

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Identitas Penelitian	iii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	3
RINGKASAN PENELITIAN.....	4
BAB 1. PENDAHULUAN	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	9
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN	22
LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Danau	12
Tabel 2 Station Charging Type in Indonesia	15
Tabel 3 Electrical Spesification of EV Charging	16
Tabel 4 Summary of Proposed Systems	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Asumsi Danau yang dijadikan modeling untuk design.....	11
Gambar 2 Danau 1.....	12
Gambar 3 Danau 2.....	12
Gambar 7 Ilustrasi Desain PLTS Terapung untuk pengisian kendaraan listrik.....	18

RINGKASAN PENELITIAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya konsumsi listrik dari jaringan PLN yang sebagian besar masih berbasis energi fosil, sementara potensi pemanfaatan area perairan untuk pembangkitan energi terbarukan melalui Floating PV belum dimanfaatkan secara optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem fotovoltaik terapung (PV) yang dapat digunakan untuk pengisian EV, dengan memanfaatkan keunggulan teknologi PV terapung seperti penghematan lahan dan peningkatan efisiensi melalui efek pendinginan. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan infrastruktur EV yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, sekaligus memenuhi kebutuhan energi nasional. Metode penelitian yang digunakan meliputi simulasi dan pemodelan untuk mengevaluasi kinerja serta kelayakan sistem yang diusulkan, dengan fokus pada kriteria pemilihan lokasi, konfigurasi sistem, dan integrasi dengan jaringan pengisian EV. Penelitian ini menyajikan perancangan dan perhitungan kapasitas sistem fotovoltaik terapung (FPV) yang terintegrasi dengan penyimpanan energi baterai untuk mendukung pengisian daya kendaraan listrik (EV) berkapasitas tinggi. Sistem ini dirancang untuk dapat mengisi daya hingga empat unit EV per hari, masing-masing dengan estimasi konsumsi energi sebesar 100 kWh. Berdasarkan data penyinaran matahari lokal dan asumsi efisiensi sistem, ditentukan bahwa konfigurasi optimal terdiri dari panel surya berkapasitas 250 kWp, baterai 500 kWh, dan inverter 375 kW. Pengisi daya EV berkapasitas 120 kW dipilih sesuai dengan standar pengisian cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi FPV yang diusulkan mampu memenuhi kebutuhan energi harian secara andal, sekaligus menjamin kontinuitas operasional dan keberlanjutan. Pendekatan ini mendukung infrastruktur transportasi berbasis energi terbarukan dan sangat sesuai diterapkan di wilayah dengan potensi energi surya yang tinggi serta keterbatasan lahan. Penelitian ini terkait dengan road map penelitian ketua peneliti yang berfokus pada energi terbarukan dan teknologi PV, serta mendukung Road Map Penelitian Fakultas dalam pengembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia. Luaran yang direncanakan mencakup publikasi ilmiah, serta potensi pengembangan proyek percontohan di masa depan.

Kata Kunci :

PLTS Terapung, Pengisian Kendaraan Listrik, Energi Terbarukan

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara yang sedang berkembang pesat, secara aktif berupaya mengadopsi sumber energi terbarukan untuk memenuhi permintaan energi yang terus meningkat dan mengatasi masalah lingkungan. Indonesia telah menetapkan target ambisius, yaitu mencapai 23% porsi energi baru dan terbarukan dalam bauran energi pada tahun 2025, dan 31% pada tahun 2050, naik dari hanya 6% pada tahun 2019 (Maulidia et al., 2019). Mencapai target ini akan memerlukan upaya bersama, kerangka kebijakan dan regulasi yang jelas, serta investasi yang signifikan. Permintaan energi di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang pesat, peningkatan standar hidup, serta urbanisasi yang cepat. Namun, sektor ketenagalistrikan di negara ini menghadapi kurangnya investasi serius, sehingga menimbulkan tantangan dalam memenuhi permintaan energi yang meningkat dan meningkatkan porsi energi terbarukan hingga hampir empat kali lipat dari tingkat saat ini dalam waktu kurang dari satu dekade. Di antara teknologi energi terbarukan yang sedang dieksplorasi di Indonesia, sistem fotovoltaik dan kendaraan listrik telah muncul sebagai opsi yang menjanjikan untuk diadopsi. Penggunaan energi terbarukan di Indonesia diproyeksikan meningkat dari 18% kapasitas terpasang pada tahun 2018 menjadi 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 (Asfani et al., 2020). Seiring dengan meningkatnya penetrasi energi terbarukan, harga listrik diperkirakan akan menurun, menjadikan kendaraan listrik sebagai opsi yang lebih hemat biaya dibandingkan mesin pembakaran internal. Pangsa pasar kendaraan listrik diperkirakan akan meningkat seiring dengan penurunan harga baterai. Mewujudkan target ambisius energi terbarukan ini akan membutuhkan kebijakan yang jelas, regulasi yang tepat, dan peningkatan koordinasi antar lembaga, serta investasi yang signifikan (Maulidia, Dargusch, Ashworth, & Wicaksono, 2019). Mengatasi tantangan di sektor ketenagalistrikan dan memastikan ketersediaan infrastruktur yang diperlukan akan menjadi faktor kunci dalam keberhasilan adopsi teknologi fotovoltaik dan kendaraan listrik di Indonesia. Transisi Indonesia menuju energi terbarukan dan kendaraan listrik menghadirkan peluang sekaligus tantangan. Dekarbonisasi sektor listrik melalui peningkatan penggunaan fotovoltaik (PV) dapat memfasilitasi adopsi kendaraan listrik, karena harga listrik yang lebih rendah akan menjadikan kendaraan listrik sebagai opsi yang lebih ekonomis dibandingkan mesin pembakaran internal (Asfani et al., 2020). Namun, integrasi sistem PV dengan infrastruktur kendaraan listrik menghadapi beberapa kendala utama dalam konteks Indonesia. Salah satu tantangan signifikan adalah ketergantungan lama negara ini pada pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, yang telah lama tertanam dalam lanskap politik dan ekonomi (Setyawati, 2020). Hubungan erat industri batu bara dengan elit politik menghambat penerapan kebijakan yang lebih menguntungkan sumber energi terbarukan dibandingkan batu bara. Selain itu, batas harga domestik untuk batu bara yang dijual ke perusahaan listrik milik negara, PT PLN, menjadikan batu bara pilihan yang lebih murah dibandingkan energi terbarukan (Setyawati, 2020). Selain itu, ketersediaan bahan bakar fosil yang tidak merata dan tantangan geografis dalam menyediakan jaringan listrik di daerah terpencil telah menyebabkan penggunaan genset diesel yang meluas, yang menghasilkan biaya produksi listrik yang tinggi dan dampak lingkungan yang signifikan (Baghta et al., 2020). Meskipun penggunaan sistem PV surya dapat mengatasi masalah ini, terutama di wilayah terpencil, integrasi infrastruktur PV dan kendaraan listrik menghadapi hambatan teknis dan logistik. Sifat intermiten energi surya dan potensi tekanan pada jaringan dari pengisian kendaraan listrik secara bersamaan memerlukan penerapan solusi penyimpanan energi canggih dan strategi manajemen jaringan (Baghta et al., 2020) (Berian & Kaulika, 2020). Platform perdagangan energi peer-to-peer (P2P) yang sepenuhnya terdesentralisasi, microgrid berbasis komunitas, dan pasar komposit yang menggabungkan pendekatan terpusat dan terdesentralisasi dapat menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini (Berian & Kaulika, 2020).

Secara keseluruhan, integrasi yang berhasil antara sistem PV dan infrastruktur kendaraan listrik di Indonesia akan membutuhkan pendekatan multifaset yang mengatasi hambatan politik, ekonomi, dan teknis. Upaya berkelanjutan untuk mempromosikan kebijakan energi terbarukan, meningkatkan modernisasi jaringan, dan mengembangkan mekanisme perdagangan energi yang inovatif akan menjadi kunci untuk mewujudkan potensi penuh dari sinergi ini

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah ini adalah bagaimana design floating PV untuk kendaraan listrik di Indonesia

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan mengevaluasi kerangka desain komprehensif untuk sistem fotovoltaik terapung (PV) guna meningkatkan infrastruktur pengisian kendaraan listrik (EV) di Indonesia. Penelitian ini mencakup pembuatan pendekatan desain inovatif yang menangani aspek teknis utama seperti konfigurasi panel PV dan desain platform terapung, serta integrasi sistem dengan jaringan pengisian EV yang sudah ada.

1.4. Batasan Penelitian

Studi ini fokus pada sistem fotovoltaik terapung yang digunakan untuk pengisian kendaraan listrik. Dan dibatasi tanpa implementasi secara langsung

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Penelitian yang diusulkan memiliki roadmap yang terkait dengan roadmap penelitian yang ditetapkan oleh Fakultas Teknologi Industri yaitu pada bidang penelitian green energy dan fokus penelitian di bidang energi baru dan terbarukan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Seiring dengan transisi Indonesia menuju energi terbarukan, integrasi teknologi fotovoltaik terapung dan stasiun pengisian kendaraan listrik (EV) memberikan peluang yang menjanjikan untuk memanfaatkan kondisi geografis dan iklim unik di negara ini.

Secara historis, Indonesia didominasi oleh bahan bakar fosil, namun pemerintah telah menetapkan target ambisius untuk meningkatkan porsi energi terbarukan menjadi 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 (Asfani et al., 2020). Upaya untuk mendekarbonisasi sistem pembangkitan listrik dan mengurangi dampak lingkungan, termasuk perubahan iklim, tengah diupayakan (Sukarso & Adimas, 2021). Penggunaan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), diperkirakan akan meningkat secara signifikan, yang akan menyebabkan penurunan harga listrik dan menjadikan kendaraan listrik sebagai pilihan yang lebih menarik dibandingkan mesin pembakaran internal (Asfani et al., 2020).

