

PERANCANGAN SPBKLU SEPEDA MOTOR LISTRIK DAN PEMILIHAN LOKASI PEMASANGAN DI BALI SELATAN

N. W. Sindi¹, D. A. S. Santiari², I. A. D. Giriantari², W. G. Ariastina², I W. Sukerayasa², I N. S. Kumara², I N. Setiawan²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email : sindiniwayan@gmail.com

ABSTRAK

Cadangan bahan bakar fosil yang terbatas dan proses pembentukannya yang memakan waktu jutaan tahun mendorong percepatan adopsi kendaraan listrik sebagai langkah strategis untuk mengurangi emisi karbon. Bali, sebagai salah satu wilayah terdepan dalam transisi energi bersih, memerlukan dukungan infrastruktur yang memadai, khususnya charging station sebagai fasilitas utama kendaraan listrik, yang pembangunannya harus mempertimbangkan lokasi dan perancangan yang tepat. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pemilihan lokasi SPBKLU untuk sepeda motor listrik di Bali Selatan, meliputi desain tiga dimensi dan rancangan elektrikal, serta penentuan lokasi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan mengkaji lokasi-lokasi potensial. Hasil dari penelitian ini adalah satu lokasi terbaik untuk pemasangan SPBKLU disertai desain 3 dimensi yang sesuai dengan karakteristik lokasi, serta rancangan elektrikal dari SPBKLU. Sehingga kedepannya diharapkan dapat menjadi kajian serta referensi pengembangan infrastruktur kendaraan listrik di Bali guna mempercepat adaptasi masyarakat terhadap teknologi ini.

Kata kunci : kendaraan listrik, SPBKLU, AHP, Bali Selatan, *charging station*.

ABSTRACT

The limited availability of fossil fuel reserves and the fact that their formation takes millions of years have driven the accelerated adoption of electric vehicles as a strategic step to reduce carbon emissions. Bali, as one of the leading regions in the clean energy transition, requires adequate infrastructure support, particularly charging stations as the main facilities for electric vehicles, whose development must take into account proper location selection and design. This study focuses on the design and location selection of battery swapping stations for electric motorcycles (SPBKLU) in South Bali, including three-dimensional designs and electrical layouts, as well as location determination using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method by evaluating potential sites. The results of this study are one optimal location for SPBKLU installation, accompanied by a three-dimensional design suited to the site's characteristics and the SPBKLU's electrical layout. In the future, it is expected to serve as a study and reference for the development of electric vehicle infrastructure in Bali, accelerating public adaptation to this technology.

Key Words : electric vehicle, SPBKLU, AHP, South Bali, *charging station*.

1. PENDAHULUAN

Sebagai bagian dari transisi energinya, Indonesia berupaya meningkatkan penggunaan sumber energi terbarukan dan mengurangi jejak karbonnya. Salah satu strategi utama dalam proses ini adalah percepatan adopsi kendaraan listrik (*Electric Vehicle/EV*) sebagai alternatif kendaraan berbahan bakar fosil. Hal ini didorong oleh keterbatasan cadangan bahan bakar fosil, tingginya biaya pengolahannya, dan waktu pembentukan yang sangat lama[1]. Dengan merevisi Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai, pemerintah Indonesia telah meletakkan landasan hukum yang kuat untuk mendukung inisiatif ini dengan Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023. [2] Indonesia telah berjanji untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030 dan mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060, yang keduanya digaungkan dalam program ini.

Bali merupakan salah satu daerah yang paling progresif dalam mendukung transisi energi bersih di Indonesia. Provinsi ini telah meluncurkan inisiatif Emisi Nol Bersih pada tahun 2023 dengan target pencapaian pada tahun 2045, lebih cepat 15 tahun dari target nasional. Berdasarkan data WRI Indonesia, sektor transportasi menyumbang sekitar 43% dari total emisi gas rumah kaca di Bali, menjadikan sektor ini prioritas dalam upaya dekarbonisasi. Upaya pengurangan emisi ini harus diimbangi dengan penyediaan infrastruktur pendukung yang memadai, terutama *charging station* sebagai fasilitas utama dalam mendukung penggunaan kendaraan listrik[3]. Jenis infrastruktur pengisian daya untuk kendaraan listrik yang menjadi fokus pengembangan adalah SPBKLU (Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum). Keberadaan infrastruktur ini harus dirancang dan ditempatkan secara strategis agar dapat digunakan secara optimal. Tanpa infrastruktur yang memadai, maka adopsi kendaraan listrik akan sulit

berkembang, terutama di daerah dengan mobilitas tinggi seperti Bali Selatan.

