Quadruple Helix* memfasilitasi solusi inovatif yang dapat menghasilkan manfaat nyata dalam mobilitas perkotaan.

Model *Quadruple Helix* memperluas kerangka *Triple Helix* tradisional dengan melibatkan masyarakat sipil dan media, sehingga meningkatkan dinamika kolaboratif yang diperlukan untuk inovasi yang efektif (Kunwar, 2024). Pencakupan ini memungkinkan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kebutuhan dan preferensi masyarakat, yang sangat penting untuk mengembangkan solusi yang tidak hanya dapat diterapkan secara teknis, tetapi juga dapat diterima secara sosial. Misalnya, Vallance et al., (2020) menyoroti bagaimana platform kolaboratif dapat memanfaatkan kerangka *Quadruple Helix* untuk mengatasi tantangan inovasi perkotaan, termasuk sistem transportasi publik dengan melibatkan warga sebagai peserta aktif, bukan hanya konsumen pasif, model ini mempromosikan rasa kepemilikan dan tanggung jawab, yang sangat penting untuk keberhasilan pelaksanaan inisiatif manajemen lalu lintas.

Selain itu, model *Quadruple Helix* menekankan pentingnya produksi pengetahuan bersama di antara pemangku kepentingan. Produksi pengetahuan bersama ini sangat penting untuk menciptakan solusi inovatif yang responsif terhadap kompleksitas lingkungan perkotaan. Seperti yang dicatat oleh (Carayannis et al., 2012). model ini memfasilitasi ko-evolusi antara ekonomi pengetahuan dan masyarakat, yang sangat penting dalam mengatasi masalah mendesak seperti kemacetan lalu lintas. Sifat kolaboratif dari *Quadruple Helix* mendorong berbagi data dan sumber daya, memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengembangkan pendekatan terpadu dalam manajemen lalu lintas yang dapat mengarah pada sistem transportasi yang lebih efisien.

Selain itu, fokus model ini pada keberlanjutan sejalan dengan tujuan perencanaan perkotaan kontemporer. Integrasi pertimbangan lingkungan dalam proses inovasi disoroti dalam karya Carayannis dan Campbell, yang berpendapat bahwa *Quadruple Helix* dapat secara efektif menangani dimensi sosial-ekologis dari tantangan perkotaan (Carayannis & Campbell, 2010). Perspektif ini sangat relevan dalam konteks manajemen lalu lintas, di mana praktik berkelanjutan dapat secara signifikan mengurangi kemacetan dan meningkatkan kualitas udara. Misalnya, inisiatif yang mempromosikan transportasi publik, bersepeda, dan berjalan kaki dapat dikembangkan melalui upaya kolaboratif antara lembaga pemerintah, institusi pendidikan, dan organisasi masyarakat.

Saat melakukan perjalanan di wilayah Jakarta dan sekitarnya, kemacetan lalu lintas menjadi masalah yang tidak dapat dihindari. Kemacetan lalu lintas meningkat sebagai akibat dari peningkatan populasi dan peningkatan jumlah kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan bermotor di kota metropolitan Jakarta meningkat sebesar 4,39% dari tahun 2021 hingga 2022, mencapai 26,37 juta kendaraan, termasuk kendaraan pribadi, bus, truk, dan sepeda motor (Khayu rohmi, 2023). Menurut laporan media Republika.co.id, Kepala Dinas Perhubungan (Kadishub) DKI Jakarta, Syafrin Liputo, menyampaikan bahwa indeks kemacetan DKI Jakarta naik dari peringkat 46 menjadi peringkat 29 kota terpadat di dunia berdasarkan hasil studi TomTom Internasional. Dari hasil indeks tersebut, rata-rata kemacetan di DKI Jakarta mencapai 53% (Hapsari, 2023).

Kementerian Perhubungan (Kemenhub) mengatakan bahwa kemacetan di Indonesia, terutama Jakarta, mengakibatkan kerugian sebesar puluhan triliun, (Sandi, 2023). Selain menyebabkan kerugian negara, kemacetan di Jakarta juga menyebabkan emisi karbon dioksida (CO₂) yang signifikan, yang menyebabkan polusi udara. Karena kebutuhan bahan bakar meningkat dan lama perjalanan, kemacetan lalu lintas juga meningkatkan biaya transportasi (Sulistiyono, 2022).