Teknologi fotovoltaik terapung, yang melibatkan pemasangan panel surya di atas badan air, menawarkan beberapa keuntungan khususnya di Indonesia. Iklim tropis dan sumber daya air yang melimpah, seperti danau, waduk, dan kawasan pesisir, menjadikan Indonesia sangat cocok untuk teknologi ini (Sukarso & Adimas, 2021). Sistem fotovoltaik terapung dapat diterapkan di daerah terpencil di mana instalasi surya berbasis darat tradisional mungkin sulit dilakukan karena ketidakmerataan ketersediaan bahan bakar fosil dan kesulitan dalam menyediakan jaringan listrik (Baghta et al., 2020).

Selain itu, integrasi fotovoltaik terapung dengan stasiun pengisian kendaraan listrik dapat menciptakan sistem sinergis yang memanfaatkan karakteristik unik kedua teknologi tersebut. Dengan memanfaatkan energi terbarukan yang dihasilkan oleh sistem PV terapung, stasiun pengisian kendaraan listrik dapat dioperasikan secara berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada listrik berbasis karbon dari jaringan (Asfani et al., 2020).

Pendekatan ini dapat sangat bermanfaat di komunitas atau wilayah di mana infrastruktur jaringan terbatas, karena sistem stasiun pengisian EV-PV terapung dapat beroperasi sebagai solusi terdesentralisasi yang mandiri (Berian & Kaulika, 2020). Selain itu, kolokasi teknologi ini dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan mengurangi kebutuhan infrastruktur secara keseluruhan, sehingga membuat sistem lebih hemat biaya dan mudah diakses oleh masyarakat lokal.

Namun, adopsi teknologi fotovoltaik terapung dan stasiun pengisian EV di Indonesia menghadapi beberapa tantangan, termasuk hambatan kebijakan dan regulasi, serta kebutuhan akan investasi dan inisiatif pengembangan kapasitas yang terarah.

Sistem fotovoltaik terapung (floating solar photovoltaic/FPV) telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi keterbatasan lahan yang sering ditemui pada instalasi panel surya konvensional berbasis darat (Adhikari et al., 2015). Dengan memanfaatkan permukaan air yang tersedia sebagai tempat pemasangan panel surya, sistem ini dapat menghasilkan energi yang lebih tinggi, mengurangi penguapan air, serta meningkatkan kualitas air, sehingga menjadi opsi yang menarik untuk pembangkitan energi terbarukan. Perancangan teknis sistem PV terapung, khususnya yang diintegrasikan dengan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (EV), harus mempertimbangkan berbagai aspek penting. Modul PV perlu dioptimalkan untuk menghasilkan energi maksimum dengan mempertimbangkan kondisi operasional unik dari platform terapung. Parameter utama seperti efisiensi panel, sudut kemiringan, dan kemungkinan penggunaan sistem pelacakan matahari harus dianalisis secara menyeluruh untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan. Pemilihan panel surya harus mengutamakan output daya tinggi, daya tahan, serta kompatibilitas dengan struktur terapung. Platform terapung itu sendiri merupakan komponen krusial karena harus menyediakan dasar yang stabil dan aman bagi modul PV. Platform ini harus dirancang untuk mampu menahan kondisi lingkungan di lokasi, termasuk gelombang, beban angin, dan kemungkinan

pembentukan es. Bahan yang digunakan harus tahan korosi dan memiliki umur pakai panjang untuk menjamin keberlangsungan operasional sistem. Selain itu, sistem PV terapung perlu diintegrasikan dengan jaringan listrik lokal serta infrastruktur pengisian daya EV. Integrasi ini memerlukan perencanaan kelistrikan yang cermat guna menjamin keselamatan dan keandalan sistem. Pemilihan dan instalasi inverter, transformator, serta perangkat interkoneksi jaringan harus memenuhi spesifikasi teknis dari penyedia listrik. Integrasi dengan sistem penyimpanan energi juga dapat memberikan manfaat tambahan dalam hal fleksibilitas operasional melalui pengelolaan beban dan pemanfaatan energi tersimpan. Secara keseluruhan, penerapan sistem PV terapung yang terintegrasi dengan pengisian daya EV membutuhkan pendekatan menyeluruh yang mencakup pertimbangan teknis, lingkungan, dan ekonomi. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti pendekatan sistematis untuk merancang dan menentukan kapasitas sistem PV terapung yang terintegrasi dengan penyimpanan baterai guna mendukung stasiun pengisian daya EV. Langkah awal adalah mengidentifikasi spesifikasi teknis stasiun pengisian, termasuk daya terpasang, tegangan masuk, kebutuhan arus, efisiensi, dan faktor daya. Berdasarkan parameter tersebut, estimasi kebutuhan energi harian dihitung dari jumlah kendaraan listrik yang diperkirakan akan diisi daya serta konsumsi energi rata-rata per kendaraan.

Untuk memastikan ketersediaan energi selama periode tanpa sinar matahari atau pada malam hari, sistem juga dirancang untuk dapat mengisi daya ke unit penyimpanan baterai. Data penyinaran matahari spesifik lokasi digunakan untuk memperkirakan potensi energi harian per kilowatt-peak (kWp) kapasitas PV terpasang, dengan mempertimbangkan kerugian sistem yang umum terjadi. Kapasitas total PV yang dibutuhkan kemudian dihitung dan disesuaikan dengan margin keamanan yang memadai untuk menjamin keandalan sistem. Perhitungan kapasitas inverter dilakukan dengan mempertimbangkan beban maksimum secara simultan dari proses pengisian EV dan pengisian baterai, dengan memastikan bahwa inverter yang dipilih mendukung operasi hibrida (input dari PV dan baterai). Metodologi ini juga mencakup pertimbangan teknis untuk integrasi dengan struktur terapung, guna memastikan bahwa array PV dapat dipasang dengan aman di atas permukaan air, serta tetap mempertahankan kinerja dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan dimulai dari saat proposal ini di mulai yaitu 15 November 2024 sampai 31 Juli 2025

3.2. Metode Penelitian

Seiring dengan transisi dunia menuju solusi energi berkelanjutan, integrasi antara kendaraan listrik dan sumber energi terbarukan, seperti sistem fotovoltaik, menjadi fokus utama yang sangat penting. penelitian ini menyajikan kerangka kerja komprehensif untuk merancang sistem fotovoltaik terapung yang secara khusus disesuaikan untuk aplikasi pengisian kendaraan listrik.

Infrastruktur pengisian kendaraan listrik merupakan komponen penting dalam adopsi luas moda transportasi ramah lingkungan ini (Veneri et al., 2012). Baik konfigurasi pengisian AC maupun DC telah dieksplorasi, dengan konfigurasi DC menawarkan keuntungan dalam hal waktu pengisian yang lebih cepat dan dampak yang lebih kecil pada jaringan utama (Veneri et al., 2012). Integrasi energi surya dengan sistem pengisian EV diidentifikasi sebagai pendekatan yang menjanjikan, karena dapat menyediakan sumber energi yang berkelanjutan untuk pengisian daya, sambil juga menyalurkan daya ke jaringan selama periode ketersediaan sinar matahari yang tinggi (Kalla & Shukla, 2021).

Perancangan sistem fotovoltaik terapung untuk pengisian EV menghadirkan tantangan dan peluang unik. Sistem PV terapung memiliki keuntungan dalam penggunaan badan air yang efisien, kebutuhan lahan yang lebih sedikit, serta peningkatan kinerja karena efek pendinginan dari air (Shareef et al., 2016). Dengan menggabungkan sistem PV terapung dengan stasiun pengisian EV, kita dapat menciptakan ekosistem sinergis yang memanfaatkan kekuatan dari kedua teknologi ini.

Kerangka kerja yang diusulkan untuk perancangan sistem PV terapung untuk pengisian EV terdiri dari komponen-komponen utama sebagai berikut: pemilihan lokasi, penentuan ukuran sistem, manajemen daya, dan integrasi dengan jaringan listrik. Pemilihan lokasi melibatkan identifikasi badan air yang sesuai dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kedalaman air, kondisi angin dan gelombang, serta kedekatan dengan permintaan pengisian EV (Shareef et al., 2016). Penentuan ukuran sistem mencakup penentuan kapasitas PV dan penyimpanan baterai yang optimal untuk memenuhi permintaan pengisian, dengan mempertimbangkan sumber daya surya yang tersedia, pola konsumsi energi, serta kebutuhan integrasi jaringan (Veneri et al., 2012).

Manajemen daya adalah aspek krusial, karena melibatkan koordinasi aliran energi antara sistem PV, penyimpanan baterai, stasiun pengisian EV, dan jaringan listrik. Strategi seperti pengisian pintar dan pergeseran beban dapat diterapkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan (Kunwar et al., 2020). Pada akhirnya, integrasi sistem PV terapung dengan infrastruktur pengisian EV dapat menyediakan solusi yang berkelanjutan dan tangguh untuk permintaan mobilitas listrik yang terus meningkat (Veneri et al., 2012). Keuntungan pendekatan ini sangat beragam. Sistem PV terapung dapat memanfaatkan manfaat badan air, seperti peningkatan hasil energi dan pengurangan penguapan, untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem (Group,ESMAP,SERIS, n.d.). Selain itu, integrasi dengan pengisian EV dapat menciptakan hubungan simbiosis, di mana energi terbarukan dapat digunakan untuk mengisi daya kendaraan, sementara EV juga dapat berfungsi sebagai perangkat penyimpanan energi dan memberikan layanan jaringan (Muzammil Idris et al., 2019)

Komunitas ilmiah telah mengakui potensi pendekatan ini, dan beberapa studi telah dilakukan untuk mengeksplorasi kelayakan teknis dan ekonomis dari sistem semacam itu (Veneri et al., 2012) (Kunwar et al., 2020). Secara khusus, sifat saling melengkapi antara PV terapung dan pembangkit listrik tenaga air telah disorot sebagai jalur yang menjanjikan untuk eksplorasi lebih lanjut

3.3. Metode Analisis

Data yang diperoleh dari hasil survey digunakan untuk modeling dan simulasi energi dengan menggunakan helioscope dan Homer Pro Software