Penelitian ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam menentukan lokasi optimal pembangunan *charging station* di wilayah Bali Selatan. AHP dipilih karena kemampuannya dalam menyelesaikan masalah pengambilan keputusan multi-kriteria dengan struktur hierarki dan analisis konsistensi[4]. Lokasi-lokasi potensial di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dipertimbangkan berdasarkan karakteristik wilayah, kepadatan aktivitas, dan potensi penggunaan kendaraan listrik. Selain analisis lokasi, penelitian ini juga melakukan perancangan desain fisik dan elektrik dari masing-masing jenis *charging station*. Hal ini dilakukan agar desain yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik lokasi, kebutuhan masyarakat, serta jenis kendaraan yang dominan. Berdasarkan data dari Bapenda Provinsi Bali tahun 2023, jumlah kendaraan listrik terbanyak adalah roda dua, yaitu sebanyak 3.458 unit, sehingga fokus perancangan diarahkan pada sepeda motor listrik.

Dengan pendekatan terintegrasi antara pemilihan lokasi dan desain infrastruktur, Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam percepatan adopsi kendaraan listrik di Bali. Penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi pengembangan kebijakan dan implementasi infrastruktur serupa di wilayah lain di Indonesia, guna mendukung tercapainya target emisi nol bersih dan memperkuat citra Bali sebagai destinasi wisata yang ramah lingkungan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sepeda Motor Listrik

Sebagai pengganti mesin pembakaran internal tradisional, motor listrik merupakan alat penggerak utama pada sepeda listrik. Pengendali sepeda motor listrik mengambil dan mengendalikan daya listrik dari baterai traksi dan inverter ketika tuas gas tangan diputar, sesuai dengan prinsip operasi umum mesin. Inverter dikendalikan oleh pengendali dan, sebagai

respons terhadap putaran tuas gas tangan, sejumlah energi listrik tertentu dikirim ke motor. Setelah itu, motor traksi listrik mengubah energi kinetik (rotasi) dari energi listrik. Rotor motor berputar, yang kemudian memutar roda gigi, yang kemudian menggerakkan roda dan mendorong sepeda motor ke depan [5].

2.2 Baterai Sepeda Motor Listrik

Sel-sel listrik dalam baterai mampu menyimpan energi, yang kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Listrik dihasilkan oleh baterai melalui reaksi kimia. Untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik, baterai memainkan peran penting dalam mobil listrik. [3].

Untuk menghitung lama pengisian baterai (T_d) dapat menggunakan rumus sebagai berikut[6].

:

$$\text{Daya baterai} = V \times I_h \quad (1)$$

Keterangan:

V = tegangan pada baterai satuan volt (V)

I_h = arus jam dalam satuan ampere hour (Ah)

$$T_d = Wh/W \quad (2)$$

Keterangan:

T_d = lama pengisian baterai dalam satuan jam (h)

Wh = daya baterai dalam satuan jam (Wh)

W = daya output (W)

2.3 Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum

SPBKLU adalah fasilitas umum tempat masyarakat dapat menukar baterai isi ulang lama mereka dengan baterai baru yang digunakan pada kendaraan listrik [7]. swap baterai memungkinkan proses penggantian baterai dilakukan dalam waktu 3–5 menit, dibandingkan pengisian daya konvensional yang memerlukan waktu hingga beberapa jam.

Infrastruktur Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) harus memenuhi kriteria yang tercantum dalam Pasal 23 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1 Tahun

2023. Lokasi pemasangan tidak boleh mengganggu keamanan, keselamatan, ketertiban, atau kelancaran lalu lintas, serta harus mudah diakses oleh pemilik kendaraan listrik bertenaga baterai [8].

2.4 Metode AHP

Sebagai teori umum pengukuran, metode Analytic Hierarchy Process (AHP) bermanfaat. Dr. Thomas L. Saaty menciptakannya pada awal tahun 1970-an, dan sejak itu, metode ini telah membantu mereka yang berperan dalam pengambilan keputusan. Salah satu cara untuk menangani masalah pengambilan keputusan dengan beberapa kategori adalah dengan menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Untuk menentukan bobot relatif antara kriteria dan alternatif, AHP mengandalkan matriks perbandingan berpasangan. [4]

Berikut beberapa manfaat penggunaan pendekatan AHP dalam pengambilan keputusan [9] :

1. Pendekatan ini mampu memecahkan masalah kompleks dengan beragam struktur, termasuk masalah yang tidak memiliki struktur sama sekali.
2. Karena evaluasi merupakan kompilasi ide dari berbagai responden, evaluasi ini tidak memengaruhi proses pengambilan keputusan jika data permasalahan tidak lengkap atau kuantitatif.
3. Pendekatan ini sejalan dengan akal sehat, sehingga memudahkan evaluasi dan kuantifikasi.
4. Untuk memastikan ketepatan keputusan yang dibuat, pendekatan ini dilengkapi dengan uji konsistensi.

