

PERANCANGAN *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* DENGAN PENERAPAN MATERIAL KOMPOSIT FRP (*FIBER REINFORCED POLYMER*)

Anastasya Citra Ayu Puspitasari¹, Hardy Adiluhung² dan Yoga Puji Raharjo³

^{1,2,3} *Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No 1, Terusan Buah Batu*

– Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, 40257

anastasyaap@student.telkomuniversity.ac.id hardydil@telkomuniversity.ac.id

yogapeero@telkomuniversity.ac.id

Abstrak : Industri kendaraan listrik di Indonesia terus mengalami kemajuan setelah dikeluarkannya Keputusan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 yang mengenai percepatan program kendaraan listrik berbaterai., juga didorong oleh kesadaran masyarakat terhadap polusi transportasi dan lingkungan hijau. Untuk mendukung program tersebut, pemerintah menyiapkan produksi infrastruktur pendukung yaitu Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) atau Electric Vehicle Charging Station (EVCS). Salah satu aspek penting dari EVCS adalah perlindungan terhadap kendaraan dan pengguna selama proses pengisian daya yaitu kanopi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang fasilitas EVCS yang inovatif dengan material komposit Fiber Reinforced Polymer (FRP) karena sifatnya yang ringan, tahan korosi, dan memiliki kekuatan yang tinggi. Proses perancangan dilakukan dengan pendekatan kualitatif yang memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap persepsi pengguna terkait desain EVCS dengan material FRP. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara ahli desain, dan ahli material. Hasil analisa kualitatif dari ahli dan pengguna terhadap desain membantu mengidentifikasi kelebihan, kelemahan, dan potensi perbaikan yang dapat diterapkan. Hasil dari penelitian ini adalah pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana material FRP dapat diintegrasikan pada desain kanopi EVCS. Temuan-temuan kualitatif menginformasikan keputusan desain yang lebih baik dalam penggunaan material, bentuk kanopi, serta fitur keselamatan yang diinginkan pengguna.

Kata kunci: Kendaraan listrik, Stasiun Pengisian, *Fiber Reinforced Polymer*

Abstract : The development of electric vehicle industry in Indonesia continues to experience development after the issuance of Presidential Decree Number 55 2019 concerning the Acceleration of Battery-Based Electric Vehicle Program, also driven by public awareness of transportation pollution and the green environment. To support the program, the government has prepared the production of supporting infrastructure, namely Electric Vehicle Charging Station (EVCS). One important aspect of EVCS is the protection of the vehicle and user during charging process i.e. the canopy. This research

aims to design innovative EVCS facility with Fiber Reinforced Polymer (FRP) composite material because the lightweight, corrosion-resistant, and has high strength. The design process carried out with a qualitative approach that allows a deeper understanding of user perceptions related to EVCS design with FRP materials. Data was collected through field observations, interviews of design experts, and material experts. The results of qualitative analysis from experts and users of the design help identify strengths, weaknesses, and potential improvements can be applied. The result of this study is a deeper understanding of how FRP materials can be integrated into EVCS canopy design. Qualitative findings inform better design decisions in the use of materials, canopy shapes, and safety features desired by users.

Keywords: Electric vehicle, Charging Station, Fiber Reinforced Polymer

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor saat ini menjadi hal yang sangat lazim kita saksikan di sepanjang jalan raya, mulai dari kendaraan roda dua sampai roda empat. Dalam catatan Badan Pusat Statistik jumlah kendaraan bermotor Indonesia mencapai lebih dari 113 juta unit pada tahun 2019 dan meningkat 5,3% dari tahun sebelumnya. Tentunya asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor tersebut mengandung CO₂ yang dapat menimbulkan pencemaran udara hebat dan kerusakan lingkungan. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap energi ramah lingkungan semakin meningkat seiring waktu, yang tercermin dalam peningkatan permintaan akan kendaraan listrik (electric vehicle (EV)) seperti yang dilaporkan oleh katadata.co.id pada tahun 2022. Sebagaimana disampaikan oleh Biro Komunikasi dan Informasi Publik Kementerian Perhubungan pada tahun 2022, pemerintah sedang dengan sungguh-sungguh mengupayakan pengembangan kendaraan bermotor listrik yang menggunakan baterai di Indonesia. Mereka juga telah merencanakan suatu panduan langkah penggunaan kendaraan listrik sebagai sarana transportasi nasional yang diterapkan di tengah-tengah masyarakat. Hal ini juga ditandai dengan dikeluarkannya Keputusan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Listrik Berbasis Baterai.