3.4. Indikator Capaian Penelitian

Indikator Capaian Penelitian ini adalah:

1. Design Floating PV for Electric Vehicle
2. Menghasilkan luaran berupa Jurnal Nasional Terakreditasi dan HKI.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

PLTS terapung menawarkan solusi inovatif dan efisien untuk produksi energi terbarukan, khususnya di wilayah-wilayah yang lahannya terbatas. Sistem-sistem ini mendapatkan manfaat dari efek pendinginan alami air, sehingga meningkatkan efisiensi energinya dibandingkan dengan instalasi berbasis daratan. Selain itu, PLTS terapung juga membantu melestarikan lahan pertanian dan mengurangi penguapan air, yang sangat penting di daerah-daerah kering. Dalam hal dampak lingkungan, PLTS terapung juga dapat berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca sekaligus menghadirkan risiko rendah bagi ekosistem. Secara ekonomi, biaya listrik yang diproduksi oleh PLTS terapung, khususnya bila dikombinasikan dengan teknologi penyimpanan energi seperti produksi hidrogen. Namun, tantangan teknologi tetap ada, khususnya yang berkaitan dengan pengoptimalan penyelarasan panel melalui pelacakan surya dan membuat instalasi tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem. Meskipun menghadapi tantangan ini, PLTS terapung menunjukkan potensi yang sangat besar untuk meningkatkan otonomi energi, terutama jika diintegrasikan dengan sistem lain seperti produksi hidrogen, sehingga menjadikannya solusi yang menjanjikan untuk transisi energi global.

Pada penelitian kali ini, dua buah danau dipilih sebagai acuan modeling dengan detail sebagai berikut:

Koordinat Lokasi : -6.375852150149875, 106.94914554092995

Alamat: Jl. Desa Nagrak No.34, Nagrak, Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat 16967

Adapun foto lokasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Asumsi Danau yang dijadikan modeling untuk design

Didalam area tersebut terdapat dua danau yang berpotensi untuk dijadikan model desain PLTS terapung.



Gambar 2 Danau 1



Gambar 3 Danau 2

Dengan Detail data danau pada table 1 berikut.

Tabel 1 Data Danau

Lake	Area (Ha)	Depth (cm)	Shadow	Presence of grass
Orange	2	150	no	yes
Bleu	1.8	60	no	no

Hasil Survei Kondisi Iklim dan Lingkungan Sekitar Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, diperoleh data iklim sebagai berikut:

- **Suhu:** Suhu tahunan rata-rata di lokasi penelitian adalah sekitar **27,4°C**.
- **Curah Hujan:** Curah hujan tahunan rata-rata tercatat sebesar **164,9 mm**. Bulan-bulan terkering umumnya terjadi pada bulan **Juni, Juli, dan Agustus**, dengan rata-rata curah hujan bulanan sebesar **56,2 mm**. Sebaliknya, periode terbasah biasanya berlangsung pada bulan **November, Desember, Januari, dan Februari**, dengan curah hujan rata-rata bulanan mencapai **226,3 mm**.
- **Kelembaban Relatif:** Tingkat kelembaban relatif tertinggi terjadi pada **Februari dan Maret**, sementara kelembaban terendah tercatat pada **Agustus dan September**.
- **Penyinaran Matahari:** Rata-rata durasi penyinaran matahari adalah sekitar **12,1 jam per hari** sepanjang tahun. Periode dengan hari terpanjang terjadi pada bulan **November hingga Februari**, sedangkan hari-hari terpendek terjadi pada bulan **Juni hingga Agustus**.
- **Kecepatan Angin:** Periode dengan kecepatan angin tertinggi berlangsung selama **3,2 bulan**, yakni dari **Desember hingga awal Maret**, dengan kecepatan angin rata-rata melebihi **10,1 km/jam**. Bulan dengan kecepatan angin rata-rata tertinggi adalah **Januari**, yakni **12,1 km/jam**.

Adapun periode paling tenang terjadi selama **8,8 bulan**, yaitu dari **akhir Maret hingga akhir November**, dengan kecepatan angin terendah tercatat pada bulan **Oktober**, yaitu sebesar **8,1 km/jam**.

- **Radiasi Matahari Langsung (Direct Normal Irradiance/DNI):** Nilai DNI tahunan rata-rata tercatat sebesar **995,6 kWh/m²**.

Selain data iklim, hasil survei juga mencakup informasi mengenai dua danau yang berada di sekitar lokasi studi:

- **Danau pertama** memiliki luas area yang dapat dimanfaatkan sebesar **2 hektar**, dengan **kedalaman rata-rata 1,5 meter**.
- **Danau kedua** memiliki luas area yang dapat digunakan sebesar **1,8 hektar**, dengan **kedalaman rata-rata 0,6 meter**.

Kedua danau tersebut memiliki permukaan air yang relatif **stabil dan tidak mengalami gelombang**, sehingga cocok untuk berbagai kegiatan berbasis air. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa **air danau-danau tersebut dalam kondisi tercemar**, sehingga diperlukan evaluasi kualitas air sebelum digunakan lebih lanjut dalam kegiatan penelitian atau implementasi teknologi berbasis air.

Sistem Fotovoltaik Terapung (FPV)

Sistem fotovoltaik terapung (Floating Photovoltaic/FPV) merupakan inovasi signifikan dalam teknologi energi surya dengan memanfaatkan permukaan badan air untuk pembangkitan listrik tenaga surya. Konfigurasi ini menawarkan alternatif yang efisien dari segi lahan dibandingkan dengan sistem surya konvensional yang dipasang di darat, sekaligus meningkatkan kinerja panel melalui efek pendinginan alami dari air. Secara struktural, sistem FPV didukung oleh platform terapung seperti ponton, rakit, dan pelampung modular yang memberikan stabilitas terhadap gaya angin dan gelombang (Golroodbari & Selj, 2024). Struktur pendukung tambahan seperti rangka logam dan mangkuk pelampung berkontribusi terhadap integritas mekanis dan optimasi penangkapan energi. Konfigurasi FPV disesuaikan dengan berbagai kondisi lingkungan. Sistem berbasis ponton menawarkan kemudahan pemasangan dan ketahanan yang kuat, sedangkan platform berbasis rakit mendistribusikan tegangan mekanis secara lebih merata dan sering kali dirancang dengan profil rendah untuk meningkatkan ketahanan terhadap angin (Yong et al., 2017). Sistem yang lebih canggih mengintegrasikan sensor dan aktuator untuk pelacakan matahari dinamis guna memaksimalkan output energi. Beberapa desain inovatif bahkan memisahkan unit penangkap cahaya dari komponen pembangkitan daya, memberikan fleksibilitas dan modularitas yang lebih tinggi tanpa bergantung pada platform tetap (Xuejiao & Yun, 2020). Untuk menjamin kinerja jangka panjang, instalasi FPV mencakup strategi perlindungan terhadap korosi, biofouling, dan degradasi akibat induksi potensial (PID), terutama di lingkungan dengan kelembapan tinggi (Daying et al., 2018). Sistem penambat (mooring system) juga menjadi komponen penting untuk menjaga posisi array panel tetap stabil di bawah kondisi hidrodinamik yang berubah-ubah (Golroodbari & Selj, 2024). Secara operasional, sistem FPV tidak hanya memperoleh manfaat dari pendinginan alami, tetapi juga berpotensi mencapai efisiensi konversi energi yang lebih tinggi dibandingkan sistem terestrial (Chayma & Aymen, 2024). Aplikasi nyata seperti di Tambang Batu Bara Huainan di Tiongkok dan Waduk Omkareshwar di India menunjukkan potensi besar FPV dalam mendukung target energi bersih, sambil memanfaatkan ruang perairan yang sebelumnya kurang dimanfaatkan (Attar et al., n.d.). Namun demikian, tantangan masih ada dalam hal logistik pemeliharaan, dampak ekologi, dan integrasi lingkungan jangka panjang. Penanganan isu-isu tersebut melalui desain adaptif dan spesifik lokasi akan menjadi kunci bagi kemajuan berkelanjutan dan adopsi teknologi FPV secara luas.

Sistem Fotovoltaik

Perhitungan kapasitas sistem fotovoltaik terapung (FPV) memerlukan pendekatan komprehensif yang mempertimbangkan kebutuhan energi, kondisi lingkungan spesifik lokasi, serta infrastruktur yang tersedia. Berbagai metodologi telah dikembangkan untuk mengoptimalkan kinerja sistem dengan tetap menjamin keberlanjutan dan efisiensi biaya. Salah satu pendekatan memanfaatkan kapasitas tidak terpakai dari infrastruktur pembangkit listrik tenaga air, yaitu dengan mengintegrasikan FPV pada fasilitas hidro yang ada guna memaksimalkan pemanfaatan kapasitas, seperti yang ditunjukkan dalam studi kasus pada pembangkit hidro skala besar (Bezerra Freitas et al., 2024). Metode lain berfokus pada pemenuhan kebutuhan energi rumah tangga sambil mengurangi penguapan air dari waduk, dengan mengintegrasikan sistem penyimpanan energi seperti baterai dan tangki hidrogen untuk memastikan pasokan listrik tetap stabil dalam kondisi beban yang bervariasi (Zahedi & Gharehpetian, 2019). Strategi perhitungan teknis yang lebih mendalam menggunakan teknik numerik, seperti perhitungan daya rata-rata per sel (Average Power per Cell/APPC), untuk menentukan konfigurasi modul dan rangkaian berdasarkan data lingkungan spesifik lokasi (Sibai, 2021). Analisis ekonomi juga memainkan peran penting, dengan indikator seperti biaya energi levelisasi (Levelized Cost of Energy/LCOE) digunakan untuk menilai kelayakan biaya dari berbagai konfigurasi FPV (Rostegui et al., 2018). Meski pendekatan tersebut telah terstruktur dengan baik, tantangan tetap ada dalam menyeimbangkan dampak lingkungan dan kelayakan finansial, yang menegaskan perlunya riset lanjutan terkait teknologi dan material canggih untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan sistem FPV.