Tiga pilar pemecahan masalah AHP yang diuraikan Saaty adalah dekonstruksi, evaluasi/pembobotan, dan uji konsistensi. Secara umum, proses AHP terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Dekomposisi masalah, yaitu memecah tujuan yang telah ditentukan sebelumnya secara metodis menjadi sebuah struktur yang membangun serangkaian sistem hingga tujuan tersebut dapat dicapai secara rasional.

2. Setelah dekomposisi selesai dan hierarki telah ditetapkan dengan baik, item-item dapat dievaluasi dan diberi bobot untuk membandingkannya. Langkah selanjutnya adalah menetapkan bobot untuk setiap hierarki berdasarkan kepentingan relatifnya menggunakan evaluasi perbandingan berpasangan.
3. Memverifikasi kebenaran dan membangun matriks. Setelah pembobotan selesai, matriks berpasangan dibangun untuk menstandarisasi bobot penting untuk setiap elemen dalam hierarkinya.
4. Dalam setiap hierarki, setiap kriteria dan opsi diberi prioritas. Perbandingan berpasangan sangatlah penting. Langkah selanjutnya dalam menentukan peringkat semua alternatif adalah memproses nilai perbandingan relatif.
5. Untuk setiap elemen pada tingkat yang terdampak oleh kriteria, prioritas diperoleh dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas kriteria terkait di tingkat atas dan menjumlahkannya. Langkah selanjutnya adalah menggunakan gabungan serangkaian prioritas, yang disebut prioritas global, untuk memberikan bobot pada item tingkat bawah dalam hierarki berdasarkan kriterianya.
6. Dengan menggunakan kriteria tersebut, alternatif terbaik dipilih melalui proses pengambilan keputusan.

Untuk menggunakan pendekatan AHP dalam menyelesaikan masalah, pertama-tama kita harus menghitung Indeks Konsistensi. Indeks Konsistensi Acak kemudian digunakan untuk membandingkannya untuk setiap objek. Rasio Konsistensi adalah hasil akhir dari perbandingan ini. Perhitungan matriks

dianggap konsisten jika Rasio Konsistensi sama dengan atau kurang dari 0,1. Hal ini menjamin jawaban terbaik, sehingga perhitungan dapat dilanjutkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana, Kampus Bukit, Jimbaran. Dan penelitiannya dilakukan di wilayah Bali Selatan. Penelitian ini dikerjakan dari bulan Oktober 2024 sampai Mei 2025.

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan studi literatur melalui, buku, jurnal, artikel, dan sumber lainnya mengenai SPBKLU dan Sepeda Motor Listrik. Kemudian dilakukan pengambilan data lokasi-lokasi di Bali Selatan yang berpotensi untuk dilakukan pemasangan SPBKLU serta data jarak masing-masing lokasi dari SPBKLU *existing*. Selanjutnya data tersebut diolah dalam perhitungan AHP untuk menghasilkan satu lokasi terbaik untuk dipasang SPBKLU. Kemudian tahap perancangan dimulai dari perancangan 3 dimensi yang menyesuaikan lokasi terpilih. Tahap perancangan dilanjutkan dengan rancangan elektrik yang sesuai dengan spesifikasi SPBKLU.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Data Lokasi Potensial di Wilayah Bali Selatan

Pada penelitian ini pengambilan data lokasi yang berpotensi dilakukan pemasangan infrastruktur *charging station* yaitu di wilayah Bali Selatan yang mencakup Kota Denpasar dan Kabupaten Badung.

Syarat SPBKLU adalah mudah dijangkau oleh pemilik KBL Berbasis Baterai dan tidak mengganggu keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran arus lalu lintas, sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2023 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Daya Listrik Bagi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Masyarakat, sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 ayat 1. Berdasarkan peraturan tersebut, dilakukanlah survei untuk mendapatkan

lokasi-lokasi potensial untuk pemasangan SPBKLU

Setelah melakukan survei dari Oktober 2024 hingga Desember 2024, didapatkan 102 lokasi di Wilayah Bali Selatan yang memenuhi kriteria Peraturan Menteri ESDM. Aspek yang dinilai dari tiap lokasi adalah jarak lokasi tersebut dengan SPBKLU yang sudah ada (existing), luas parkir yang dimiliki, serta jenis gedung. . Maka dalam pengambilan data, dilakukan pencarian jarak lokasi potensial dari SPBKLU yang sudah ada.

Dari 102 lokasi tersebut, akan dipilih satu lokasi untuk pembangunan SPBKLU. Alasan dipilih satu untuk tiap *charging station* karena untuk membangun infrastruktur *charging station* diperlukan biaya investasi yang tinggi. Oleh karena itu, untuk mengefisienkan lokasi potensial yang ada, akan dilakukan perankingan dari semua lokasi dan dipilih tiga terbaik dari 102 lokasi.