Untuk mendorong majunya perkembangan kendaraan listrik, perlu adanya fasilitas infrastruktur pengisian baterai yang memadai. Hal ini bertujuan agar para pengguna kendaraan listrik tidak menghadapi kesulitan saat mengisi baterai, sehingga dapat mendorong lebih banyak masyarakat untuk beralih ke penggunaan kendaraan listrik. Kendaraan listrik memerlukan sarana dan prasarana yang mendukung dalam melakukan pengisian daya baterainya atau biasa disebut dengan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU). Stasiun Pengisian ini harus tersedia di berbagai tempat, baik di tempat umum maupun di setiap rumah pemilik kendaraan. Saat ini terdapat 3 tipe stasiun pengisian kendaraan listrik yaitu SPLU (Stasiun Penyedia Listrik Umum), SPKLU (Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum), dan SPBKLU (Stasiun Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Umum) yang tersebar di Sumatra, Jawa, Bali, NTB, Sulawesi, dan Kalimantan. SPKLU sudah diproduksi oleh beberapa BUMN yang tergabung seperti EVCS milik PT PLN dan SETRUM milik PT INKA (Persero).

Sebagai perusahaan Badan Usaha Milik Negara, PT Industri Kereta Api (Persero) turut andil dalam upaya memenuhi permintaan kendaraan publik berbasis listrik, yang diberi nama Bus Listrik Merah Putih (BLMP) atau E-Inobus. Untuk mendukung produk dan capaian tersebut, perusahaan tersebut juga memproduksi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) bernama "SETRUM" yang merupakan akronim *Sustainable Energy to Rejuvenate the Environment*. Sayangnya SETRUM milik PT INKA dan beberapa *charging station* lain seperti milik Hyundai belum memiliki infrastruktur pendukung untuk dilektakkan di tempat terbuka, salah satunya kanopi yang dapat berfungsi melindungi body charger dari cuaca panas maupun hujan. Selain itu, keberadaan kanopi juga dapat menjadi penanda atau icon bahwa terdapat SPKLU di lokasi tersebut sehingga pengguna dapat mudah menemukannya.

Saat ini, Fiber Reinforced Polymer (FRP) menjadi populer secara global, digunakan dalam berbagai sektor seperti transportasi, industri, infrastruktur, dan

lingkungan permukiman. Komposit fiber ini banyak digunakan sebagai substitute metal materials atau pengganti material logam karena memiliki sifat dan kekuatan yang tidak jauh berbeda.(Setiawan, Hidayat, and Widyastuti 2020). Sebagai pengganti material struktural, FRP dipilih karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang sangat tinggi, serta memiliki karakteristik lain seperti tidak konduktif, tahan terhadap korosi, dan lainnya. Dari data tersebut, peneliti mendapatkan potensi untuk mengembangkan fasilitas pengisian kendaraan listrik dengan menggunakan material FRP. Karakteristik fiber yang lebih baik dibandingkan material konvensional seperti logam karena memiliki sifat mekanik yang tidak jauh berbeda kekuatannya, namun lebih ringan dan anti korosi, sehingga 3 sesuai jika diterapkan kedalam perancangan fasilitas EVCS yang berada di luar ruangan.

Dari data yang diperoleh peneliti dalam program magang di PT INKA Multi Solusi yaitu Canopy Charger, diharapkan peneliti dapat mengembangkan konsep design EVCS tersebut, sehingga dapat ditempatkan di area fasilitas umum serta dapat memberikan perlindungan terhadap segala aktivitas dan fasilitas pada Charging Station tersebut.