Untuk menentukan kapasitas sistem yang dibutuhkan dalam instalasi fotovoltaik terapung, dapat digunakan persamaan dasar berikut:

$$PV \text{ (kWp)} = \frac{\text{Daily Load (kWh)}}{PSH \times \eta}$$

di mana:

- **PSH** adalah *peak sun hours* (jam matahari puncak), yang umumnya berkisar antara 4,5–5,5 jam/hari di Indonesia (IEA PVPS, 2021),
- **η** adalah efisiensi sistem secara keseluruhan (diasumsikan 0,75–0,80 setelah memperhitungkan kehilangan akibat suhu, debu, mismatch, dan efisiensi inverter).

Pengisian Daya di Stasiun Kendaraan Listrik

Stasiun pengisian daya kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV) dapat diklasifikasikan berdasarkan metode pengisian daya, tingkat daya, dan sumber energinya. Berdasarkan metode pengisian, pengisian daya konduktif adalah yang paling umum digunakan, di mana daya dialirkan melalui konektor fisik dan biasanya dikategorikan ke dalam Level 1 (lambat), Level 2 (sedang), dan Level 3 (cepat), dengan Level 3 memberikan keluaran daya tertinggi yang cocok untuk pengisian cepat. Sementara itu, pengisian daya induktif menggunakan medan elektromagnetik untuk mentransfer energi tanpa kontak fisik, dan semakin banyak diadopsi di lingkungan perkotaan karena kepraktisannya. Metode lain yang sedang berkembang adalah pertukaran baterai (battery swapping), yang memungkinkan pengguna menukar baterai yang telah habis dengan baterai yang sudah terisi penuh, sehingga secara signifikan mengurangi waktu henti (Amry et al., 2022).

Stasiun pengisian daya EV juga berbeda berdasarkan tingkat dayanya. Level 1 menggunakan stopkontak rumah tangga standar dan memberikan pengisian lambat yang cocok untuk penggunaan semalam. Level 2 memberikan pengisian yang lebih cepat melalui stasiun khusus, menjadikannya ideal untuk lingkungan publik dan komersial. Level 3, atau pengisian cepat DC, menghasilkan keluaran daya tinggi yang secara signifikan mengurangi waktu tunggu (Mehrerji & Hemmati, 2019). Terkait dengan sumber energi, banyak stasiun menggunakan daya dari jaringan listrik konvensional. Namun, ada juga yang mengintegrasikan sumber energi terbarukan, seperti panel surya atau turbin angin, yang mendukung keberlanjutan dan mengurangi ketergantungan terhadap jaringan listrik (Thombare et al., 2023). Sistem hibrida yang menggabungkan energi surya, penyimpanan baterai, dan generator cadangan (misalnya diesel) juga sedang dikembangkan untuk meningkatkan kinerja dan keandalan (Mehrerji & Hemmati, 2019). Meskipun diversifikasi teknologi stasiun pengisian daya meningkatkan aksesibilitas dan kenyamanan bagi pengguna, tantangan masih tetap ada. Ini termasuk biaya infrastruktur yang tinggi dan kebutuhan mendesak akan standarisasi antar sistem yang berbeda. Mengatasi hambatan ini sangat penting untuk mempercepat adopsi kendaraan listrik secara luas. Infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (EV) di Indonesia dikategorikan ke dalam beberapa level berdasarkan keluaran daya, kecepatan pengisian, dan skenario penggunaan yang umum.

Tabel 2 Station Charging Type in Indonesia

Charging Level	Location	Max output Current (A)	Power Output (kW)	Connector Type	Charging Time
Level 1	Housing	16 AC	$\leq 3,7$ kW	Tipe 1 dan 2 (IEC 62196-2)	8h
Level 2	Office	63 AC	≤ 22 kW	Tipe 2(IEC 62196-2)	4mnt
Level 3	SPKLU	100 AC/ 250 DC	≤ 50 kW	CSS and Chademo (IEC 62196-3)	30mnt
Level 4	SPKLU	300 AC/ 500DC	≤ 150 kW	CCS2 and Chademo (IEC 62196-4)	15mnt

Source: PT PLN

Tabel 1 merinci empat tingkat utama pengisian daya (Level 1 hingga Level 4), yang menjelaskan lokasi penggunaan, arus keluaran maksimum, daya keluaran, jenis konektor, dan estimasi waktu pengisian untuk masing-masing level.

Level 1, yang dirancang untuk penggunaan residensial (rumah tinggal), beroperasi pada arus maksimum 16 A (AC) dengan daya keluaran $\leq 3,7$ kW, menggunakan konektor Tipe 1 dan Tipe 2 (IEC 62196-2), serta membutuhkan waktu sekitar 8 jam untuk pengisian penuh, sehingga cocok untuk pengisian semalam.

Level 2, yang umum ditemukan di lingkungan perkantoran, menyediakan arus hingga 63 A (AC) dengan daya keluaran ≤ 22 kW, menggunakan konektor Tipe 2 (IEC 62196-2), dan mempercepat waktu pengisian menjadi sekitar 4 menit untuk pengisian sebagian, menjadikannya ideal untuk pengisian di tempat kerja atau penggunaan berdurasi singkat.

Level 3, yang digunakan di stasiun pengisian umum (SPKLU), mendukung baik arus 100 A (AC) maupun 250 A (DC), dengan daya keluaran maksimum ≤ 50 kW, dan menggunakan konektor CCS dan CHAdeMO (IEC 62196-3), memungkinkan pengisian cepat dalam waktu sekitar 30 menit.

Level 4, tingkat tertinggi, dirancang untuk pengisian ultra-cepat di fasilitas publik (SPKLU), menawarkan arus 300 A (AC) dan 500 A (DC) dengan daya keluaran ≤ 150 kW, menggunakan konektor CCS2 dan CHAdeMO (IEC 62196-4), serta mampu mengisi penuh hanya dalam waktu 15 menit, setara dengan waktu pengisian bahan bakar konvensional.

Klasifikasi ini menunjukkan perkembangan dari pengisian daya lambat di rumah hingga pengisian daya publik berdaya tinggi dan cepat, menekankan pentingnya kompatibilitas infrastruktur dan standarisasi (IEC 62196) dalam mendukung peningkatan adopsi kendaraan listrik. Dalam studi ini, sistem pengisian daya kendaraan listrik (EV) tertentu dipilih sebagai dasar untuk desain dan analisis sistem. Spesifikasi teknis dari stasiun pengisian EV yang dipilih dijelaskan di bawah ini, dan akan digunakan sebagai parameter utama dalam estimasi kebutuhan energi dan perencanaan ukuran sistem.

Tabel 3 Electrical Specification of EV Charging

Input Current	Input Voltage	Input Frequency	Rated Power	Efficiency	Consumption
160A	480V	50/60Hz	120kW	$\geq 95\%$	$\leq 24W$

Source: Station Charging Company

Perencanaan Ukuran Penyimpanan Baterai yang Efektif untuk Sistem Fotovoltaik Terapung (FPV)

Penentuan ukuran penyimpanan baterai yang efektif untuk sistem fotovoltaik terapung (Floating Photovoltaic/FPV) memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap profil pembangkitan energi, pola permintaan beban, teknologi baterai, dan kelayakan ekonominya. Integrasi **Sistem Penyimpanan Energi Baterai (Battery Energy Storage System/BESS)** dengan instalasi FPV meningkatkan efisiensi energi dan stabilitas jaringan listrik, sehingga penentuan ukuran yang tepat menjadi sangat penting untuk kinerja sistem dan efektivitas biaya. Proses ini umumnya dimulai dengan menganalisis output energi yang diharapkan dari sistem FPV, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lokasi geografis, intensitas radiasi matahari, dan variasi musiman. Sama pentingnya adalah pemahaman terhadap profil beban, termasuk periode puncak permintaan dan pola konsumsi harian, yang biasanya dimodelkan menggunakan data deret waktu (time-series) untuk memprediksi potensi defisit energi (Abubakar et al., 2019). Pemilihan teknologi baterai—seperti **lithium-ion** atau **sodium-sulfur**—juga sangat mempengaruhi efisiensi sistem, umur pakai, dan biaya keseluruhan (Erlangga et al., 2024). Metode optimasi canggih, termasuk pemodelan aliran daya (power flow modeling) dan analisis biaya-manfaat, digunakan untuk menentukan ukuran baterai yang optimal dengan meminimalkan biaya operasional serta mengelola degradasi seiring waktu (Badawy et al., 2016). Selain itu, integrasi penyimpanan energi ke dalam sistem FPV menawarkan keuntungan lingkungan, seperti mengurangi penggunaan lahan dan menekan penguapan air, yang juga perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sistem secara keseluruhan (Erlangga et al., 2024). Namun, **oversizing** baterai dapat menyebabkan investasi yang tidak perlu dan pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal. Oleh karena itu, pendekatan yang seimbang dan berbasis data sangat penting untuk memastikan integrasi baterai yang efisien, ekonomis, dan berkelanjutan pada sistem FPV.

Dalam studi ini, ukuran baterai ditentukan untuk menyediakan cadangan energi selama **1 hari otonomi**, dengan mempertimbangkan **depth of discharge (DoD)** sebesar **80%** dan **efisiensi siklus penuh (round-trip efficiency)** sebesar **90%**. Kebutuhan energi baterai (**E_{battery}**) dihitung dengan rumus:

$$E_{\text{battery}} = \frac{\text{Daily Load (kWh)}}{\text{DoD} \times \text{Efficiency}}$$

Metodologi ini memastikan kinerja sistem yang andal sekaligus memaksimalkan efisiensi energi dan umur sistem. Pendekatan ini juga memperhitungkan faktor lingkungan spesifik sistem FPV, seperti pendinginan alami dari permukaan air, yang dapat meningkatkan efisiensi panel surya (Golroodbari & Selj, 2024).