4.2 Metode AHP untuk SPBKLU

Dalam menentukan lokasi pemasangan SPBKLU terdapat dua kriteria yaitu jarak lokasi potensial dengan SPBKLU *existing*, dan jenis Gedung. Kriteria jarak memiliki lima sub kriteria, yaitu kurang dari 1 kilometer, 1 s.d 5 kilometer, 5 s.d 10 kilometer, 10 s.d 15 kilometer, dan lebih dari 15 kilometer. Sementara kriteria jenis gedung mencakup lima sub kriteria yaitu, Penginapan dan Rumah Sakit, Tempat Makan, Tempat Rekreasi, Tempat Perbelanjaan, dan Fasilitas Umum

Dari kriteria tersebut maka perhitungan AHP dapat dimulai dari matriks perbandingan kriteria dan matriks nilai kriteria. Proses ini dilakukan untuk menentukan intensitas kepentingan dari tiap kriteria. Di mana kriteria jarak dengan SPBKLU *existing* memiliki intensitas kepentingan paling tinggi dibanding kriteria lainnya. Sebab penelitian ini memiliki tujuan untuk meratakan pemasangan SPBKLU. Sehingga lokasi yang berjarak paling jauh dari SPBKLU yang sudah ada akan diutamakan untuk dilakukan pemasangan.

Sementara di posisi kepentingan kedua adalah kriteria jenis gedung. Dikarenakan jenis gedung menentukan kenyamanan akses bagi para pengguna yang hanya ingin melakukan *charging* saja. Misalnya jika lokasi potensial adalah fasilitas umum, pastinya pengguna akan merasa lebih nyaman melakukan *charging* di sana tanpa ada niat berkunjung, dibandingkan di penginapan atau rumah sakit. Oleh karena itu memilih jenis lokasi yang tepat sangatlah penting.

Tabel 1 menunjukkan matriks perbandingan kepentingan tersebut. Dimana nilai kepentingan kriteria jarak lebih penting dan diberikan nilai 7.

Tabel 1 Matriks Perbandingan Kriteria

Kriteria	Jarak	Jenis Gedung
Jarak	1	7
Jenis Gedung	0,14	1
Total	1,14	8

Saat mengevaluasi kriteria, nilai kepentingannya dapat dinormalisasi dengan membagi bobot perbandingannya dengan bobot keseluruhannya. Untuk mendapatkan nilai prioritas kriteria, jumlahkan hasil bagi dan bagi dengan 2. Nilai eigen kemudian dihitung dengan mengalikan nilai prioritas dengan nilai perbandingan total. Anda dapat melihat hasil perhitungan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Nilai Kriteria

Kriteria	Jarak	Jenis Gedung	Jumlah	prioritas	Eigen Value
Jarak	0,88	0,88	1,75	0,88	1,00
Jenis Gedung	0,13	0,13	0,25	0,13	1,00
Total	1	1	2	1	2,00

Dengan menjumlahkan eigen value, dapat dihitung nilai CI (consistency index) atau nilai konsistensi dengan rumus ($\text{eigen value} - 2$) / ($2 - 1$). Karena kriteria yang diuji ada 2, maka nilai RI (random consistency index) adalah 0. Dengan membagi CI dengan RI, didapatkanlah hasil CR

(consistency ratio). Jika hasil CR lebih dari 1, maka perhitungan harus diperbaiki. Namun, jika hasil CR kurang atau sama dengan 1, maka penilaian bisa disebut konsisten dan dapat dilanjutkan. Karena kriteria yang diuji hanya 2, maka hasil CR yang didapat adalah 0. Hasil CR 0 dianggap tidak terdefinisi tapi termasuk konsisten logikanya. Sehingga perhitungan yang sudah dilakukan bisa dilanjutkan. Hasil terlampir pada tabel 3

Tabel 3 Matriks Konsistensi Hirarki Kriteria

CI	0
RI	0
CR	0

Tabel 4 menunjukkan hasil penerapan teknik yang sama untuk setiap subkriteria. Tabel ini juga memuat nilai bobot untuk ketiga kriteria tersebut. Sementara itu, nilai bobot untuk setiap subkriteria ditampilkan masing-masing pada Tabel 5, 6, dan 7.