Dasar Teori

Perancangan

Proses perancangan melibatkan langkah-langkah dalam mengatasi tantangan, dengan melibatkan pendekatan kreatif guna mencapai hasil atau sasaran yang optimal. Sesuai dengan Al-Bahra Al-Jamudin (2005:51), perancangan adalah kemampuan untuk menghasilkan berbagai opsi solusi terhadap suatu permasalahan. Menurut Zinudin dalam Putra (2020;10) perancangan adalah kegiatan yang menuntut kreativitas dalam mencari alternative baru agar dapat memberi solusi yang dapat menanggulangi permasalahan sebelumnya dengan menyesuaikan terhadap tuntutan perubahan kebutuhan yang dinamis.

Electric Vehicle

Kendaraan listrik ialah jenis kendaraan yang menggunakan motor berbasis listrik sebagai perangkat penggerakannya, menghilangkan kebutuhan akan bahan bakar minyak seperti halnya pada kendaraan konvensional. Energi yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan listrik tidak hanya tergantung pada bahan bakar minyak, melainkan juga dapat bersumber dari alternatif energi seperti tenaga air, angin, atau sumber daya energi lainnya. Di samping efisiensinya dalam penggunaan energi, kendaraan listrik juga memiliki karakter ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi atau bahkan emisi nol, yang pada akhirnya berkontribusi pada kualitas udara yang lebih bersih di sekitarnya. (Nur and Kurniawan 2021)

Electric Vehicle Charging Station (EVCS)

Infrastruktur Pengisian Kendaraan Listrik (EV Charging) adalah sistem yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik, termasuk mobil listrik, mobil hibrida, dan kendaraan listrik angkutan umum. Di wilayah di mana kendaraan listrik telah banyak digunakan, fasilitas pengisian kendaraan listrik umumnya disediakan oleh penyedia layanan energi listrik. Stasiun pengisian mobil listrik dapat dibagi menjadi 3 kategori dasar, yaitu Stasiun Pengisian Rumah (Residensial), Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), Stasiun Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU).

Material Komposit

Istilah 'komposit' berasal dari kata kerja 'compose', yang merujuk pada tindakan menyusun atau menggabungkan. Dengan demikian, secara dasar, komposit adalah hasil penggabungan dua atau lebih bahan yang berbeda menjadi satu entitas yang padu (Nurmaulita 2010). Komposit merupakan hasil dari kombinasi material dari setidaknya dua komponen yang berbeda, dengan tujuan untuk mencapai karakteristik fisik dan mekanik tertentu yang melebihi sifat-sifat individual dari setiap komponen yang membentuknya. (Suhdi dkk, 2016).

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pada perancangan infrastruktur EVCS (Electric Vehicle Charging Station) dengan material komposit ini menggunakan pendekatan kualitatif yang melibatkan pemahaman dan analisis mendalam terhadap fenomena yang diamati dalam objek penelitian. Pendekatan ini mencakup wawancara, observasi, interaksi, dan pencarian data tertulis (Patrik Aspers & Ugo Corte, 2019). Dalam konteks penelitian kualitatif, teori berperan sebagai panduan untuk memastikan bahwa penelitian tetap sesuai dengan realitas di lapangan. Landasan teori dalam penelitian kualitatif juga berperan sebagai landasan yang mengilustrasikan latar belakang penelitian dan digunakan dalam tahap pembahasan. Dalam rangka menjalankan penelitian kualitatif, peneliti mengumpulkan data yang ada dan menggunakan teori sebagai pedoman, hasil akhirnya bisa berujung pada pengembangan 'Teori' baru. Penelitian kualitatif fokus pada mutu daripada jumlah, dan data yang dikumpulkan tidak diperoleh melalui kuesioner, tetapi melalui wawancara, pengamatan langsung, serta dokumentasi resmi dan elemen terkait lainnya. Penulis juga melakukan pengamatan/observasi secara langsung terhadap pengolahan material FRP yang diterapkan sebagai casing unit/produk yang diproduksi. Dalam observasi ini peneliti melakukan pengamatan secara terstruktur untuk mendapatkan kesimpulan dan data yang diperlukan.