Pendekatan ini sejalan dengan pedoman **IEC 61724** dan praktik terbaik yang dilaporkan oleh para peneliti seperti **Khatib et al. (2017)** dan **Silva & Bucciarelli (2024)**, yang menekankan pentingnya penentuan ukuran yang akurat untuk infrastruktur kendaraan listrik bertenaga energi terbarukan yang dioptimalkan, khususnya di iklim tropis seperti Indonesia. Penerapan sistem fotovoltaik terapung (FPV) untuk pengisian kendaraan listrik (EV) menawarkan solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan sekaligus meminimalkan penggunaan lahan. Perancangan sistem FPV untuk pengisian EV memerlukan penentuan ukuran komponen guna memastikan pasokan energi yang andal, efisiensi, serta kesesuaian dengan standar pengisian EV.

Penentuan Ukuran Sistem

Penentuan ukuran sistem dilakukan untuk menghitung kapasitas fotovoltaik (PV), kapasitas baterai, dan rating inverter yang diperlukan untuk stasiun pengisian EV yang ditenagai oleh sistem FPV dengan penyimpanan baterai terintegrasi. Charger EV yang dipertimbangkan memiliki daya input terukur sebesar 120 kW, beroperasi pada tegangan 480 V AC tiga fase dengan faktor daya $\geq 0,99$ dan efisiensi melebihi 95%. Untuk memenuhi kebutuhan energi harian, sistem dirancang untuk mendukung pengisian daya hingga empat EV per hari (diperkirakan 100 kWh per EV). Dengan mempertimbangkan radiasi matahari tipikal sebesar 4,5 kWh/m²/hari dan memperhitungkan kehilangan sistem sebesar 20%, hasil energi efektif sistem PV diperkirakan sebesar 3,6 kWh/kWp/hari. Oleh karena itu, dibutuhkan kapasitas PV sekitar 222 kWp, yang kemudian dibulatkan menjadi 250 kWp untuk memberikan margin operasional. Dalam hal penentuan ukuran inverter, kapasitas minimal 220 kW dinilai diperlukan untuk mengakomodasi beban pengisian EV dan pengisian baterai secara bersamaan. Perhitungan ini menjadi dasar bagi desain teknis dan strategi manajemen energi dalam penerapan infrastruktur pengisian EV berbasis FPV yang diusulkan.

Dengan rancangan ini, sistem FPV untuk pengisian EV diharapkan dapat memberikan pasokan energi yang stabil, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus mendukung transisi menuju mobilitas listrik yang ramah lingkungan.

Tabel 3 menyajikan ringkasan komponen sistem fotovoltaik terapung (Floating Photovoltaic/FPV) yang diusulkan untuk mendukung operasional pengisian daya kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV). Susunan panel surya (PV array) dirancang dengan kapasitas **250 kWp**, berdasarkan intensitas radiasi matahari lokal dan pertimbangan kebutuhan energi harian.

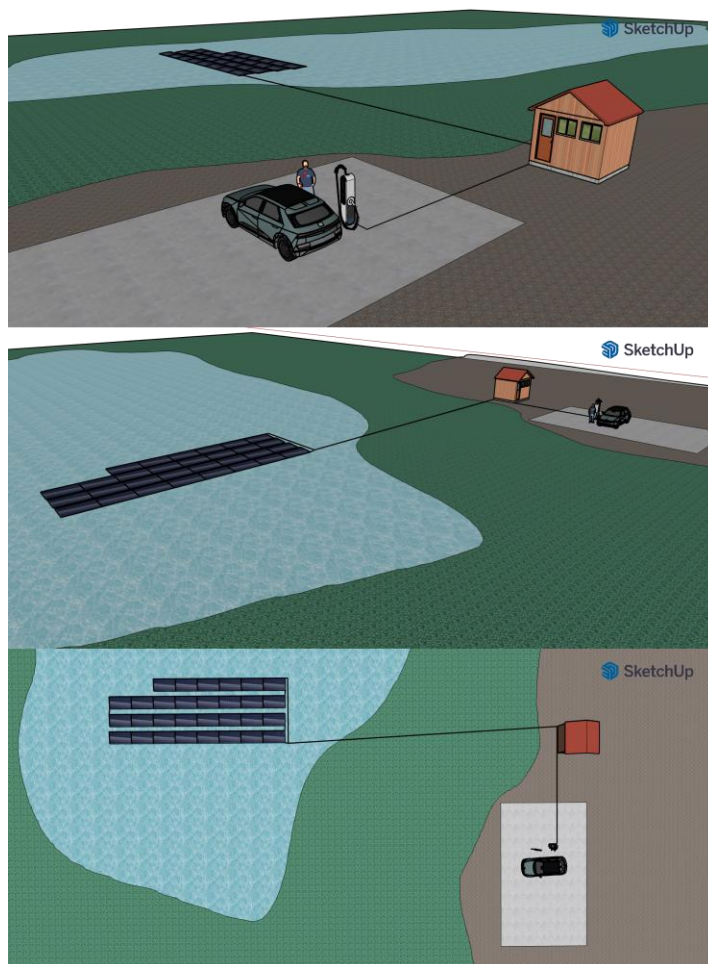
Sistem penyimpanan baterai sebesar **500 kWh** diintegrasikan untuk menyimpan kelebihan energi yang dihasilkan pada siang hari, serta memastikan ketersediaan pengisian daya secara berkelanjutan saat kondisi matahari rendah atau pada malam hari. Kapasitas inverter ditetapkan sebesar **375 kW**, yang memungkinkan konversi daya secara simultan dari pembangkitan PV dan pelepasan baterai guna memenuhi permintaan beban yang dinamis.

Stasiun pengisian daya EV dirancang untuk mendukung kapasitas pengisian maksimum sebesar **120 kW**, sesuai dengan kebutuhan pengisian cepat kendaraan listrik pada umumnya. Seluruh komponen ini dikonfigurasi untuk memastikan **keandalan sistem, kecukupan energi, dan efisiensi operasional**.

Tabel 4 Summary of Proposed Systems

PV	Battery	Inverter	EV Charging Capacity
250kWp	500kWh	375	120kW

Implementasi Sistem Fotovoltaik Terapung (PV) untuk Pengisian Kendaraan Listrik (EV)



Gambar 4 Ilustrasi Desain PLTS Terapung untuk pengisian kendaraan listrik

Gambar 4 menggambarkan tata letak konseptual dari sistem fotovoltaik terapung (Floating Photovoltaic/FPV) yang dirancang untuk mendukung pengisian daya kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV). Dalam konfigurasi ini, panel surya dipasang di atas platform terapung yang ditempatkan di permukaan air terdekat, sehingga dapat mengoptimalkan area perairan yang tidak terpakai dan meminimalkan penggunaan lahan.

Listrik yang dihasilkan oleh sistem PV terapung ini dialirkan ke unit kontrol dan konversi daya yang ditempatkan dalam sebuah bangunan kecil di darat, yang berisi komponen inverter dan penyimpanan baterai. Dari unit ini, daya kemudian disalurkan ke stasiun pengisian daya EV yang terletak di area parkir kendaraan.

Tata letak ini menunjukkan solusi energi terbarukan terdesentralisasi untuk infrastruktur EV, yang mengintegrasikan pembangkitan tenaga surya, penyimpanan energi, dan pengisian daya EV secara langsung dalam sistem yang ringkas dan berkelanjutan. Gambar tersebut memberikan representasi yang jelas mengenai bagaimana teknologi surya terapung dapat diterapkan untuk mendukung mobilitas ramah lingkungan di wilayah yang memiliki permukaan air yang sesuai.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Integrasi sistem fotovoltaik terapung (FPV) dengan penyimpanan energi baterai untuk pengisian daya kendaraan listrik (EV) merupakan pendekatan yang layak dan berkelanjutan dalam mendukung transportasi ramah lingkungan, sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan permukaan air yang tersedia dan mengurangi kebutuhan lahan. Penelitian ini menunjukkan proses perhitungan kapasitas sistem guna memastikan bahwa infrastruktur yang diusulkan mampu memenuhi kebutuhan energi untuk pengisian daya EV berkapasitas tinggi secara andal dan efisien. Melalui analisis kebutuhan beban harian, ketersediaan sumber daya surya, dan efisiensi sistem, kapasitas array PV sebesar 250 kWp diidentifikasi sebagai cukup untuk mendukung pengisian daya hingga empat unit EV per hari dengan tetap mempertahankan cadangan energi. Sistem penyimpanan baterai sebesar 500 kWh disertakan untuk menjamin keberlangsungan operasional selama periode penyinaran rendah atau penggunaan pada malam hari. Sistem ini juga mencakup inverter berkapasitas 375 kW yang mampu menangani distribusi daya secara simultan dari sumber PV dan baterai, serta mendukung stasiun pengisian daya EV 120 kW sesuai dengan standar pengisian cepat. Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa sistem energi berbasis FPV yang diusulkan layak secara teknis dan sangat cocok untuk diterapkan di wilayah seperti Indonesia, yang memiliki potensi energi surya tinggi serta keterbatasan lahan, sehingga menjadikan aplikasi tenaga surya terapung sebagai solusi yang sangat menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfani, D. A., Negara, I. M. Y., Nugraha, Y. U., Yuniarto, M. N., Wikarta, A., Sidharta, I., & Mukhlisin, A. (2020). Electric Vehicle Research in Indonesia: A Road map, Road tests, and Research Challenges. *IEEE Electrification Magazine*, 8(2), 44–51. *IEEE Electrification Magazine*. <https://doi.org/10.1109/MELE.2020.2985485>
- Baghta, N. A., Aprilianti, K. P., Aryani, D. R., Jufri, F. H., & Utomo, A. R. (2020). Optimization of Battery Energy Storage System (BESS) sizing for solar power plant at remote area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/599/1/012030>
- Berian, Z. Y., & Kaulika, V. O. (2020). Can Energy Trading be a Solution for Indonesia's Energy Mix Goal through Solar Energy? *Indonesian Journal of Energy*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.33116/ije.v3i2.89>
- Group,ESMAP,SERIS, W. B. (n.d.). Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report - Executive Summary [Text/HTML]. World Bank. Retrieved July 23, 2024, from <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/579941540407455831/Floating-Solar-Market-Report-Executive-Summary>
- Kalla, U. K., & Shukla, T. (2021). State of Art and Comprehensive Study on Charging Systems for Electric Vehicles. 2021 International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SEFET), 1–6. <https://doi.org/10.1109/SeFet48154.2021.9375708>
- Kunwar, D. R., Sharma, B., Paudel, S., Ojha, T. N., & Karki, M. (2020). Relieving Grid by Adding PV and BESS for Economical Charging of EV in the Charging Station. *American Journal of Computer Science and Technology*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajcst.20200301.12>
- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Ardiansyah, F. (2019). Rethinking renewable energy targets and electricity sector reform in Indonesia: A private sector perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 231–247. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.005>
- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Wicaksono, A. (2019). Sidrap: A Study of the Factors That Led to the Development of Indonesia's First Large-Scale Wind Farm. *Case Studies in the Environment*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1525/cse.2018.001453>
- Muzammil Idris, A., Fakrul Ramli, A., Aini Burok, N., Husnina Mohd Nabil, N., Ab Muis, Z., & Wai Shin, H. (2019). The Integration of Electric Vehicle with Power Generation Sector: A Scenario Analysis Based on Supply and Demand in Malaysia. *Materials Today: Proceedings*, 19, 1687–1692. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.198>
- Setyawati, D. (2020). Analysis of perceptions towards the rooftop photovoltaic solar system policy in Indonesia. *Energy Policy*, 144, 111569. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111569>
- Shareef, H., Islam, Md. M., & Mohamed, A. (2016). A review of the stage-of-the-art charging technologies, placement methodologies, and impacts of electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 403–420. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.033>
- Sukarso, P. & Adimas. (2021). Decarbonizing Electricity in Indonesia: Opportunity in the Implementation of Rooftop Solar PV. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1096(1), 012098. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1096/1/012098>
- Veneri, O., Ferraro, L., Capasso, C., & Iannuzzi, D. (2012). Charging infrastructures for EV: Overview of technologies and issues. *Railway and Ship Propulsion 2012 Electrical Systems for Aircraft*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ESARS.2012.6387434>