Tabel 4. Tabel Bobot Nilai Kriteria

Jarak	0,88
Jenis Gedung	0,13

Tabel 5. Tabel Bobot Nilai Sub Kriteria
Jarak

Nilai Sub Kriteria Jarak >15 km	0,50
Nilai Sub Kriteria Jarak 10-15 km	0,26
Nilai Sub Kriteria Jarak 5-10 km	0,13
Nilai Sub Kriteria Jarak 1-5 km	0,07
Nilai Sub Kriteria Jarak <1 km	0,07

Tabel 6. Tabel Bobot Nilai Sub Kriteria
Jenis Gedung

Nilai Sub Kriteria Jenis Gedung Fasilitas Umum	0,50
Nilai Sub Kriteria Jenis Gedung Tempat Perbelanjaan	0,26
Nilai Sub Kriteria Jenis Gedung Tempat Rekreasi	0,13
Nilai Sub Kriteria Jenis Gedung Tempat Makan	0,07
Nilai Sub Kriteria Jenis Gedung Penginapatan	0,03

Dari perhitungan bobot nilai kriteria dan juga bobot nilai sub kriteria yang tercantum di tabel 4, tabel 5, tabel 6, maka tiap lokasi potensial dapat dihitung nilainya dengan cara bobot nilai kriteria dikalikan dengan bobot nilai sub kriteria. Misal Bintang Supermarket memiliki jarak 1,3 km yang memiliki bobot nilai 0,07. Maka nilai jarak Bintang Supermarket adalah 0,07 dikali 0,67 sebagai bobot nilai kriteria jarak. Begitu seterusnya hingga seluruh lokasi potensial memiliki nilainya untuk tiap kriteria.

Hasil dari setiap nilai kriteria ditotalkan menjadi nilai akhir lokasi potensial. Kemudian dilakukan perankingan untuk mendapatkan lokasi potensial yang memiliki nilai akhir paling tinggi. Tabel 7 menunjukkan hasil 3 besar perhitungan bobot dan perankingan lokasi potensial untuk pemilihan SPBKLU.

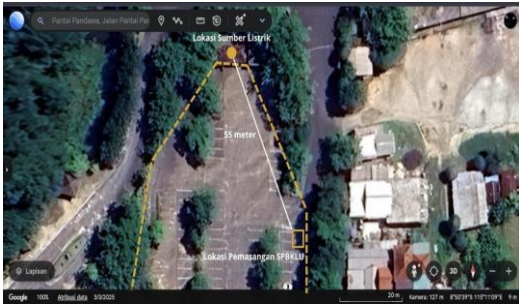
Tabel 7. Hasil 3 Besar Perankingan Lokasi Potensial Untuk Pemasangan SPBKLU

No	Lokasi	Nilai Jarak	Nilai jenis Gedung	Nilai total	ranking
1	Pantai Pandawa	0,118	0,017	0,135	1
2	Sentral parkir kuta	0,059	0,065	0,125	2
3	Le Cliff Bali	0,118	0,004	0,122	3

Dari tabel 7, diketahui bahwa lokasi potensial dengan nilai terbesar adalah Pantai Pandawa yang memiliki jarak 5,9 km dari SPBKLU existing yaitu SPBKLU merk SWAP yang terletak di Circle K Uluwatu 64, Jl. Raya Uluwatu No 64, Ungasan. Pantai Pandawa masuk ke jenis gedung berupa tempat rekreasi.

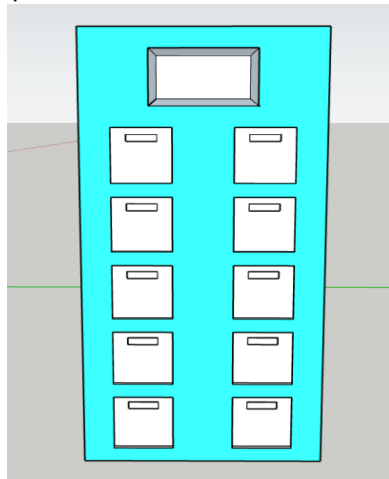
4.3 Rancangan Mesin dan Layout SPBKLU

Setelah menentukan lokasi pemasangan SPBKLU yaitu di Pantai Pandawa, maka perancangan SPBKLU dimulai dari mengenali lokasi terpilih. Pantai Pandawa terletak di Kutuh, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Indonesia, di Jalan Pantai Pandawa. Menggunakan citra satelit Google Earth, Gambar 1 menampilkan area parkir Pantai Pandawa. Posisi pemasangan SPBKLU berjarak 55 meter dari sumber listrik terdekat..

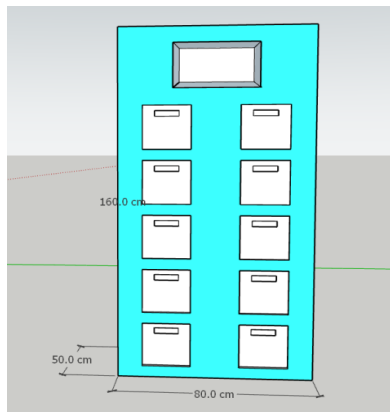


Gambar 1. Titik Pemasangan SPBKLU dan Titik Sumber Listrik

Dengan menyesuaikan tempat parkir Pantai Pandawa, gambar 3 adalah desain SPBKLU yang dapat mengakomodasi 10 buah baterai sepeda motor listrik yang divisualisasikan dengan bantuan Software SketchUp.