Metode Penggalan Data

Data yang diperoleh dalam perancangan infrastruktur EVCS (Electric Vehicle Charging Station) ini melalui dua metode yang berbeda, yaitu kajian pustaka diperoleh dari berbagai referensi melalui sumber tertulis seperti jurnal penelitian, buku, artikel serta sumber yang berkaitan yang menjadi acuan penulis sebagai dasar untuk perancangan penelitian.

Tabel 1 Metode Penggalan Data

No.	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1	Mengumpulkan data melalui jurnal penelitian, literatur, buku, artikel, dan sumber pendukung lainnya	Mendapatkan data yang aktual untuk mendukung proses perancangan.	Laptop, Smartphone
2	Melakukan observasi lapangan di workshop PT Industri Kereta Api (Persero) juga pada anak perusahaannya yaitu di PT INKA Multi Solusi dimana penulis berinteraksi langsung pada semua proses produksi beberapa proyek yang dikerjakan terkait material fiber secara langsung. Penulis terlibat dengan pengembangan produk yang diproduksi bersama setiap divisi yang bekerja.	Mendapatkan data lapangan dan informasi terkait proses produksi material fiber dan kemungkinan kasus/fenomena yang terjadi baik permasalahan ataupun potensi yang dapat dikembangkan.	Buku, Ballpoint, Smartphone.

3	Melakukan wawancara dengan ahli dalam material komposit FRP.	Mendapatkan data dan informasi terkait pengolahan material komposit serta perlakuan yang tepat pada komposit Fiber Reinforced Polymer.	Ballpoint Smartphone Buku
---	--	--	---

Metode Perancangan

Metode SCAMPER adalah salah satu teknik yang awalnya diperkenalkan oleh Alex Osborne pada tahun 1953, yang kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Bob Eberle pada tahun 1971 dalam bukunya yang berjudul SCAMPER: A Game for Imagination Development. Menurut Alex Osborne, inovasi baru sering kali berasal dari inovasi yang sudah ada sebelumnya, dan untuk menciptakan inovasi tidak selalu memerlukan perubahan yang drastis, melainkan perubahan kecil yang dapat memiliki dampak besar (Schroeder, 2016). Metode ini diterapkan melalui brainstorming dengan pertanyaan-pertanyaansederhana untuk memulai suatu perubahan. Melalui teknik SCAMPER ini, desainer dapat mempertimbangkan konsep desain dengan analisis kritis. Desainer harus terlebih dahulu mengetahui keinginan, kemampuan, dan kebutuhan dari user yang dituju sehingga penggunaan teknik ini semakin maksimal. Data-data dari lapangan nantinya berguna untuk mengetahui alasan yang paling mendesak/penting yang dibutuhkan secara langsung di lapangan, sehingga inovasi yang dibuat menjadi tepat sasaran.

Tabel 2 Proses Perancangan

No.	Tahapan	Tujuan	Peralatan
1	Studi Kebutuhan	Mengetahui kebutuhan dan	Buku, Ballpoint, Smartphone

		potensi yang dapat dikembangkan di lapangan.	
2	Moodboard	Menentukan konsep desain yang akan digunakan.	Laptop, Smartphone.
3	Ideasi/ Sketsa	Mendapatkan gambaran kasar dari konsep desain yang digunakan.	Kertas, Pensil, Laptop
4	Perancangan Konsep 3D	Mendapatkan gambaran konsep EV Charging Station melalui visualisasi 3D.	Laptop
5	Prototyping	Merealisasikan konsep EV Charging Station dalam model skala.	Maket Produk

