

## PERKEMBANGAN TERKINI DI BIDANG IOT UNTUK KENDARAAN LISTRIK

Naili Huda<sup>1\*</sup>, M. Arjuna Putra Perdana<sup>2</sup>, Muhammad Redho Kurnia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pusat Riset Teknologi Transportasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Serpong, Indonesia

\*Email: nail001@brin.go.id

### Abstrak

Sinergi antara *Internet of Things (IoT)* dan *Electric Vehicle (EV)* sudah semakin banyak dilakukan. Sayangnya, belum banyak penelitian yang membahas peran IoT dalam aplikasi EV secara umum. Karena itu, studi ini dilakukan dengan tujuan untuk menambah pustaka di bidang tersebut dengan menjawab dua pertanyaan penelitian berikut: di bidang apa saja IoT dapat diimplementasikan untuk melengkapi EV dan apa saja perkembangan yang telah terjadi di bidang tersebut. Penelitian ini merupakan sebuah review yang menggunakan metode penulisan tinjauan naratif. Metode ini diawali dengan penyortiran makalah jurnal dan prosiding dari database Science Direct dan IEEE Xplore melalui proses penyaringan berdasarkan kata kunci, seleksi abstrak, dan makalah lengkap. Seleksi ini menghasilkan 43 tulisan untuk direview. Hasil yang didapatkan dari proses review menunjukkan bahwa topik pengisian daya merupakan hal yang paling banyak diteliti. Topik yang banyak dibahas dalam area pengisian daya adalah penjadwalan dan manajemen energi baik untuk grid maupun baterai. Usaha untuk menjaga privasi dalam semua bentuk transaksi IoT juga mengalami kemajuan yang signifikan. Melihat luasnya area aplikasi IoT dalam bidang EV, dapat disimpulkan bahwa masih banyak objek yang potensial untuk diteliti demi kemajuan IoT-EV ini.

**Kata kunci:** *real-time monitoring, manajemen data, smart city, sistem transportasi cerdas, Internet of Vehicles*

## 1. PENDAHULUAN

Dengan hadirnya teknologi informasi dan komunikasi modern, *Internet of Things (IoT)* merupakan sesuatu yang tidak dapat dihindari saat ini. IoT secara aktif diteliti dan dikembangkan di berbagai bidang termasuk transportasi. Di sektor transportasi, IoT sangat penting dalam mendukung pembentukan sistem transportasi cerdas dan *smart city*. IoT berfungsi untuk memudahkan proses pengumpulan dan pengelolaan data secara *real-time*, yang sangat dibutuhkan untuk mengatur lalu lintas dan meminimalisir kemacetan, di samping aplikasi yang lebih sederhana seperti untuk parkir pintar, dan *car sharing* (Cao, 2022).

Kendaraan listrik (*electric vehicle/EV*) yang adopsinya semakin masif saat ini termasuk dalam bidang yang juga mulai menerapkan IoT. Dalam kaitannya dengan EV, IoT berfungsi untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kinerja kendaraan melalui transfer data secara *real-time* di antara anggota IoT seperti pengemudi EV, infrastruktur, dan EV itu sendiri (Damaj dkk., 2021). IoT untuk EV juga dapat digunakan untuk fabrikasi kendaraan (Chauhan dan Rani, 2024). Selain itu, teknologi ini juga dapat berperan sebagai penyedia data untuk peningkatan efisiensi EV, salah satunya dengan mengelola manajemen baterai. Semua hal tersebut ditujukan untuk membangun sistem transportasi yang berkelanjutan dan pengurangan emisi.

Studi mengenai pengembangan IoT amat bervariasi tetapi jumlah review yang membahas tentang implementasi IoT untuk EV masih sedikit, termasuk (Qahtan, Mohammed and Ali, 2022) dan (Liyakat and Liyakat, 2023). Di samping itu, selain pustaka yang digunakan masih terbatas, review yang ada juga cenderung fokus kepada satu bidang aplikasi, seperti pengisian daya. Untuk mengetahui perkembangan terkini yang terjadi di bidang tersebut, penelitian ini ditulis untuk memberikan tinjauan naratif dan menjawab pertanyaan penelitian berikut ini: 1). Di area mana saja sinergi IoT-EV paling banyak dikembangkan saat ini? 2). Riset apa saja yang telah dilakukan di bidang tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat menambah literatur mengenai integrasi IoT dan EV.