Gambar 2. Desain SPBKLU



Gambar 3. Desain SPBKLU dengan ukuran

Ukuran dari desain SPBKLU yaitu dengan tinggi mesin 160 cm, tebal 50 cm, lebar 80 cm. Desain 3 dimensi SPBKLU ini menggunakan berbagai kajian dan referensi di antaranya adalah SPBKLU milik PLN serta SPBKLU milik PT Gesits Motor Nusantara dan milik merk komersil Zhenwan Technology.

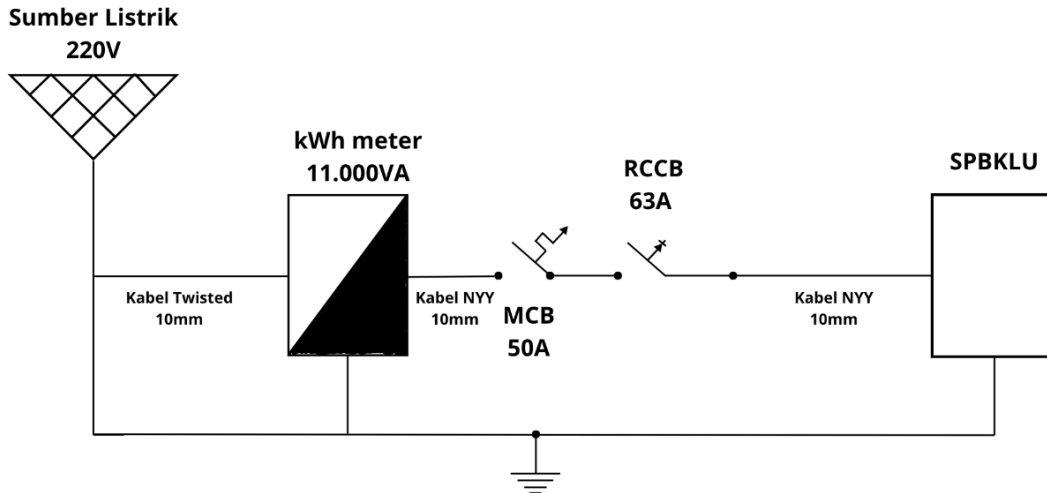


Gambar 4. Layout Pemasangan SPBKLU di Area Parkir Pantai Pandawa

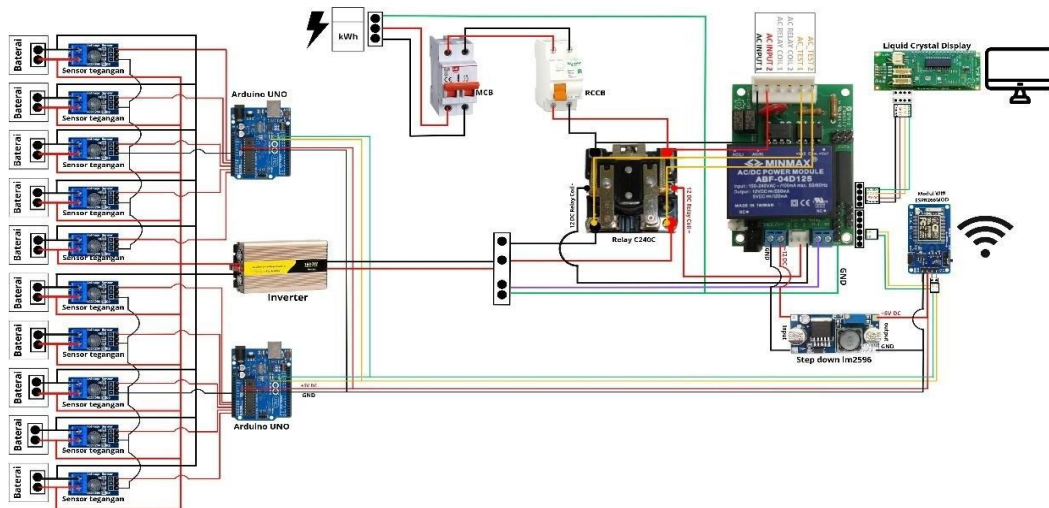
Gambar 4 menunjukkan penggambaran pemasangan SPBKLU di area parkir motor Pantai Pandawa. Mesin SPBKLU diletakkan di area parkir motor yang memberikan kemudahan akses bagi pengguna tanpa menghalangi aktivitas parkir serta lalu lintas di area Pantai Pandawa.