Metode Validasi

Thiagarajan, dkk (1974:8) menjelaskan bahwa 'expert appraisal' adalah suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan saran-saran guna meningkatkan kualitas materi. Metode ini digunakan untuk memvalidasi atau mengevaluasi kecocokan desain produk. Dalam perancangan ini diperlukan evaluasi mengenai penerapan material dalam proses perancangan yang akan dilakukan. Metode validasi dalam proses perancangan ini akan dilakukan melalui kuesioner yang disebar kepada masyarakat umum sebagai target user dan validasi kepada ahli material terkait FRP, juga kepada designer dari existing produk sebelumnya yaitu *Canopy Charger* milik PT Inka Multi Solusi. Pengujian validasi ahli dilakukan dengan mempertimbangkan aspek desain serta penerapan material

Fiber Reinforced Polymer terhadap desain EVCS yang telah dirancang. Perancangan *EV Charging Station* ini akan dibuat menggunakan model skala dan tidak menggunakan ukuran yang sesungguhnya. Dalam proses pengujian dan validasi dilakukan dengan menguji *prototype* dengan kekuatan dan ketahanan material di lingkungan outdoor. Pengujian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk produk dengan skala 1:1 apakah material yang dipilih sudah sesuai dengan kondisi lingkungan, seperti ketahanan terhadap berbagai cuaca, seperti terik matahari, hujan, angin, dll yang kemungkinan dapat merusak material yang dipilih.

HASIL DAN DISKUSI

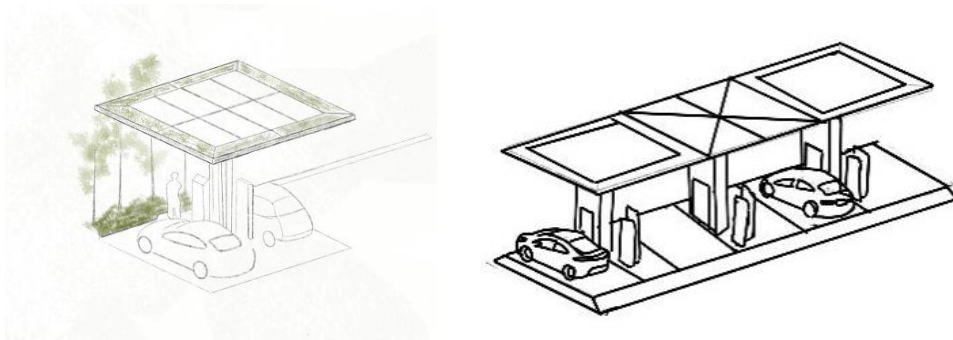
Konsep produk yang ingin dicapai dengan pengoptimalan fitur dari EVCS yang tersedia. Dari data yang diperoleh peneliti terhadap produk Pengembangan *Canopy Charger* PT INKA, *Canopy Charger* yang dilengkapi dengan beberapa fitur pendukung ditujukan untuk memudahkan pengguna dalam menemukan dan menggunakan fasilitas dengan nyaman dan aman. Setelah memahami hasil preferensi *existing* desain, langkah berikutnya adalah melakukan *brainstorming* dengan menggunakan teknik analisis SCAMPER untuk mencari peluang dalam merancang ulang desain kanopi dari EV Charging Station tersebut.

1. C : *Combine*, mengkombinasikan desain EVCS dengan fitur pendukung seperti LED lamp, kursi/fasilitas duduk bagi pengguna, serta beberapa fasilitas lain yang mendukung pengoptimalan fungsi EVCS.
2. A : *Adapt*, dalam perancangan ini mengadaptasi desain kanopi menjadi model yang lebih modern dan estetik agar cocok dengan lingkungan urban dan menarik bagi para pengguna mobil listrik.
3. M : *Modify*, memodifikasi struktur kanopi menjadi lengkung yang lebih lebar sehingga tidak hanya melindungi charger namun juga user dalam

melakukan pengisian untuk memberikan perlindungan ekstra saat cuaca buruk.