Kemacetan lalu lintas di Jakarta mereda seiring ketika pandemi covid-19 melanda Indonesia, namun ketika aktivitas meningkat setelah pandemi, Jakarta kembali dilanda kemacetan. Hal ini membuktikan bahwa permasalahan kemacetan di Jakarta bukan hanya pada jumlah kendaraan, namun juga kurangnya *infrastruktur* jalan dan kapasitas jalan (Indraswari, 2023).

Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI Jakarta telah mengambil langkah-langkah untuk mengatasi masalah kemacetan ini, mulai dari penetapan ganjil-genap, pembangunan *underpass* dan jembatan layang, hingga pengembangan transportasi umum seperti MRT, LRT, Transjakarta, dan bahkan Jaklingko. Namun, kemacetan lalu lintas di Jakarta masih sulit diatasi. Untuk itu, Pemprov DKI Jakarta mencanangkan ide baru yaitu penerapan teknologi kecerdasan (AI) pada sistem pemantauan lalu lintas yang dikenal dengan *Network Operation Center (NOC) Intelligent Traffic Light System (ITS)*. *NOC ITS* ini memanfaatkan teknologi AI untuk mengendalikan lampu lalu lintas secara otomatis berdasarkan informasi kepadatan kendaraan (Budiartawan, 2023).

Pemprov DKI Jakarta berkolaborasi dengan *Google Indonesia* melaksanakan *Project Green Light*, yaitu sebuah program berbasis kecerdasan buatan yang dirancang untuk mengoptimalkan kinerja lampu lalu lintas. Kerjasama ini juga menjadikan Jakarta sebagai kota pertama di Asia Tenggara yang memanfaatkan *project* ini, papar Yossi Matias selaku *Google Vice President of Engineering and Research*. Sebagai bagian dari *project Green Light* ini nantinya tim peneliti dari *Google Indonesia* akan menganalisis data lokasi anonim dari sistem navigasi, lalu menghitung metrik arus lalu lintas di persimpangan, dan menggunakan *Android* untuk melacak perubahan kolektif yang dibutuhkan oleh jalur Kota Jakarta (Alfrialdi, 2022).

Google Maps adalah bagian dari proyek *Green Light*. Sistem *AI* ini dilatih untuk mengenali pola lalu lintas, seperti waktu dan lokasi dimana kemacetan lalu lintas paling mungkin terjadi dan lamanya waktu menunggu lampu lalu lintas. Sistem *AI* yang sudah terlatih ini adalah inti dari project *Green Light*. Dengan pemahaman yang mendalam tentang data lalu lintas, sistem *AI* mampu meningkatkan pengendalian lalu lintas untuk mencapai tujuan yang sangat sederhana namun efektif, yaitu meminimalkan waktu tunggu kendaraan dan mengurangi sinyal “stop-start” yang sering muncul saat mengemudi. Itulah yang membuat sistem ini sangat inovatif, lampu lalu lintas secara dinamis disesuaikan berdasarkan kondisi lalu lintas yang sebenarnya. Konsep lampu lalu lintas ini sebenarnya bukanlah hal baru, namun *project Green Light* mengambil pendekatan yang lebih canggih (Hellen, 2023).