## 2. METODOLOGI

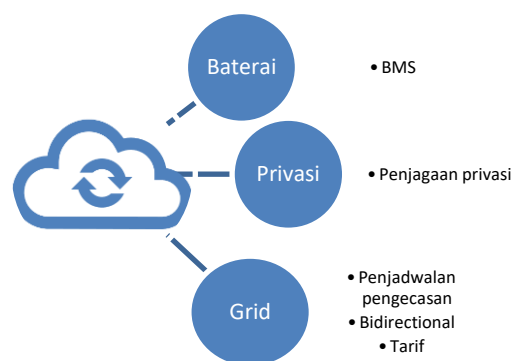
Penelitian ini akan menghasilkan sebuah review yang disusun menggunakan metode penulisan review naratif. Langkah yang dilakukan dimulai dari penetapan kata kunci, memasukkan kata kunci

ke *database artikel*, dilanjutkan dengan penyaringan judul, abstrak dan artikel untuk menghasilkan tulisan-tulisan terseleksi yang akan di review sesuai kriteria inklusi dan eksklusi. Pencarian artikel dilakukan di dua *database*: Science Direct dan IEEE Xplore. Kata kunci yang digunakan adalah: “IoT and (“electric car” or “electric vehicle”)”. Kriteria inklusi dan eksklusi untuk makalah yang disertakan meliputi: artikel harus diterbitkan dari tahun 2020-2025, dalam bentuk jurnal dan ditulis dalam bahasa Inggris. Dari 139 makalah yang ditemukan di Science Direct dan 107 makalah dari IEEE Xplore akhirnya didapatkan jumlah final 43 artikel setelah melakukan penyortiran judul dan abstrak yang diikuti dengan *skimming* artikel. Setiap artikel ditinjau relevansinya dengan kemajuan terkini IoT untuk aplikasi EV.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Area di mana IoT dan Kendaraan Listrik Bersinergi

*Vehicle to Grid* (V2G) merupakan bagian dari *Internet of Vehicles* (IoV) (Jember dkk., 2020) di mana proses pengisian dan pengosongan daya dua arah terjadi antara jaringan listrik (*grid*/G) dan kendaraan. Penelitian yang lebih komprehensif tentang efek integrasi EV pada skala besar dalam pembangkit listrik dilakukan oleh Zhang dkk. (2023). Ketidakseimbangan jaringan, ketidakseimbangan tegangan, kehilangan energi, dan permintaan baru dari pembangkit listrik adalah masalah yang mungkin timbul dari penetrasi EV dalam jaringan listrik (Islam dkk., 2020). Karena itu, sangat penting untuk membangun strategi kontrol untuk mengoordinasikan penerapan IoT pada EV, yang dapat mengatasi beban grid karena tingkat adopsi EV. Kebutuhan energi EV yang berfluktuasi ini sering kali mengakibatkan beban puncak dan kenaikan biaya listrik. Untuk mengatasi masalah ini, banyak solusi yang disarankan terkait dengan antarmuka EV-grid, di antaranya dalam (Cao dkk., 2022) di mana optimasi skema pengisian daya dilakukan dengan cara belajar dari lingkungan dengan menggunakan data *real-time*.



**Gambar 1. Area di mana IoT paling banyak digunakan untuk EV**

Sebuah sistem yang menggabungkan *blockchain*, IoT, dan AI untuk kepentingan perdagangan daya dan manajemen energi untuk EV dan *smart grid* diusulkan dalam (Lin dkk., 2022). Mekanisme ini disebut *Vehicle to Everything* (V2X). Saha dkk. (2021) membangun suatu antarmuka EV-jaringan untuk menjaga transparansi dan keandalan jaringan IoEV. Agak berbeda dengan (Saha dkk., 2021), algoritma pengiriman antara EV dan *microgrid* pada *smart building* (*EV to Building* atau EVB) yang sumber energinya juga digunakan untuk mengisi daya baterai EV disajikan pada (Liu dkk., 2022). EV berfungsi sebagai penyimpanan, sementara gedung adalah jaringannya, sehingga ketika gedung mengalami permintaan puncak atau pemadaman listrik, EV dapat menyediakan daya tambahan. Penjagaan privasi dalam proses ini adalah hal penting. Untuk mengatasi masalah keamanan, mirip dengan (Ali dkk., 2022) yang membahas tentang kontrol dan pemantauan EV secara *real-time*, (Rana, 2020) menulis tentang perlindungan EV khususnya saat terjadinya serangan siber. Gambar 1 meringkas area di mana studi IoT-EV paling banyak dilakukan.