4. Put to Another Use : Menggunakan bagian bawah kanopi sebagai area pengumuman atau papan reklame untuk menyampaikan informasi tentang produk dan layanan terkait mobil listrik.

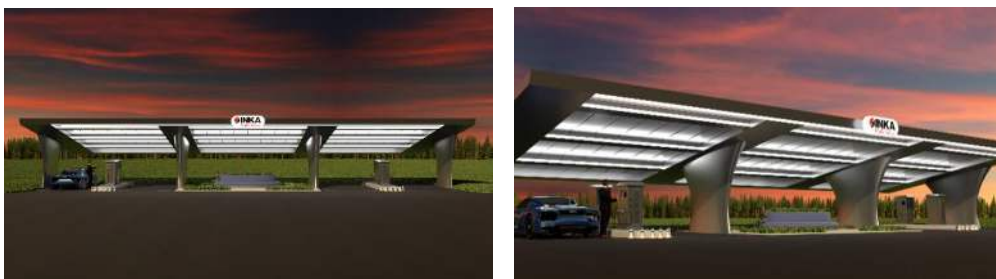
Sketsa Produk



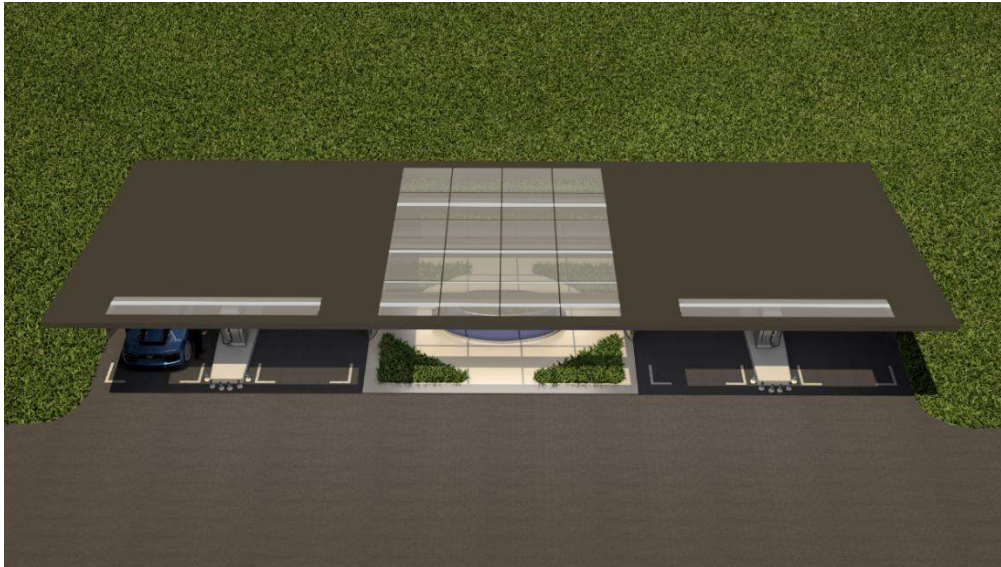
Gambar 1 Sketsa Produk
(Sumber: Data Penulis)

Sketsa tersebut merupakan konsep terpilih dengan memperhitungkan aspek visual desain dan fungsional dan kesesuaiannya dengan lokasi/area perancangan. Pengembangan dari desain Canopy Charger milik PT Inka Multi Solusi yang hanya melindungi fasilitas chargernya saja, disini penulis mengembangkan design dengan memperlebar komponen kanopi dan area pada fasilitas EVCS dimana terdapat beberapa tempat pengisian sehingga memudahkan mobilitas pengguna.