Untuk mencapai hal ini, diperlukan dukungan dan kerjasama antara Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dishub DKI Jakarta, *Google* Indonesia, Akademisi, serta masyarakat yang disebut dengan Pendekatan *Quadruple Helix*. Kerangka Konseptual Sistem Inovasi *Quadruple Helix* dikembangkan melalui kolaborasi antara Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dishub DKI Jakarta selaku otoritas transportasi Jakarta dan *Google* Indonesia untuk secara spasial berfokus pada ekosistem inovasi regional (perkotaan) dimana kota memainkan peran kuncinya. Hasil ini akan diwujudkan dalam pengetahuan kebijakan dan solusi inovatif yang ditujukan untuk memecahkan masalah kemacetan dan tantangan terkait (Yohan Fitriadi, 2022). Inovasi dalam pemerintahan sangat diperlukan karena dapat meningkatkan kinerja dari pemerintah dalam memberikan pelayanan publik (M. Rozikin, 2020).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah. (2021) memberikan gambaran tentang strategi apa yang dapat diambil oleh pemerintah untuk mengatasi dan memulihkan perekonomian nasional pasca Covid-19, dan dengan *Quadruple Helix* ditemukan bahwa mewujudkan kebijakan melalui kolaborasi dapat dilakukan dengan setiap elemen. Penelitian yang dilakukan oleh Ramdhani (2020) menemukan bahwa pengimplementasian *quad helix* adalah untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan selalu mengimbangi perkembangan ilmu pengetahuan. Sedangkan pada penelitian ini, melalui *Quadruple Helix*, masyarakat tidak hanya berperan sebagai penerima kebijakan saja, tetapi juga ikut terlibat dalam pengambilan kebijakan pemerintah. Pendekatan model *quadruple helix* yang terdiri dari Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dishub DKI Jakarta, *Google* Indonesia, Akademisi, dan Masyarakat ini dapat dijadikan sebagai terobosan untuk meningkatkan kualitas publik di kota-kota lainnya (Sulikhah, 2021).

Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menganalisis keterlibatan berbagai *stakeholder* dalam penerapan inovasi *AI Green Light* pada sektor publik DKI Jakarta. Selain itu, artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi kendala-kendala yang dihadapi oleh *stakeholder* dalam proses implementasi inovasi tersebut, serta

untuk mengusulkan solusi yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan-tantangan yang ada.

Implikasi dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat dalam penerapan teknologi *AI* untuk manajemen lalu lintas. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut inovasi *AI Green Light* di sektor publik, baik di Jakarta maupun di daerah lain. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memberikan masukan konstruktif dan rekomendasi praktis bagi pengambil kebijakan, praktisi, serta peneliti yang tertarik dalam mengembangkan dan mengoptimalkan penerapan *AI* di sektor publik untuk mengatasi tantangan kemacetan dan polusi udara.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Jenis data yang digunakan mencakup data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari objek penelitian melalui wawancara mendalam. Sumber data primer dalam penelitian ini berasal dari Kantor Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dinas Perhubungan (Dishub) DKI Jakarta. Informan utama adalah Alfin Mauliddin, Staf UP SPLL Dishub DKI Jakarta, yang terlibat langsung dalam koordinasi dengan pihak Google Indonesia selama pelaksanaan proyek ini. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai sumber tertulis, seperti buku dan artikel di situs-situs internet yang relevan dengan topik yang diteliti, khususnya mengenai kolaborasi model *Quadruple Helix* dan penerapan teknologi *AI* dalam inovasi sistem lampu lalu lintas (*AI Green Light*) pada sektor publik. Metode analisis data dalam penelitian ini meliputi tiga tahapan yaitu, reduksi data, penyajian data, analisis data, dan verifikasi/penarikan kesimpulan. (Rohmah, 2023).

Hasil dan Pembahasan

1. *Quadruple Helix* dalam Inovasi *AI Green Light* pada sektor publik DKI Jakarta

Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dinas Perhubungan (Dishub) DKI Jakarta memainkan peran kunci dalam penerapan inovasi *AI Green Light* di Jakarta (Diah Ayu Wardani, 2022). Dalam proyek ini, UP SPLL bekerja sama dengan Google untuk mengimplementasikan teknologi *AI* guna mengatur waktu lampu lalu lintas berdasarkan analisis data real-time yang dikirimkan oleh Google. Melalui sistem ini, waktu nyala lampu hijau di persimpangan akan disesuaikan untuk mengoptimalkan arus lalu lintas.

Berdasarkan wawancara dengan salah satu informan dari UP SPLL, dijelaskan bahwa:

"...Nantinya, AI dari Google akan melakukan analisis mengenai kepadatan lalu lintas secara langsung atau real-time. Secara garis besar, Google akan menggunakan teknologi AI mereka untuk

menganalisis volume lalu lintas di persimpangan dan merekomendasikan waktu nyala hijau yang optimal di masing-masing kaki persimpangan.” (Wawancara, Mei 2024)

Pernyataan ini menggambarkan peran pemerintah dalam mendukung implementasi teknologi *AI* untuk pengelolaan lalu lintas yang lebih efisien dan responsif terhadap kondisi arus lalu lintas yang dinamis. Di Indonesia, Google telah menjalin kerja sama dengan pemerintah diberbagai bidang seperti, respon bencana sampai kesehatan, dan kali ini Google kembali berkolaborasi dengan pemerintah yaitu Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dishub DKI Jakarta dalam pengimplementasian *AI Green Light* sebagai inovasi mengurangi kemacetan di Jakarta. Google menggunakan *machine learning* untuk memeriksa data Maps, mengukur kemacetan lalu lintas, dan waktu tunggu kendaraan di lampu lalu lintas. Data ini kemudian digunakan untuk menyesuaikan waktu lampu lalu lintas dan mengurangi waktu tunggu lampu lalu lintas(Alfianto, 2023).

Google menggunakan data anonim dari sistem navigasi untuk menganalisis metrik arus lalu lintas persimpangan menggunakan teknologo *machine learning* dan *cloud*. Data ini digunakan untuk memberikan rekomendasi kepada pihak yang berwenang tentang perhitungan untuk setiap lampu lalu lintas di persimpangan(Hellen, 2023). Google Maps juga berpartisipasi dalam mengoptimalkan rute(Bayu, 2023).

Akademisi merupakan pondasi pengembangan *AI* dan membantu memfasilitasi transfer pengetahuan dan inovasi dari berbagai proyek dan penelitian tentang *AI* melalui kolaborasi dari berbagai pihak, seperti perguruan tinggi. Universitas Gajah Mada sebagai perwakilan dari pihak akademisi ikut serta berkontribusi dalam pengadaan program studi magister kecerdasan artifisial untuk menjawab permintaan spesialis *AI* dimana didalamnya terus disempurnakan melalui berbagai mata kuliah pendukung, laboratorium sistem cerdas, sampai *AI research center*(Agungnoe, 2023).

Masyarakat memiliki peran penting dalam project *AI Green Light* di Jakarta. Mereka akan memberikan data anonim dari sistem navigasi yang akan digunakan Google untuk menganalisis dan memberikan rekomendasi pengaturan lampu lalu lintas yang lebih efektif. Data ini kemudian akan digunakan oleh Dinas Perhubungan (Dishub) DKI Jakarta untuk mengoptimalkan pengaturan lalu lintas dan mengurangi kemacetan di jalan raya. Oleh karena itu, masyarakat berperan sebagai sumber data yang penting dalam mengembangkan solusi teknologi *AI* untuk mengatasi masalah kemacetan di Jakarta(Alfrialldi, 2022).

Setiap aktor dalam model Quadruple Helix memiliki peran yang berbeda sesuai dengan kompetensi dan kapasitas masing-masing. Untuk keberhasilan proyek ini, sangat penting bahwa seluruh aktor bekerja secara sinergis, menghindari ketergantungan yang berlebihan pada pihak lain, dan berkolaborasi untuk mencapai tujuan bersama. Sebagaimana dinyatakan oleh Sofhani dan Nurrahma (2017), sinergi antar aktor akan tercapai jika setiap pihak dapat menjalankan perannya secara efektif dan efisien tanpa saling bergantung satu sama lain. Dalam konteks ini,

keterlibatan pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat sangat penting untuk menciptakan inovasi yang berkelanjutan dan memberi manfaat bagi masyarakat luas. (Sofhani dan Nurrahma, 2017).

Gambar 1. Diagram Quadruple Helix Model dalam Penerapan AI Green Light.



Sumber : Hasil olahan penulis (2024)

Meskipun proyek *AI Green Light* ini umumnya berjalan lancar, terdapat beberapa tantangan teknis yang perlu diatasi, khususnya terkait dengan pengelolaan algoritma yang digunakan untuk menganalisis arus lalu lintas dan merekomendasikan waktu lampu hijau yang optimal.

Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah pada tahap pemrosesan algoritma, di mana rekomendasi waktu nyala lampu hijau dihasilkan berdasarkan analisis data yang dikumpulkan. Hasil dari algoritma ini kemudian akan dievaluasi oleh Google untuk melihat apakah ada peningkatan dalam kinerja pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan tertentu.

Namun, menurut informasi dari informan, kendala ini tidak terlalu signifikan dan dapat diatasi dengan melakukan evaluasi dan penyesuaian secara berkelanjutan:

"...Mengetahui kendala, tidak ada kendala yang signifikan. Hanya saja, dalam penerapannya, kendala yang ada hanyalah masalah pengelolaan algoritma. Saat pemrosesan algoritma inilah nantinya akan dievaluasi apakah ada perubahan peningkatan kinerja dari sebelum dan sesudah atau tidak."
(Wawancara, Mei 2024)

Dengan adanya evaluasi yang dilakukan secara berkala, diharapkan implementasi sistem ini dapat terus ditingkatkan, memberikan hasil yang optimal dalam mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi lalu lintas di Jakarta.

Keberhasilan proyek *AI Green Light* sangat bergantung pada kolaborasi yang efektif antara pemerintah, sektor swasta (Google), akademisi, dan masyarakat. Sinergi yang tercipta melalui model Quadruple Helix memungkinkan tercapainya inovasi yang memberikan manfaat nyata dalam pengelolaan lalu lintas dan pengurangan kemacetan di Jakarta. Kendala utama yang dihadapi adalah pada pengelolaan algoritma, namun masalah ini dapat diatasi dengan evaluasi dan penyesuaian terus-menerus untuk memastikan efektivitas sistem

Diskusi mengenai model Quadruple Helix dalam konteks inovasi untuk pengelolaan lalu lintas dan pengurangan kemacetan menunjukkan potensi yang signifikan. Model ini melibatkan empat aktor utama: pemerintah, akademisi,

industri, dan masyarakat. Dengan kolaborasi yang erat antara keempat aktor ini, inovasi yang relevan dan aplikatif dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah kemacetan yang semakin kompleks di perkotaan. Pertama, interaksi antara aktor dalam model Quadruple Helix dapat menciptakan inovasi yang lebih responsif terhadap kebutuhan masyarakat. Model interaksi antar aktor helix dapat menghasilkan kebijakan dan program pembangunan yang lebih efektif (Muzaqi & Hanum, 2020). Dalam konteks pengelolaan lalu lintas, hal ini berarti bahwa solusi yang dihasilkan tidak hanya berdasarkan teori, tetapi juga mempertimbangkan pengalaman dan kebutuhan nyata dari pengguna jalan. Hal ini sejalan dengan pandangan Nguyen dan Marquès (2021) yang menekankan pentingnya partisipasi masyarakat dalam proses inovasi, di mana masyarakat sebagai pengguna akhir memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan solusi yang diimplementasikan. Selanjutnya, penerapan model Quadruple Helix juga memungkinkan pengembangan teknologi yang lebih inovatif dan berkelanjutan. Pendekatan ini dapat meningkatkan proses penemuan yang berbasis tempat, yang pada gilirannya dapat menghasilkan eksperimen dan penemuan baru yang meningkatkan inovasi (Carayannis & Grigoroudis, 2016).

Dalam konteks lalu lintas, ini bisa berarti pengembangan aplikasi berbasis data yang memanfaatkan informasi dari berbagai sumber, seperti sensor lalu lintas dan umpan balik dari pengguna, untuk mengoptimalkan alur lalu lintas dan mengurangi kemacetan. Selain itu, pentingnya membangun kepercayaan antara para pemangku kepentingan dalam ekosistem Quadruple Helix juga tidak dapat diabaikan. Miller et al. (2016) menunjukkan bahwa kepercayaan adalah faktor kunci dalam transfer pengetahuan di antara para pemangku kepentingan. Dalam pengelolaan lalu lintas, kepercayaan ini dapat memfasilitasi kolaborasi yang lebih baik antara pemerintah, akademisi, dan industri dalam merancang dan menerapkan solusi yang efektif. Misalnya, kerjasama antara pemerintah dan perusahaan teknologi dapat menghasilkan sistem manajemen lalu lintas yang lebih canggih dan responsif. Akhirnya, model Quadruple Helix juga memberikan ruang bagi inovasi sosial yang dapat berkontribusi pada pengurangan kemacetan. Menurut Prayudi et al., kolaborasi antara berbagai aktor dalam masyarakat dapat menghasilkan solusi yang lebih inklusif dan berkelanjutan (Prayudi et al., 2020). Misalnya, inisiatif berbasis komunitas untuk mempromosikan penggunaan transportasi umum atau berbagi kendaraan dapat mengurangi jumlah kendaraan di jalan, sehingga mengurangi kemacetan. Secara keseluruhan, penerapan model Quadruple Helix dalam pengelolaan lalu lintas dan pengurangan kemacetan menunjukkan potensi yang besar untuk menciptakan inovasi yang bermanfaat dan aplikatif. Dengan memanfaatkan kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat, solusi yang dihasilkan dapat lebih responsif terhadap kebutuhan nyata dan tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan lalu lintas di perkotaan.

Kesimpulan

Inovasi *AI Green Light*, yang dikembangkan oleh Unit Pengelola Sistem Pengendalian Lalu Lintas (UP SPLL) Dinas Perhubungan (Dishub) DKI Jakarta bekerja sama dengan Google Indonesia, bertujuan untuk mengatasi dua permasalahan utama di Jakarta: kemacetan dan polusi. Dengan memanfaatkan teknologi *AI*, proyek ini mengoptimalkan pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan, mengurangi waktu tunggu kendaraan, serta emisi karbon yang dihasilkan. Sistem ini beroperasi dengan memanfaatkan data anonim dari sistem navigasi yang kemudian dianalisis oleh Google untuk memberikan rekomendasi pengaturan lampu lalu lintas yang lebih efisien dan responsif terhadap kondisi lalu lintas *real-time*.

Diharapkan bahwa inovasi ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi bahan bakar, tetapi juga berkontribusi pada perbaikan kualitas udara dan menciptakan pengalaman berkendara yang lebih aman dan nyaman di Jakarta. Meskipun hasil awal menunjukkan potensi yang menjanjikan, penelitian lebih lanjut mengenai penerapan *AI Green Light* pada sektor publik di DKI Jakarta masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai dampak jangka panjang dari inovasi ini, serta untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dalam rangka meningkatkan kinerja dan keberlanjutan sistem ini di masa depan.

Referensi

- Agungnoe. (2023). Menilik potensi pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam ragam sektor di Indonesia. *Universitas Gajah Mada*.
<https://ugm.ac.id/id/berita/menilik-potensi-pemanfaatan-artificial-intelligence-ai-dalam-ragam-sektor-di-indonesia/>
- Alfianto, R. (2023). Atasi macet, Google sukses uji coba lampu lalu lintas berteknologi AI di beberapa negara ini. *Jawaspos.com*.
<https://www.jawaspos.com/teknologi/013069920/atasi-macet-google-sukses-uji-coba-lampu-lalu-lintas-berteknologi-ai-di-beberapa-negara-ini>
- Alfrialdi, R. (2022). Project Green Light: Inovasi kecerdasan pintar Google untuk meminimalisir macet dan polusi di Jakarta. *Cxomedia.id*.
<https://www.cxomedia.id/general-knowledge/20221209134259-55-177402/project-green-light-inovasi-kecerdasan-pintar-google-untuk-meminimalisir-macet-dan-polusi-di-jakarta>
- Bayu. (2023). Google Green Light sukses pecahkan masalah lalu lintas. *OATEKNO.com*.
<https://oatekno.com/google-green-light-sukses-pecahkan-masalah-lalu-lintas/>
- Budiartawan. (2023). Penerapan kecerdasan buatan untuk mengatasi kemacetan di ibu kota. *Universitas Pendidikan Ganesha*.
<https://upttik.undiksha.ac.id/penerapan-kecerdasan-buatan-untuk-mengatasi-kemacetan-di-ibu-kota/>
- Carayannis, E., & Campbell, D. (2010). Triple helix, quadruple helix and quintuple

- helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41-69. <https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105>
- Carayannis, E., Barth, T., & Campbell, D. (2012). The quintuple helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
- Carayannis, E., & Grigoroudis, E. (2016). Quadruple innovation helix and smart specialization: Knowledge production and national competitiveness. *Foresight and STI Governance*, 10(1), 31-42. <https://doi.org/10.17323/1995-459x.2016.1.31.42>
- Diah Ayu Wardani, N. F. (2022). Mengenal proyek Green Light, pengurai kemacetan berteknologi AI garapan Dishub DKI Jakarta bersama Google. *Voi.id*. <https://voi.id/berita/236058/mengenal-proyek-green-light-pengurai-kemacetan-berteknologi-ai-garapan-dishub-dki-bersama-google>
- Hellen. (2023). Wow, terobosan baru! Bisakah AI ubah masa depan lebih maju? Mengulas Project Green Light dari Google. *Sumeks Radio News*. <https://sumeksradio.disway.id/read/6230/wow-terobosan-baru-bisakah-ai-ubah-masa-depan-lebih-maju-mengulas-project-green-light-dari-google>
- Hapsari, N. E. (2023, April). Indeks kemacetan Jakarta naik, posisi berapa di dunia? *Republika.co.id*. <https://news.republika.co.id/berita/rsn0az478/indeks-kemacetan-jakarta-naik-posisi-berapa-di-dunia>
- Indraswari, D. L. (2023). Kemacetan di Jakarta yang kian sulit dihindari. *Kompas.id*. <https://www.kompas.id/baca/riset/2023/03/23/kemacetan-di-jakarta-yang-kian-sulit-dihindari>
- Khayu Rohmi. (2023). Analisis kebijakan mengatasi kemacetan di DKI Jakarta dengan metode analisis hirarki proses. *Journal of Law and Administrative Science*, 1(1), 37-51. <https://doi.org/10.33478/jlas.v1i1.2>
- Kunwar, R. (2024). Extension of the triple helix to quadruple to quintuple helix model. *Journal of Apf Command and Staff College*, 7(1), 241-280. <https://doi.org/10.3126/japfsc.v7i1.67006>
- Miller, K., McAdam, R., Moffett, S., Alexander, A., & Puthusserry, P. (2016). Knowledge transfer in university quadruple helix ecosystems: An absorptive capacity perspective. *R and D Management*, 46(2), 383-399. <https://doi.org/10.1111/radm.12182>
- Muzaqi, A., & Hanum, F. (2020). Model quadruple helix dalam pemberdayaan perekonomian lokal berbasis desa wisata di desa Duren Sari Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 4(2), 673-691. <https://doi.org/10.22437/jssh.v4i2.11529>
- Nguyen, H., & Marquès, P. (2021). The promise of living labs to the quadruple helix stakeholders: Exploring the sources of (dis)satisfaction. *European Planning Studies*, 30(6), 1124-1143. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1968798>
- Prayudi, P., Ardhanariswari, K., & Probosari, N. (2020). The quadruple helix

- communication model in Yogyakarta's creative city development. *Jurnal Aspikom*, 5(2), 294. <https://doi.org/10.24329/aspikom.v5i2.704>
- Rohmah, L. M. (2023). Media pembelajaran melalui model pembelajaran discovery learning dalam meningkatkan hasil belajar siswa skripsi.
- Sandi, F. (2023). Kemacetan menggila bikin RI rugi triliunan, DKI sampai Rp65T. *CNBC Indonesia*. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20231030123147-4-484784/kemacetan-menggila-bikin-ri-rugi-triliunan-dki-sampai-rp65-t>
- Vallance, P., Tewdwr-Jones, M., & Kempton, L. (2020). Building collaborative platforms for urban innovation: Newcastle City Futures as a quadruple helix intermediary. *European Urban and Regional Studies*, 27(4), 325-341. <https://doi.org/10.1177/0969776420905630>