Ada beberapa sistem yang diusulkan untuk menstabilkan fluktuasi permintaan energi dalam jaringan karena aktivitas pengisian. Menerapkan pengisian V2G saat kendaraan parkir (Zhang

dkk., 2024) atau sistem pengecasan nirkabel untuk layanan kendaraan *shuttle* (Cao dkk., 2023). Pengelolaan permintaan energi dari kendaraan listrik dengan mempertimbangkan biaya operasi dan optimasi keandalan jaringan dalam struktur V2G didiskusikan dalam (Kazemi dkk., 2023). Mengaitkan dengan *user experience* Metwly dkk. (2020) mempelajari pengontrol pengawas berbasis IoT untuk manajemen permintaan pengisian daya di dalam kendaraan.

Memanfaatkan *big data*, (Cao, 2022) menciptakan sebuah algoritma untuk mengurangi waktu tunggu dan memastikan pengisian daya hanya akan selesai ketika baterai sudah terisi penuh. Deteksi sederhana lainnya dari pola mengemudi kendaraan yang ditransfer ke *cloud* melalui IoT untuk sistem manajemen energi dibahas dalam (Anbazhagan, Kim and Maragatharajan, 2023). He dkk. (2022) yang menciptakan istilah G-IoT (*green IoT*), berfokus pada manajemen kebutuhan energi EV. Tidak ketinggalan adalah pemanfaatan AI. Misalnya dalam menangani manajemen penyimpanan energi (Ahmad dkk., 2022) melalui peramalan kebutuhan energi, peningkatan distribusi listrik, dan pengoptimalan penyimpanan energi utamanya bagi sistem pembangkit yang menggunakan energi terbarukan.

Termasuk dalam manajemen energi adalah prediksi masa pakai baterai EV dengan menggunakan mekanisme *blockchain* sebagai bagian dari jaringan IoV (Liu dkk., 2024). Sedangkan peran IoT untuk sistem manajemen baterai (*battery management system/BMS*) ditulis dalam (Santhosh Kumar dkk., 2022) di mana IoT dimanfaatkan untuk meminimalkan kesalahan data dalam BMS. Pemantauan indikator baterai secara *real-time* juga dimungkinkan dengan IoT (Pourrahmani dkk., 2022).

Integrasi IoT-EV untuk mendukung aplikasi *smart home* and *smart city* juga merupakan area yang telah diteliti. Al-Saffar and Gul (2023) mengusulkan prosedur untuk mengelola konsumsi energi pada aplikasi *smart home* dengan IoT. IoT juga memainkan peran penting dalam mobilitas pintar, terutama untuk pertukaran data antara kendaraan dan infrastruktur *smart city* (Biyik dkk., 2021; Anthony, 2023) dengan menyediakan pengumpulan dan pengelolaan data secara *real-time*.

Penetapan tarif juga merupakan suatu bidang yang tak lepas dari peran IoT, dan faktor yang paling penting untuk diperhatikan dalam penjadwalan dan penetapan harga pengisian daya adalah privasi pelanggan (Dávila Rojas dan Trujillo Rodríguez, 2023). Salah satu studi yang membahas mengenai interaksi EV dengan *microgrid* dan penetapan tarifnya adalah studi oleh Zhou dkk., (2021). Penelitian ini berfokus pada bagaimana mendispersikan EV tanpa mengorbankan permintaan lain dari pelanggan. Termasuk dalam penetapan sistem tarif pengecasan lainnya adalah sistem harga untuk G ke V dan sebaliknya (Kazemi dkk., 2023) dan V2V (Xia dkk., 2020). Sistem konverter yang melayani model tarif yang menyertakan *time of use* (ToU), *grid-to-vehicle* (G2V) dan *vehicle-to-grid* (V2G) dipaparkan dalam (Adhikary dkk., 2023). Minimasi tarif juga dapat dicapai dengan menstabilkan profil jaringan listrik (Duan, Xin and Zhong, 2020).

Selain itu, keuntungan lain yang ditawarkan oleh IoT adalah penggunaan *big data* untuk berbagai tujuan. Seperti algoritma dalam (Lv dkk., 2021) yang dapat berfungsi sebagai fitur tambahan pada sistem *smart city* dalam mengelola kemacetan dan mengoptimalkan transmisi data antar kendaraan listrik. Catatan pengisian daya (*charging records*) juga menjadi salah satu bagian dari subjek penelitian di bidang IoEV. Skema untuk menyimpan catatan pengisian daya melalui protokol *blockchain* yang menghubungkan *multi-blockchain* diusulkan dalam (Qian dkk., 2021). Selain itu, studi tentang penyimpanan data untuk IoEV tetapi tidak hanya untuk catatan pengisian daya juga telah dilakukan (Subramanian, Boovaragavan and Diwakar, 2007). IoT memungkinkan para pemangku kepentingan bisnis EV seperti produsen baterai dan EV serta otoritas jalan raya untuk memantau EV selama masa pakai ekonomisnya.

Beberapa produk yang menggunakan prinsip-prinsip kendaraan listrik juga mulai dibuat dengan tingkat desain siap IoT seperti kendaraan katering otomatis pada (Wang, Sun and Cheng, 2023).

### 3.2 Tantangan dalam Domain IoT-EV

Secara umum tantangan yang dihadapi dalam penerapan AI untuk IoT-EV terkait dengan manajemen data, perlindungan privasi, bagaimana mengakomodasi berbagai jenis energi pembangkitan listrik, mekanisme perdagangan daya yang berkelanjutan di antara *microgrid* (Lin dkk., 2022), skalabilitas (Liu dkk., 2024; Zhang dkk., 2024) dan peningkatan keamanan data untuk

mendukung privasi yang lebih baik. Pembentukan struktur *blockchain-IoT* yang kuat untuk melayani penambahan EV yang akan datang (Baidya dkk., 2021) juga menjadi tantangan tersendiri.

Banyak penelitian yang dilakukan dalam level simulasi atau dengan ruang lingkup yang terbatas, skalabilitas kemudian menjadi sesuatu yang harus dibuktikan secara empiris. Di samping itu adalah juga bagaimana menyimulasikan kondisi dunia nyata (Anbazhagan, Kim and Maragatharajan, 2023). Beberapa model masih menggunakan kondisi lalu lintas yang tidak *real-time* (Zhang dkk., 2024) atau kumpulan data yang terbatas (Liu dkk., 2024). Hal ini masih perlu diperbaiki di masa depan.

Hambatan lain dalam integrasi IoT-EV adalah anonimitas dalam skema penetapan harga (Wu, Zhang and Zhu, 2023) karena pengungkapan identitas dapat mengundang serangan kepada pelanggan. Hal ini juga ditegaskan dalam (Li, Han and Tang, 2020) yang juga mengusulkan cara untuk membuat komunikasi dalam IoT menjadi lebih efisien dengan memasukkan *cloud computing*. *Node cloud computing* akan mempersingkat waktu komunikasi dan menawarkan latensi rendah yang bermanfaat bagi privasi pengguna. Metode lain yang diusulkan untuk mengatasi masalah keamanan dalam IoEV adalah terkait tarif listrik (Chen dkk., 2021). Mekanisme ini terutama digunakan untuk menangani penetapan harga dinamis dan pada saat yang sama melindungi transaksi dari serangan yang tidak diinginkan. Hal penting lain yang harus dilibatkan dalam pengisian daya adalah otentikasi (Chen dkk., 2024). Untuk menciptakan keamanan dan melindungi privasi kendaraan pada saat yang bersamaan, efisiensi penggunaan jaringan adalah faktor penting yang juga perlu disediakan karena sistem yang ada saat ini sering memberikan *overhead* komputasi ke sisi penerima di samping biaya *bandwith* (Ali dkk., 2022). Protokol otentikasi pada pengisian daya juga dapat menggunakan *blockchain* cerdas untuk memastikan konsumen tetap anonim dan tidak dapat dilacak serta keamanan penyimpanan data (Chen dkk., 2024). IoT juga dapat digunakan untuk mempromosikan penghematan energi sebagai hasil dari pengisian daya yang efisien (Baros dkk., 2020). Hal ini diterapkan pada skema protokol transfer nirkabel. Tantangan lain dalam IoT-EV yang perlu diatasi adalah peningkatan permintaan jaringan nirkabel, dan dampak lingkungan seperti limbah elektronik (Nizetić dkk., 2020).

#### 4. KESIMPULAN

Dari 43 penelitian yang direviu diketahui bahwa area yang paling banyak diteliti dalam sinergi IoT-EV adalah yang terkait dengan integrasi EV ke grid (proses pengecasan), pengelolaan privasi dan baterai (manajemen energi). Berbagai simulasi dan algoritma sudah dikembangkan untuk mengatasi dampak integrasi EV ke grid, penetapan tarif dan menjamin keamanan transaksi. Sedangkan tantangan yang masih harus dihadapi dan justru banyak membuka peluang riset termasuk skalabilitas, penggunaan data *real-world*, anonimitas untuk mendukung privasi dan otentikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adhikary, S. dkk., (2023) 'Bidirectional converter based on G2V and V2G operation with time of usage-based tariff analysis and monitoring of charging parameters using IoT', *Energy Reports*. Elsevier Ltd, 9, pp. 5404–5419. doi: 10.1016/j.egyr.2023.04.358.
- Ahmad, T. dkk., (2022) 'Energetics Systems and artificial intelligence: Applications of industry 4.0', *Energy Reports*, 8, pp. 334–361. doi: 10.1016/j.egyr.2021.11.256.
- Al-Saffar, M. and Gul, M. (2023) 'Data-Efficient MADDPG Based on Self-Attention for IoT Energy Management Systems', *IEEE Access*, 11(September), pp. 109379–109389. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3322193.
- Ali, I. dkk., (2022) 'ECCHSC: Computationally and Bandwidth Efficient ECC-Based Hybrid Signcryption Protocol for Secure Heterogeneous Vehicle-to-Infrastructure Communications', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 9(6), pp. 4435–4450. doi: 10.1109/JIOT.2021.3104010.
- Anbazhagan, G., Kim, D. and Maragatharajan, M. (2023) 'IoT-Based Smart Energy Management in Hybrid Electric Vehicle Using Driving Pattern', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 10(21), pp. 18633–18640. doi: 10.1109/JIOT.2023.3246537.
- Anthony, B. (2023) 'Data enabling digital ecosystem for sustainable shared electric mobility-as-a-service in smart cities-an innovative business model perspective', *Research in Transportation*

- Business and Management*. Elsevier Ltd, 51(September), p. 101043. doi: 10.1016/j.rtbm.2023.101043.
- Baidya, S. dkk., (2021) 'Reviewing the opportunities, challenges, and future directions for the digitalization of energy', *Energy Research and Social Science*. Elsevier Ltd, 81(July), p. 102243. doi: 10.1016/j.erss.2021.102243.
- Baros, D. dkk., (2020) 'Transmitter Side Control of a Wireless EV Charger Employing IoT', *IEEE Access*, 8, pp. 227834–227846. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3045803.
- Bıyık, C. dkk., (2021) 'Smart mobility adoption: A review of the literature', *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. Elsevier Masson SAS, 7(2), p. 146. doi: 10.3390/joitmc7020146.
- Cao, Y. (2022) 'Online Routing and Charging Schedule of Electric Vehicles with Uninterrupted Charging Rates', *IEEE Access*. IEEE, 10(August), pp. 98572–98583. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3206789.
- Cao, Y. dkk., (2022) 'Smart Online Charging Algorithm for Electric Vehicles via Customized Actor-Critic Learning', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 9(1), pp. 684–694. doi: 10.1109/JIOT.2021.3084923.
- Cao, Y. dkk., (2023) 'Joint Routing and Wireless Charging Scheduling for Electric Vehicles With Shuttle Services', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 10(16), pp. 14810–14819. doi: 10.1109/JIOT.2022.3213605.
- Chauhan, A. and Rani, M. V. (2024) 'Comparative Insights: Untangling IoT Success Factors in Traditional Versus Electric Vehicle Manufacturers', *IEEE Transactions on Engineering Management*. IEEE, 71, pp. 11282–11296. doi: 10.1109/TEM.2024.3415496.
- Chen, C. M. dkk., (2024) 'A Privacy-Preserving Authentication Protocol for Electric Vehicle Battery Swapping Based on Intelligent Blockchain', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 11(10), pp. 17538–17551. doi: 10.1109/JIOT.2024.3360280.
- Chen, L. dkk., (2021) 'PADP: Efficient Privacy-Preserving Data Aggregation and Dynamic Pricing for Vehicle-to-Grid Networks', *IEEE Internet of Things Journal*, 8(10), pp. 7863–7873. doi: 10.1109/JIOT.2020.3041117.
- Damaj, I. W. dkk., (2021) 'Connected and Autonomous Electric Vehicles: Quality of Experience survey and taxonomy', *Vehicular Communications*. Elsevier Inc., 28, p. 100312. doi: 10.1016/j.vehcom.2020.100312.
- Dávila Rojas, M. Á. and Trujillo Rodríguez, C. L. (2023) 'Electric Vehicle Charge Cycle Management System for ComEd Real-Time Pricing Scheme: An IoT Solution', *IEEE Internet of Things Journal*, 10(9), pp. 7681–7690. doi: 10.1109/JIOT.2022.3190453.
- Duan, B., Xin, K. and Zhong, Y. (2020) 'Optimal dispatching of electric vehicles based on smart contract and internet of things', *IEEE Access*, 8, pp. 9630–9639. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2961394.
- He, P. dkk., (2022) 'Towards green smart cities using Internet of Things and optimization algorithms: A systematic and bibliometric review', *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. Elsevier Inc., 36(November), p. 100822. doi: 10.1016/j.suscom.2022.100822.
- Islam, M. R. dkk., (2020) 'An IoT- Based Decision Support Tool for Improving the Performance of Smart Grids Connected with Distributed Energy Sources and Electric Vehicles', *IEEE Transactions on Industry Applications*, 56(4), pp. 4552–4562. doi: 10.1109/TIA.2020.2989522.
- Jember, A. G. dkk., (2020) 'Game and contract theory-based energy transaction management for internet of electric vehicle', *IEEE Access*, 8, pp. 203478–203487. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3036415.
- Kazemi, B. dkk., (2023) 'IoT-Enabled Operation of Multi Energy Hubs Considering Electric Vehicles and Demand Response', *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. IEEE, 24(2), pp. 2668–2676. doi: 10.1109/TITS.2022.3140596.
- Li, H., Han, D. and Tang, M. (2020) 'A Privacy-Preserving Charging Scheme for Electric Vehicles Using Blockchain and Fog Computing', *IEEE Systems Journal*. IEEE, 15(3), pp. 3189–3200. doi: 10.1109/jsyst.2020.3009447.
- Lin, Y. J. dkk., (2022) 'Blockchain Power Trading and Energy Management Platform', *IEEE Access*.

- IEEE, 10(July), pp. 75932–75948. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3189472.
- Liu, S. dkk., (2024) ‘Blockchain-Based Interpretable Electric Vehicle Battery Life Prediction in IoV’, *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 11(4), pp. 7214–7227. doi: 10.1109/JIOT.2023.3315483.
- Liu, Y. dkk., (2022) ‘Privacy-Preserving Context-Based Electric Vehicle Dispatching for Energy Scheduling in Microgrids: An Online Learning Approach’, *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*. IEEE, 6(3), pp. 462–478. doi: 10.1109/TETCI.2021.3085964.
- Liyakat, K. S. S. and Liyakat, K. K. S. (2023) ‘IoT in Electrical Vehicle: A Study’, *Journal of Control and Instrumentation Engineering*, 9(3), pp. 16–18. Available at: [www.matjournals.com](http://www.matjournals.com).
- Lv, Z. dkk., (2021) ‘Big Data Analysis Technology for Electric Vehicle Networks in Smart Cities’, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(3), pp. 1807–1816. doi: 10.1109/TITS.2020.3008884.
- Metwly, M. Y. dkk., (2020) ‘IoT-Based Supervisory Control of an Asymmetrical Nine-Phase Integrated on-Board EV Battery Charger’, *IEEE Access*. IEEE, 8, pp. 62619–62631. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2984737.
- Nižetić, S. dkk., (2020) ‘Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future’, *Journal of Cleaner Production*, 274. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122877.
- Pourrahmani, H. dkk., (2022) ‘The applications of Internet of Things in the automotive industry: A review of the batteries, fuel cells, and engines’, *Internet of Things (Netherlands)*. Elsevier B.V., 19(July), p. 100579. doi: 10.1016/j.iot.2022.100579.
- Qahtan, M. H., Mohammed, E. A. and Ali, A. J. (2022) ‘Charging Station of Electric Vehicle Based on IoT: A Review’, *OALib*, 09(06), pp. 1–22. doi: 10.4236/oalib.1108791.
- Qian, L. P. dkk., (2021) ‘Distributed Charging-Record Management for Electric Vehicle Networks via Blockchain’, *IEEE Internet of Things Journal*, 8(4), pp. 2150–2162. doi: 10.1109/JIOT.2020.3027482.
- Rana, M. M. (2020) ‘IoT-Based Electric Vehicle State Estimation and Control Algorithms under Cyber Attacks’, *IEEE Internet of Things Journal*, 7(2), pp. 874–881. doi: 10.1109/JIOT.2019.2946093.
- Saha, R. dkk., (2021) ‘The Blockchain Solution for the Security of Internet of Energy and Electric Vehicle Interface’, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 70(8), pp. 7495–7508. doi: 10.1109/TVT.2021.3094907.
- Santhosh Kumar, P. dkk., (2022) ‘IoT battery management system in electric vehicle based on LR parameter estimation and ORMESHNet gateway topology’, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. Elsevier Ltd, 53(PC), p. 102696. doi: 10.1016/j.seta.2022.102696.
- Subramanian, G. and Thampy, A. S. (2021) ‘Implementation of Hybrid Blockchain in a Pre-Owned Electric Vehicle Supply Chain’, *IEEE Access*. IEEE, 9, pp. 82435–82454. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3084942.
- Subramanian, V. R., Boovaragavan, V. and Diwakar, V. D. (2007) ‘Toward real-time simulation of physics based lithium-ion battery models’, *Electrochemical and Solid-State Letters*, 10(11), p. A6. doi: 10.1149/1.2776128.
- Wang, H., Sun, J. and Cheng, K. W. E. (2023) ‘An Inductive Power Transfer System with Multiple Receivers Utilizing Diverted Magnetic Field and Two Transmitters for IoT-Level Automatic Catering Vehicles’, *IEEE Transactions on Magnetics*. IEEE, 59(11), pp. 1–6. doi: 10.1109/TMAG.2023.3279407.
- Wu, Y., Zhang, C. and Zhu, L. (2023) ‘Privacy-Preserving and Traceable Blockchain-Based Charging Payment Scheme for Electric Vehicles’, *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 10(24), pp. 21254–21265. doi: 10.1109/JIOT.2023.3283415.
- Xia, S. dkk., (2020) ‘A Bayesian Game Based Vehicle-to-Vehicle Electricity Trading Scheme for Blockchain-Enabled Internet of Vehicles’, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(7), pp. 6856–6868. doi: 10.1109/TVT.2020.2990443.
- Zhang, Q. dkk., (2023) ‘A Systematic Review on power systems planning and operations management with grid integration of transportation electrification at scale’, *Advances in Applied Energy*. Elsevier Ltd, 11(May). doi: 10.1016/j.adapen.2023.100147.

- Zhang, Shengyu *dkk.*, (2024) ‘Urban Internet of Electric Vehicle Parking System for Vehicle-to-Grid Scheduling: Formulation and Distributed Algorithm’, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. IEEE, 73(1), pp. 67–79. doi: 10.1109/TVT.2023.3304718.
- Zhou, M. *dkk.*, (2021) ‘Forming Dispatchable Region of Electric Vehicle Aggregation in Microgrid Bidding’, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(7), pp. 4755–4765. doi: 10.1109/TII.2020.3020166.