Final Design



Gambar 2 Desain Final
(Sumber: Data Penulis)



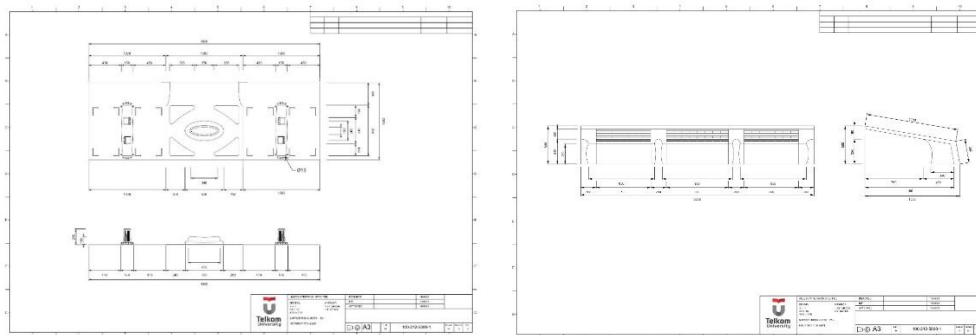
Gambar 3 Desain Final
(Sumber : Data Penulis)

Desain EVCS (Electric Vehicle Charging Station) modern yang menyesuaikan lingkungan sekitar didasarkan pada konsep integrasi harmonis antara infrastruktur pengisian kendaraan listrik dan lingkungan sekitarnya. Desain ini mencakup aspek estetika, keberlanjutan, dan kesesuaian dengan karakteristik lingkungan sekitar. Desain ini menyesuaikan area sekitar dimana pada bagian depan EVCS terdapat bangunan Starbucks Coffee dengan tema building yang futuristic modern dengan warna dark grey. Kemudian di bagian belakang EVCS terdapat Podomoro Park Pavillon dan McDonald's Podomoro.

Desain EVCS dengan kanopi miring terbuka menciptakan lingkungan pengisian daya yang fungsional, terbuka, dan menyenangkan bagi para pengguna. Dengan kombinasi perlindungan terhadap cuaca dan keterbukaan yang optimal, kanopi ini memberikan pengalaman pengisian daya yang nyaman dan efisien untuk pemilik kendaraan listrik. Atap miring transparan atau berbahan translusen pada bagian tengah memungkinkan cahaya alami masuk ke bawah kanopi. Penerangan alami ini dapat mengurangi penggunaan penerangan buatan pada siang hari dan menciptakan suasana yang cerah di area pengisian. Integrasi logo

perusahaan yang mengidentifikasi pemilik EVCS ditempatkan pada panel atap atau rangka untuk memberikan identitas visual yang konsisten dan menciptakan citra merek yang kuat bagi perusahaan di mata pengguna.

Gambar Teknik



Gambar 4 Gambar Teknik
(Sumber: Data Penulis)

Hasil Validasi

Hasil Validasi Perancangan

1. Produk yang dirancang merupakan fasilitas umum Electric Vehicle Charging Station pengembangan dari *Canopy Charger* PT Inka Multi Solusi dengan penerapan material FRP (Fiber Reinforced Polymer) sebagai kanopi/atap dari bangunan Charging Station tersebut.
2. Dimensi Produk
 1. $P \times L \times T : 3000 \times 1000 \times 500$
 2. *Ground Dimension* $P \times L : 3000 \times 1000$
 3. *Roof Dimension* : $P \times L : 3000 \times 1180$
3. Material Produk
 1. *Stainless Steel* sebagai rangka/frame kanopi.
 2. *Fiber Reinforced Polymer (FRP)* sebagai panel/casing atap kanopi.
 3. *Polikarbonat* sebagai material atap transparan.
 4. *LED Strip Light* sebagai fasilitas pencahayaan pada kanopi.

Hasil Validasi User

Dari data hasil kusioner yang disebar Lebih dari 50% total responden merasa puas dengan desain EV Charging Station yang dilengkapi dengan fasilitas perlindungan cuaca, penerangan/pencahayaan, serta fasilitas pendukung lainnya yang meningkatkan presentase kepuasan pengguna.