4.4 Rancangan Elektrikal SPBKLU

Gambar 5. menunjukkan single line diagram dari SPBKLU yang dimulai dari sumber listrik 220V yang masuk ke kWh meter. Dalam pemasangan SPBKLU, jarak dari sumber listrik terdekat adalah 55 meter seperti yang terlihat di gambar 1. Kemudian listrik masuk ke pengaman MCB dan RCCB sebelum masuk ke perangkat SPBKLU yang rangkaian listriknya digambarkan pada gambar 6.



Gambar 5. Single Line Diagram Dari SPBKLU



Gambar 6. Rangkaian Elektrikal dari SPBKLU

Mengikuti referensi *Open Source Electric Vehicle Supply Equipment (OpenEVSE)* [13], dalam rangkaian elektrikal SPBKLU terdapat beberapa perangkat sebagai berikut :

1. Pengaman *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) 10 Ampere dan *Residual Current Circuit Breaker* (RCCB) 30 Ampere. Pengaman ini berguna untuk mengamankan instalasi

- ketika terjadi hubung singkat dan kebocoran arus.
2. *Relay C240C* yang berfungsi untuk memutus dan mengalirkan arus listrik.
3. *Controller ABF-04D125* yang berfungsi sebagai pengontrol utama serta menerima data dari modul WIFI dan display LCD.
4. Modul *display OpenEVSE color Liquid Crystal Display v3* yang berfungsi untuk menampilkan

proses pembayaran kepada pengguna.

5. Modul ESP 8266 yang berfungsi dalam komunikasi nirkabel untuk proses pembayaran oleh pengguna.
6. Step down Im2596 MOD untuk menyuplai energi listrik ke modul WIFI dan LCD.
7. Voltage sensor 72V untuk mendeteksi tegangan
8. Arduino UNO untuk mengirim informasi baterai ke *controller*
9. Kabel dari sumber berupa kabel NYY 10 mm. Kabel tegangan di antara tiap perangkat berupa kabel NYA 2,5 mm. Kabel jumper yang mengirimkan data.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, komponen-komponen ini dapat diintegrasikan menjadi satu sirkuit listrik dengan menggunakan jaringan komunikasi WIFI dan lapisan LED untuk memudahkan prosedur pembayaran pengguna..

Proses pergantian baterai dari SPBKLU dimulai dari energi listrik masuk ke pengaman MCB dan RCCB SPBKLU. Pengguna akan melakukan verifikasi kendaraan dan jenis baterai di aplikasi yang dimiliki. Kemudian melakukan scan barcode di layar SPBKLU melalui aplikasi. Setelah aplikasi terhubung dengan mesin SPBKLU, pengguna melakukan pembayaran untuk penukaran baterai. Controller yang menerima data pembayaran oleh pengguna akan membuka slot baterai yang kosong untuk dimasukkan oleh pengguna. Setelah pengguna memasukkan baterainya yang kosong, Controller membuka slot baterai yang penuh untuk diambil oleh pengguna dan diletakkan pada sepeda motor listriknya. Di dalam SPBKLU, sensor tegangan mendeteksi baterai yang kosong kemudian Controller yang menerima data tersebut memerintahkan relay untuk mengalirkan listrik yang diubah menjadi DC oleh inverter. Kemudian listrik masuk ke baterai. Jika baterai sudah penuh, sensor tegangan memberikan informasi agar controller memerintahkan relay menyetop pasokan listrik ke baterai tersebut.

Dengan referensi dari produk komersil milik perusahaan Zhenwan Technology asal China dan SPBKLU milik PT GESITS, spesifikasi SPBKLU yang didesain sebagai berikut;

Tabel 8. Tabel Spesifikasi Rancangan SPBKLU

Spesifikasi SPBKLU	Keterangan
Tegangan Input	220 Volt
Tegangan Output	840 Watt
Arus Output	10 Ampere
Tegangan Output	84 Volt

Rata-rata tegangan baterai sepeda motor listrik adalah 72/32Ah. Maka dengan spesifikasi SPBKLU seperti pada tabel 8, dapat dihitung lama waktu charging tiap baterai dengan merujuk pada persamaan (1) dengan $V = 72V$ dan $Ah = 32Ah$, maka ;

$$Wh = 72V \times 32Ah$$

$$Wh = 2304Wh$$

Karena daya yang diperlukan adalah 2.304Wh, maka lama waktu charging dengan output tiap kompartemen 840W bisa dihitung dengan merujuk pada persamaan (2) sebagai berikut;