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN



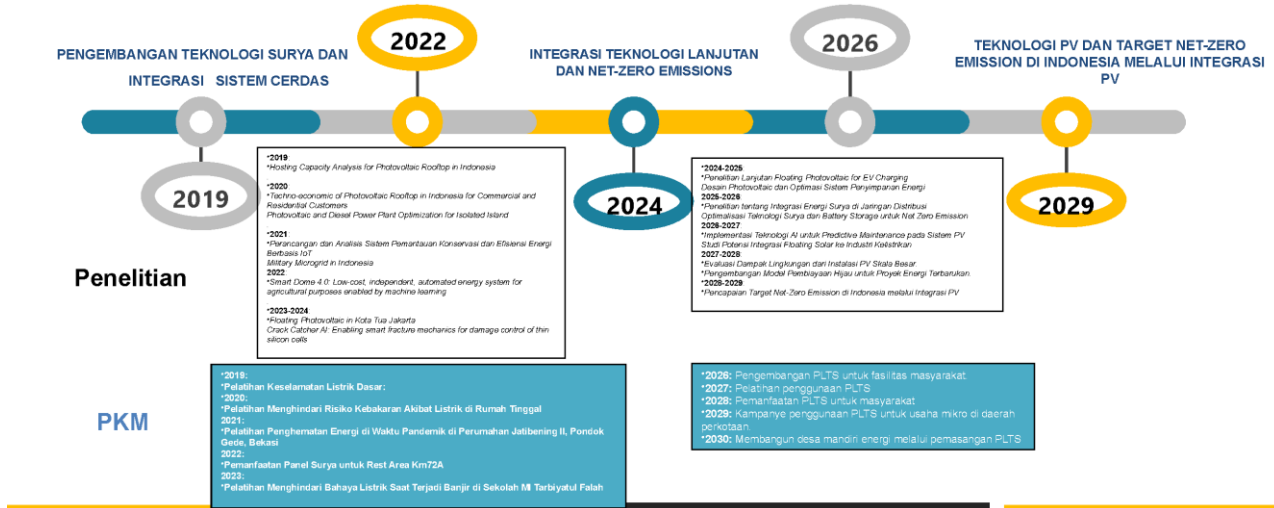
Roadmap Penelitian dan PKM Fotovoltaik di Indonesia: Inovasi, Integrasi, dan Pencapaian Net Zero Emissions (2019-2029)

<DIANING NOVITA NURMALA PUTRI, ST, MSC>

Rumpun Penelitian: Green Engineering Technology

Unggulan Universitas: Green Energy

Bidang Penelitian : Energi Terbarukan



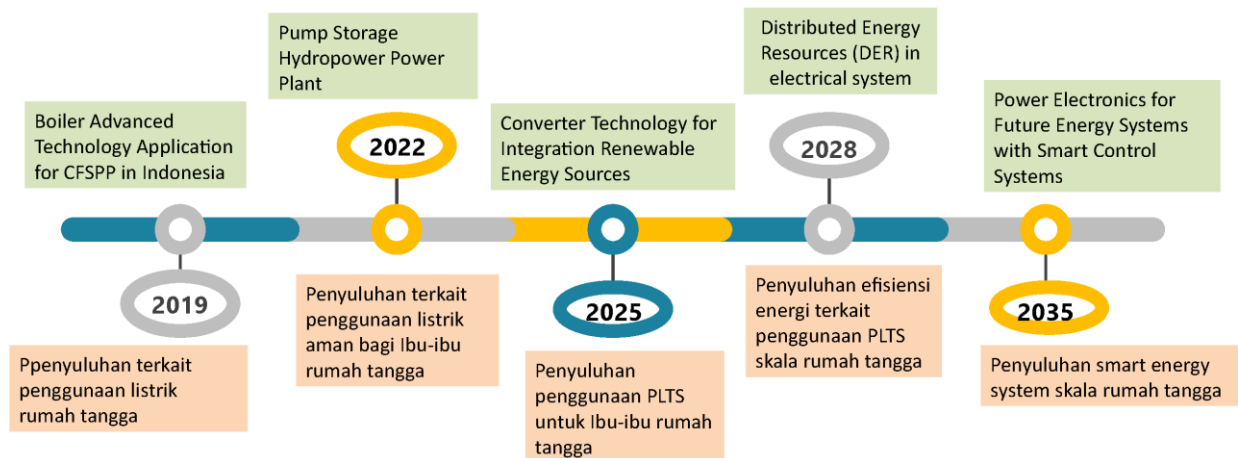
PETA JALAN PENELITIAN <Tyas Kartika Sari>

Unggulan Universitas : Green Energy

Rumpun Penelitian : Green Engineering Technology

Bidang Penelitian : Smart Product & Services (Sistem Ketenagalistrikan)

Penelitian
PKM

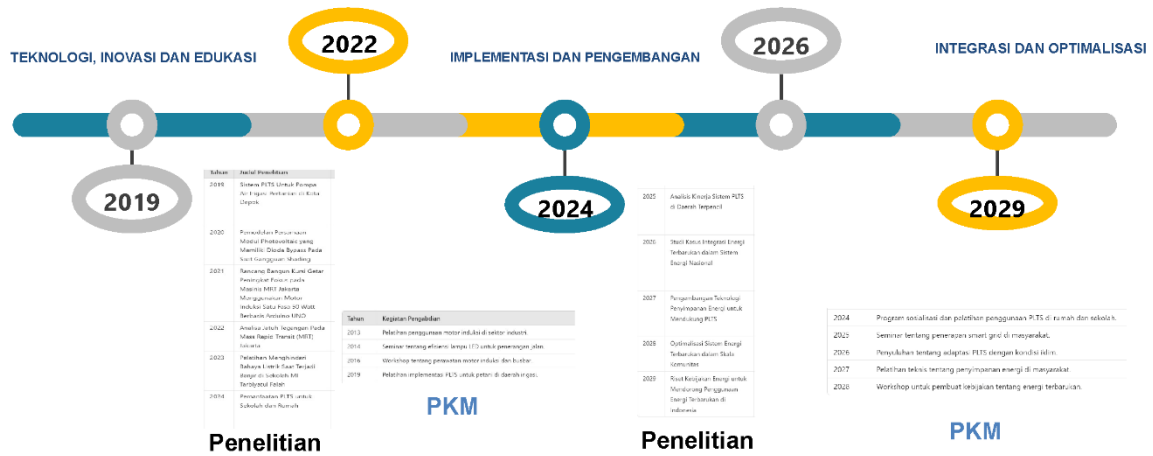




Roadmap Penelitian dan PKM Energi Terbarukan di Indonesia (2019-2029)

<DR.IR.CHAIRUL G.IRIANTO, MS>

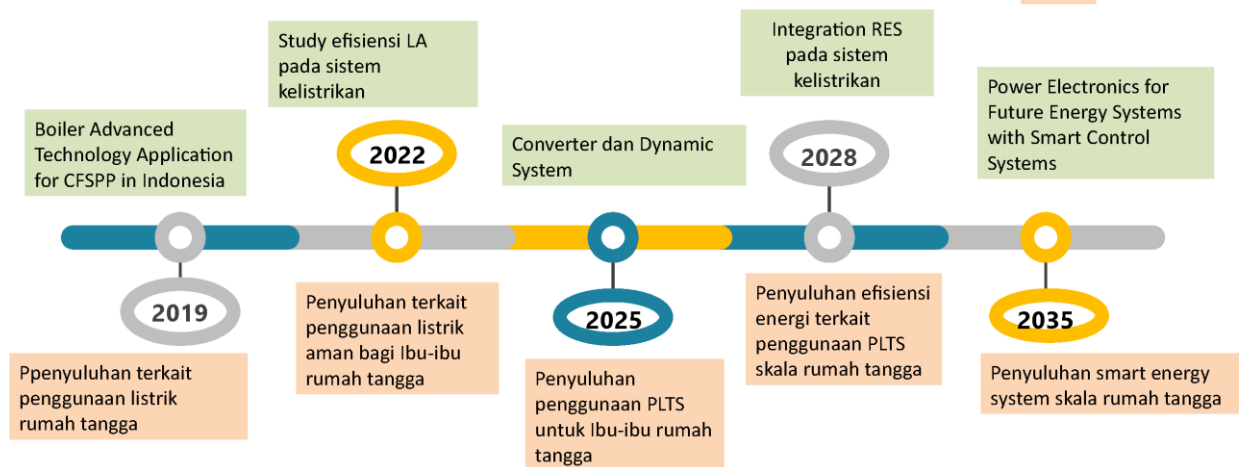
Rumpun Penelitian: Green Engineering Technology
Unggulan Universitas: Green Energy
Bidang Penelitian : Energi Terbarukan



PETA JALAN PENELITIAN <Maulasukma Widjaja>

Unggulan Universitas : Green Energy
Rumpun Penelitian : Green Engineering Technology
Bidang Penelitian : Smart Product & Services (Sistem Ketenagalistrikan)

Penelitian
PKM



LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN

LUARAN 1:

Kategori Luaran : Artikel Ilmiah

Status :

Jenis Publikasi Jurnal : Jurnal Nasional Terakreditasi

Nama Jurnal : International Journal of Renewable Energy

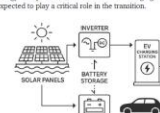
ISSN :

EISSN :

Lembaga Pengindek :

Url Jurnal : <https://ijred.cbiore.id/index.php/ijred/index>

Judul Artikel : Design Floating Photovoltaic for Electric Vehicle Charging Station

Int. J. Renew. Energy Dev. 2020, x (x), xxxxx Contents list available at CBIOR: journal website  BIRE International Journal of Renewable Energy Development Journal homepage: https://ijred.cbiore.id  Design Floating Photovoltaic for Electric Vehicle in Indonesia Dianing Novita Nurmalia Putri^{1,*}, Tyas Kartika Sari², Chaiul G Irtanto³, Lorenzo Medart⁴, Mathis Citaldo⁵ ¹Universitas Kallida, Indonesia ²Poltek Bina Rasi, Ponor ³Dept of IT, Poltek of author ORCID iD author 1: https://orcid.org/1000-0000-0000-0000 ORCID iD author 2: https://orcid.org/1000-0000-0000-0000 Abstract: In response to Indonesia's growing energy demands and to national commitment to sustainable development, this study investigates the design and implementation of floating photovoltaic (FPV) systems for electric vehicle (EV) fast charging applications. The transition toward electric vehicles (EVs) requires the development of clean and efficient charging infrastructure. Floating photovoltaic (FPV) systems offer a promising solution to support renewable energy-based power generation and resources. This study presents the design and construction of an FPV system integrated with battery storage to support high-capacity EV charging. The system is designed to charge up to four EVs per day, each with an estimated consumption of 30 kWh. Based on local solar radiation data and system efficiency assumptions, a 150 kWp PV array, a 30 kWh battery, and a 375 kW inverter were determined to be optimal. The 1200 kW PV energy was matched in accordance with fast-charging stations. The results demonstrate that the proposed FPV configuration can reduce over half energy emissions while ensuring convenience, cost-effectiveness, and sustainability. The approach supports renewable-based transportation infrastructure and is particularly suitable for regions with abundant solar potential and limited land availability. Keywords: Floating Photovoltaic Systems, Electric Vehicle Charging, Renewable Energy, Sustainable Transportation, Indonesia Energy Transition © The author(s). Published by CBIOR. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Revised: 2020-10-10; Accepted: 2020-10-10; Available online: 2020-10-10 1. Introduction Indonesia, a rapidly developing country, has been actively promoting the adoption of renewable energy sources to address its growing energy demands and environmental concerns. The country has set ambitious targets, aiming to achieve a 23% share of new and renewable energy in its energy mix by 2025 and 31% by 2040, up from a mere 6% currently (Mardiana et al., 2016). Achieving these targets will require a concerted effort. Clear policy and regulatory frameworks, as well as significant investment, Indonesia's energy demands expected to continue rising due to its increasing economy and population growth, rising living standards, and rapid urbanization. However, the country's electricity sector has faced serious underinvestment, making it challenging to meet the increasing energy demand and give the share of renewable energy to attain that share in current level is less than a decade. Advancing the renewable energy technologies being explored in Indonesia, photovoltaic systems and electric vehicles have emerged as promising choices for adoption. The use of renewable energy in Indonesia is projected to increase from 14% of the installed capacity in 2015 to 23% by 2025 and 31% by 2040. As the penetration of renewable energy grows, electricity prices are expected to decrease, making electric vehicles a more cost-effective option compared to internal combustion engines. The EV market share is anticipated to rise as the price of batteries continues to decline (Ardita et al., 2020). Realizing these ambitious renewable energy targets will require clear policies, regulations, and improved coordination among institutions, as well as significant investments (Budiarta et al., 2019). Addressing the challenges in the electricity sector and ensuring the availability of necessary infrastructure will be crucial for the successful adoption of photovoltaic technology and electric vehicles in Indonesia. Indonesia's transition towards renewable energy and electric vehicles presents both opportunities and challenges. Decarbonizing the electricity sector through increased rooftop solar PV deployment can facilitate the adoption of electric vehicles, as lower electricity prices would make EVs a more economical option compared to internal combustion engines (Ardita et al., 2020). However, the integration of PV systems with EV infrastructure faces several key obstacles in the Indonesian context. One significant challenge is the country's longstanding dependency on coal-fired power generation, which is deeply entrenched in the political and economic landscape. The coal industry's close ties with political elites	Author et al. Int. J. Renew. Energy Dev. 2020, x (x), xxxxx Under the adoption of policies that would foster renewable energy sources over coal. Additionally, the domestic price cap on coal adds to the state-owned electricity company (PLN) makes coal a cheaper option than renewable energy (Suryono, 2020). Furthermore, the unequal availability of fossil fuels and the geographical challenges of providing electrical networks in remote areas have led to the widespread use of diesel generators, which result in high electricity production costs and significant environmental impact (Baghaei et al., 2020). While the deployment of solar PV systems can address these issues, particularly in remote regions, the integration of PV and EV infrastructure faces technical and logistical hurdles. The intermittent nature of solar energy and the potential impact on the grid from the simultaneous charging of EVs require the implementation of advanced energy storage solutions and grid management strategies (Baghaei et al., 2020) (Bertin & Kallita, 2020). Fully decentralized peer-to-peer (P2P) energy trading platforms, community-based microgrids, and composite solutions that combine both centralized and decentralized approaches may offer promising solutions to address these challenges (Bertin & Kallita, 2020). Overall, the successful integration of PV systems with EV infrastructure in Indonesia will require a multifaceted approach that addresses the political, economic, and technical barriers. Continued efforts to promote renewable energy policies, enhance grid modernization, and develop innovative energy trading mechanisms will be critical to realizing the full potential of this synergy. The primary objective of this study is to develop and assess a comprehensive design framework for floating photovoltaic (FPV) systems to enhance electric vehicle (EV) charging infrastructure in Indonesia. This involves creating an innovative design approach that addresses key technical aspects such as PV panel configuration and floating platform design, while integrating the system with existing EV charging networks. The study will identify and evaluate suitable sites for installation, considering Indonesia's geographic and climatic conditions, and conduct detailed simulations to predict system performance and efficiency. Additionally, it will explore the economic feasibility and environmental impact of the proposed system, aiming to provide a strategic implementation plan with recommendations for policy support and stakeholder engagement. The ultimate goal is to offer a practical and scalable solution that supports Indonesia's transition to a more sustainable energy future. As Indonesia continues its transition towards renewable energy, the integration of floating photovoltaic technology and electric vehicle charging stations presents a promising opportunity to capitalize on the country's unique geographic and climatic conditions. Indonesia's energy mix has historically been dominated by fossil fuels, but the government has set ambitious targets to increase the share of renewable energy to 23% by 2025 and 31% by 2040 (Ardita et al., 2020). Efforts to decarbonize the electricity generation system and mitigate environmental impacts, including climate change, are underway (Budiarta & Adhiana, 2021). The use of renewable energy, particularly solar photovoltaic, is set to significantly contribute to a decrease in electricity prices and making electric vehicles a more attractive option compared to internal combustion engines (Ardita et al., 2020). Floating photovoltaic technology, which involves installing solar panels on water bodies, offers several advantages in the Indonesian context. The tropical climate and abundant water resources, such as lakes, reservoirs, and coastal areas, make Indonesia well-suited for this technology (Budiarta & Adhiana, 2021). Floating PV systems can be deployed in remote areas where traditional land-based solar installations may be challenging due to the unequal availability of fossil fuels and the difficulty in providing electrical networks (Baghaei et al., 2020). Furthermore, the integration of floating PV with electric vehicle charging stations can create a synergistic system that capitalizes on the unique characteristics of both technologies. By leveraging the renewable energy generated by the floating PV system, electric vehicle charging stations can be powered in a sustainable manner, reducing the reliance on carbon-intensive grid electricity (Ardita et al., 2020). This approach can be particularly beneficial in communities or regions where grid infrastructure is limited, as the floating PV-EV charging system can operate as a self-contained, decentralized solution (Bertin & Kallita, 2020). Additionally, the co-location of these technologies can optimize land use and reduce the overall infrastructure requirements, making the system more cost-effective and accessible to local communities. However, the adoption of floating PV and EV charging stations in Indonesia faces several challenges, including policy and regulatory barriers, as well as the need for targeted investment in capacity-building initiatives. 2. Methodology As the world transitions towards sustainable energy solutions, the integration of electric vehicles and renewable energy sources, such as photovoltaic systems, has become a critical component in the widespread adoption of these eco-friendly modes of transportation. Both AC and DC charging configurations have been explored, with the latter offering advantages in terms of faster charging times and reduced impact on the main grid (Virent et al., 2012). The integration of solar power with EV charging systems has been identified as a promising approach, as it can provide a sustainable energy source for charging while also feeding power into the grid during periods of high solar availability (Rada & Sada, 2017). The design of floating photovoltaic systems for EV charging presents unique challenges and opportunities. Floating PV systems have the advantage of efficient use of water bodies, reduced land requirements, and improved performance due to the cooling effect of the water (Sherratt et al., 2016). By combining these floating PV systems with EV charging stations, we can create a synergistic ecosystem that leverages the strengths of both technologies. The proposed framework for designing floating PV systems for EV charging consists of the following key components: site selection, power management, and integration with the grid. Site selection involves identifying suitable water bodies, considering factors such as water depth, wind and wave conditions, and proximity to EV charging demand (Sherratt et al., 2016). Site sizing involves determining the optimal PV capacity and layout strategy to meet the charging demand, while considering the available solar resource, energy consumption patterns, and grid integration requirements (Virent et al., 2012). Power management is a crucial aspect, as it involves coordinating the energy flow between the PV system, battery storage, EV charging stations, and the grid. Strategies such as smart charging and load shifting can be employed to optimize the utilization of the renewable energy (Bauer et al., 2020). Ultimately, the integration of floating PV systems with EV charging infrastructure can provide a sustainable and resilient solution for the growing demand for electric mobility (Virent et al., 2012). The advantages of this approach are manifold. Floating PV systems can leverage the benefits of water bodies such as higher energy yield and reduced evaporation, to enhance the overall efficiency and performance of the system (Group, ESMAF, JERRA, n.d.). Additionally, the integration with EV charging can create a symbiotic relationship, where the renewable energy can be used to power the vehicles, while the EVs can also act as energy storage devices and provide grid services (Mouammi & Lili et al., 2019). The research community has recognized the potential of this approach, and several studies have been conducted to explore the technical and economic feasibility of such systems (Virent et al., 2012) (Bauer et al., 2020). In particular, the complementary nature of floating PV and hydropower generation has been highlighted as a promising avenue for further exploration. Figure 1 illustrates the conceptual design of a floating photovoltaic-powered EV charging system. In this configuration, solar panels mounted on water surfaces convert sunlight into direct current (DC) electricity. The generated DC power is either directed to an inverter or stored in a battery system for later use. The inverter converts the DC electricity into alternating current (AC) when necessary, enabling compatibility with the EV charging station. Battery storage plays a central role in the system by absorbing excess energy during peak solar hours and supplying stored power when solar generation is low or at night. The EV charging station then utilizes electricity from either the solar panels (via the inverter) or the battery system to charge electric vehicles. This configuration ensures continuous, grid-independent operation of the charging station, promoting the use of renewable energy and reducing dependence on fossil fuel-based grid power. This system not only supports Indonesia's efforts to decarbonize its transport sector but also provides a practical model for integrating clean energy in densely populated or water-rich regions. As the country pushes toward net-zero emissions and energy independence, FPV-based EV charging systems are expected to play a critical role in the transition.  Fig.1 Floating Photovoltaic for Electric Vehicle Charging Station 2.1 Site Selection Indonesia, with its abundant water resources, has significant potential for the deployment of floating photovoltaic systems. Solar energy has been identified as a promising renewable energy source to address the country's water electricity demand, particularly in remote areas where grid connectivity is challenging (Baghaei et al., 2020) (Bertin & Kallita, 2020). Floating PV systems offer several advantages over land-based installations, including efficient use of available surface water, reduced land use conflicts, and potentially higher energy yield due to the cooling effect of the water (Suryono, 2020). To maximize the benefits of floating PV in Indonesia, it is crucial to establish a comprehensive set of criteria for selecting suitable locations. One key consideration is the availability of suitable water bodies, such as reservoirs, lakes, and artificial ponds, that can accommodate the floating structures without compromising existing uses or environmental concerns. Additionally, the solar irradiance levels in the target regions should be evaluated to ensure optimal energy generation (Baghaei et al., 2020). The integration of floating PV with existing hydropower plants is of particular interest, as it can leverage the synergy between the two technologies. The flexibility of hydro-power output can be used to smooth the variability of solar generation while maintaining the use of existing transmission infrastructure as a critical factor in countries with weak electrical grids. Other important criteria include the proximity to electricity grid infrastructure, the land use and zoning regulations in the target areas, and the local environmental and ecological considerations (Bertin & Kallita, 2020). By developing a robust set of selection criteria that account for the unique characteristics of Indonesia's geography, resources, and energy infrastructure, policymakers and developers can effectively identify the most promising sites for floating PV deployment (Langer et al., 2011) (Baghaei et al., 2020) (Where Sun Meets Water, 2019). 2.1.1 Location In this study, it is assumed that the floating photovoltaic will be installed in the artificial lake in the coordinate of 6.770830072922561, 106.9491434922214 which located at Nagrak, Gunung Putri, Bogor, West Java.  Fig.2 Research Location 2.2 System Sizing Floating solar photovoltaic systems have emerged as a promising solution to address the land constraints associated with traditional ground-mounted solar installations (Aldhaher et al., 2019). By deploying solar panels on water bodies, float systems can offer higher energy yields, reduced evaporation and improved water quality, making them an attractive option for renewable energy generation. The technical specifications for a floating solar PV system and its integration with electric vehicle charging infrastructure can be outlined as follows. The PV panels should be designed to maximize energy production while considering the unique challenges of a floating platform. Factors such as panel efficiency, tilt angle, and tracking mechanisms must be carefully evaluated to optimize the system's performance. The PV panels should be selected based on their power output, durability, and compatibility with the
---	---

LUARAN 2 :
 Kategori Luaran : Hak Kekayaan Intelektual
 Status :
 Jenis HKI : Hak Cipta
 Nama HKI : Poster Design Floating PV for EV charging



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPATAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC000205069621, 29 Juli 2025

Pencipta
Nama: **Dianing Novita Nurmalia Putri, S.T., M.Sc., Tyas Kartika Sari, S.T., M.T., dan**
Alamat: **Jl. NAROGONG KM10 RT05-07 No. 44 Bekasi Bantargebang 17175-17151, Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat, 17175 Indonesia**

Pemegang Hak Cipta
Nama: **Universitas Trisakti**
Alamat: **Satya HKI Universitas Trisakti, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Gedung M-lantai 31, Jl. Kari Tapu No. 1 Grogol, Jakarta Barat 11480, Grogol Petamburan, Kota Adm. Jakarta Barat, DKI Jakarta, 11480, Indonesia**

Kewarganegaraan
Jenis Ciptaan: **Karya Tulis Lainnya**
Judul Ciptaan: **POSTER DESIGN FLOATING PHOTOVOLTAIC FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION**

Tanggal dan tempat ditemarkannya untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: **4 Juli 2025, di Kota Adm. Jakarta Barat**

Jangka waktu perlindungan: **Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman**

Nomor Pencatatan: **000099882**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

Dr. M. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAWAAN INTELEKTUAL
u.p.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Darmasasongko, SH, MH
NIP. 196912261994031001



Disahkan:
1. Desain hak pencatatan berdasarkan keterangan tidak sesuai dengan surat permohonan, Menteri berwenang untuk menarik surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini tidak dapat secara otomatis menggunakan aspek hukum yang diberikan oleh Badan Berkeadilan Elektronik, Badan Silar dan Badan Negeri.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibatalkan berdasarkan dengan ketentuan tidak ada alasan untuk itu dan informasi dan informasi akan diberikan.

Badan Berkeadilan Elektronik



DESIGN FLOATING PHOTOVOLTAIC FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION

Dianing Novita Nurmalia Putri, S.T., M.Sc.; Dr. Ir. Chaidir Gagarin Irianto, M.S.; Ir. Maula Sukma Widjaja, M.S., Tyas Kartika Sari, ST, MT, Lorenzo Médart, Mathis Catalao
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Pendahuluan

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem fotovoltaik terapung (PV) untuk pengisian kendaraan listrik (EV), dengan memanfaatkan efisiensi energi dan penghematan lahan. Metode yang digunakan meliputi simulasi dan pemodelan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan lokasi, konfigurasi, dan integrasi jaringan. Penelitian ini mendukung pengembangan infrastruktur EV berkelanjutan, sejalan dengan road map energi berbasis peneliti dan inovasi. Luasan mencakup publikasi ilmiah dan potensi proyek percontohan di masa depan.

Metodologi



Hasil

Hasil penelitian ini meliputi simulasi dan pemodelan sistem fotovoltaik terapung untuk mengisi kendaraan listrik (EV) yang terdapat di lokasi penelitian. Hasil penelitian ini meliputi simulasi dan pemodelan sistem fotovoltaik terapung untuk mengisi kendaraan listrik (EV) yang terdapat di lokasi penelitian.




No	Parameter	Nilai	Unit
1	Luas Lahan	1000	m²
2	Luas Lahan	1000	m²
3	Luas Lahan	1000	m²
4	Luas Lahan	1000	m²
5	Luas Lahan	1000	m²

Hasil penelitian ini meliputi simulasi dan pemodelan sistem fotovoltaik terapung untuk mengisi kendaraan listrik (EV) yang terdapat di lokasi penelitian.



Kesimpulan

Hasil penelitian ini meliputi simulasi dan pemodelan sistem fotovoltaik terapung untuk mengisi kendaraan listrik (EV) yang terdapat di lokasi penelitian.

Price for the different components of the project

Component	Price (Rp)	Price (B)
Cost Price (Rp)	401.474.200	28.242
Cost Price (B)	585.344.000	34.000
Cost Price (B)	1.204.474.000	138.880
Charging station level 2 (Rp)	144.000.000	34.176
Charging station level 2 (B)	138.444.000	8.444
Total	1.544.998.200	235.748.76

Price for kWh

Price for kWh	Price (Rp)	Price (B)
Minimum price	1000	0,0000000000
Maximum price	10000	0,0000000000
For selling price	10000	0,0000000000