Hasil Validasi Desainer Existing Product

Hasil validasi desainer menunjukkan bahwa desain kanopi EVCS dengan material FRP telah berhasil memenuhi standar fungsional, estetika, keamanan, dan efisiensi yang diinginkan. Material FRP memberikan fleksibilitas dalam desain dan kinerja yang baik dalam kondisi cuaca ekstrem. Desain kanopi EVCS ini direkomendasikan untuk diimplementasikan sebagai bagian dari stasiun pengisian kendaraan listrik yang ramah lingkungan dan fungsional.

Hasil Validasi Ahli Material

Berdasarkan hasil validasi ahli material, desain kanopi EVCS dengan material FRP memenuhi standar keamanan dan kualitas yang diperlukan. Material FRP menunjukkan kekuatan mekanik yang baik, ketahanan terhadap korosi dan sinar UV, serta mampu bertahan dalam kondisi cuaca ekstrem. Selain itu, dari segi ekonomi, penggunaan material FRP pada kanopi EVCS memberikan kelayakan biaya yang lebih baik dibandingkan dengan bahan konvensional. Oleh karena itu, desain kanopi EVCS dengan material FRP sangat direkomendasikan untuk diterapkan dalam implementasi stasiun pengisian kendaraan listrik.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan evaluasi yang telah dilakukan terhadap fasilitas Electric Vehicle Charging Station (EVCS) dengan material FRP (Fiber Reinforced Polymer), bahwa kanopi pada Electric Vehicle Charging Station (EVCS) memiliki peran yang penting dan beragam dalam mendukung perkembangan dan adopsi kendaraan listrik. Kemudian dapat disimpulkan juga bahwa penggunaan FRP

sebagai bahan konstruksi kanopi EVCS memiliki beberapa kelebihan yang signifikan.

Dengan mempertimbangkan semua faktor di atas, kesimpulan ini menegaskan bahwa material FRP adalah pilihan yang menarik dan berpotensi memberikan solusi yang efisien, kuat, dan tahan lama untuk kanopi EVCS sebagai perlindungan bagi penggunaannya. Dengan demikian, penggunaan FRP pada kanopi EVCS merupakan langkah maju menuju infrastruktur yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk masa depan kendaraan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Audrey Ramadhina, Fatma Ulfatun Najicha. Regulasi Kendaraan Listrik di Indonesia Sebagai Upaya Pengurangan Emisi Gas. *J Huk to-ra Huk Untuk Mengatur dan Melindungi Masy.* 2022;8(2):201-208. doi:10.55809/tora.v8i2.126
- Budiarto Ahma & Judianto Oskar. (2019). *Perancangan Mobil Listrik Ramah Lingkungan Berbasis City Car*, Jurnal Inosains Vol. 14, (37-43)
- Chawla Krishan K. (2019). *Composite Materials*, Springer Nature, Switzerland.
- Dharmawan I.P (2021). *Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik di Indonesia*, Jurnal Spektrum Vol. 8, (90-101).
- Gibson Ronald F. (2016). *Principles Of Composite Material Mechanics*, CRC Press Taylor & Francis Group, London, New York.
- Nur Ibrahim Asrul & Kurniawan Dwi Andrian (2021). *Proyeksi Masa Depan Kendaraan Listrik di Indonesia: Analisis Perspektif Regulasi dan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim yang Berkelanjutan*, Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia Vol. 7, (197-220)
- Setiawan, D. B., Hidayat, M. I. P., & Widyastuti, W. (2020). Simulasi Delaminasi pada Komposit Glass Fiber-reinforced Polymer (GFRP) dan Carbon Fiber-

reinforced Polymer Menggunakan Metode Cohesive Zone Model (CZM) dan Virtual Crack Closure Technique (VCCT). *Jurnal Teknik ITS*, 9(1), 1–6. Retrieved from <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i1.50322>

Sidabutar Victor Tulus Pangapoi (2020). *Kajian pengembangan kendaraan listrik di Indonesia: prospek dan hambatannya*, Jurnal Paradigma Ekonomika Vol. 14, (21-38)

Sudjoko Cakrawati (2021). *Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon*, Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia Vol. 2, (54-68)