$$\text{Lama waktu charging} = \frac{2.304 Wh}{840W}$$

$$\text{Lama waktu charging} \approx 2,75 \text{ hour}$$

Maka satu baterai akan penuh dalam waktu sekitar 2 jam dan 45 menit atau, dengan membagi 24 jam atau 1440 menit dengan 2 jam 45 menit atau 165 menit, dapat diperkirakan bahwa dalam satu hari satu baterai bisa diisi ulang sebanyak 7 – 8 kali. Namun perhitungan tersebut masih pembulatan kasar, serta belum termasuk perkiraan waktu yang diperlukan untuk pengguna melakukan proses penukaran baterai serta berapa jumlah pengguna yang melakukan penukaran dalam satu hari. Jika mengabaikan faktor tersebut dan dianggap bahwa SPBKLU terus beroperasi penuh selama 24 jam, maka dalam sehari SPBKLU ini dapat mengisi ulang hingga 80 baterai,

dikarenakan ada 10 slot baterai sepeda motor listrik.

5. KESIMPULAN

Melalui serangkaian perhitungan dan perancangan yang telah dilakukan pada penelitian Perancangan dan Pemilihan Lokasi SPBKLU Sepeda Motor Listrik Untuk Wilayah Bali Selatan, didapatkan kesimpulan, yaitu :

Pemilihan lokasi serta perancangan SPBKLU sepeda motor listrik untuk wilayah Bali Selatan dimulai dengan mengumpulkan data lokasi-lokasi potensial di wilayah Bali Selatan dengan memperhatikan dua kriteria utama yaitu jarak antara lokasi potensial dengan SPBKLU existing serta jenis gedung. Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan AHP, yang didapatkan hasil lokasi terpilih di Pantai Pandawa. Kemudian dengan bantuan software SketchUp dapat dibuat model 3 dimensi SPBKLU yang bisa mengakomodir 10 buah baterai sepeda motor listrik. Sementara itu rancangan elektrikalnya dibuat dari *single line diagram* kemudian rangkaian perangkatnya. Melalui perhitungan dari kajian Pustaka yang dilakukan, dirancanglah SPBKLU dengan spesifikasi daya output 840W dan tegangan output 48 Volt dengan lama waktu charging sekitar 2 jam 45 menit.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020–2050." *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162.
- [2] Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Listrik.
- [3] World Resources Institute Indonesia, (2024). *Transisi ke kendaraan listrik di Provinsi Bali harus berkelanjutan dan adil dengan mempertimbangkan dampak sosial*. WRI Indonesia. Diakses melalui
- [4] Fahmi, M., Maisyaroh, M., Destiana, H., Maulana, Y.I. & Komarudin, I., (2022). *Metode AHP dalam sistem pendukung keputusan pada pemilihan website penerbangan online*. JASDIM Nusa Mandiri: Jurnal Pariwisata, Bisnis Digital dan Manajemen, 1(2). DOI: <https://doi.org/xxxxxxx/jasdim.v1i2.3376>.
- [5] Ilham, M., Abidin, M. A., & Yusran. (2022). "Konversi Sepeda Motor Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai." Program Studi D-3 Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- [6] Perdana, F. A. (2020). "Baterai Lithium." *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 103–109. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50082>
- [7] Ramadhan, T., Reza, M., & Yuwono, S. (2019). *Desain Sistem Pengelolaan Stasiun Penggantian Baterai Sepeda Motor Listrik Berbasis Battery Swap*. *eProceedings of Engineering*, 6(2).
- [8] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2023 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.
- [9] Haekal, J. & Setio, H., (2017). *Selection of Raw Material Suppliers Using Analytical Hierarchy Process in Food and Beverage Company*, South Jakarta. *ComTech*, 8(2). DOI: [https://doi.org/10.21512/comtech.v8i2.37478\(2\)](https://doi.org/10.21512/comtech.v8i2.37478(2)).
- [10] Dharmawan, I.P., Kumara, I.N.S., & Budiastra, I.N., (2021). *Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik di Indonesia*. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(3).
- [11] Kementerian ESDM. (2020). *Penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai*. Diakses melalui <https://gatrik.esdm.go.id/>.
- [12] Nurbayan, A., Istiqomah, S. & Prihadianto, R.D., (2024). *Analisis Penentuan Lokasi Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) untuk Baterai Swap dalam*

Mengembangkan Ekosistem Kendaraan Listrik. Universitas Telkom, S1 Teknik Industri - Kampus Surabaya.

- [13] OpenEnergyMonitor. (2023). "OpenEVSE Kit Build Guide" [Online]. Tersedia: <https://docs.openenergymonitor.org/emonevse/assembly.html>
- [14] Putra, A.O.D., (2022). *Perancangan SPBKLU 8 Pintu untuk Sepeda Motor GESITS di PT WIKA Industri Manufacturing.* Laporan Magang Industri – VM191667, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi.