

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

N. M. G. A. Krisnayani¹, I N. S. Kumara², I N. Setiawan³, W. G Ariastina⁴,
I W. Sukerayasa⁵, I. A. D. Giriantari⁶, D. A. S. Santiani⁷

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
^{2,3,4,5,6,7}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali
Email : made.gusmiari033@student.unud.ac.id¹

ABSTRAK

Indonesia sedang dalam transisi menuju energi bersih. Oleh karena itu, percepatan adopsi kendaraan listrik (*Electric Vehicle*) sebagai pengganti kendaraan berbahan bakar fosil menjadi langkah strategis yang sedang digencarkan. Untuk mendukung hal tersebut, ketersediaan infrastruktur yang memadai menjadi faktor penting, di mana *charging station* merupakan infrastruktur utama kendaraan listrik. Agar berfungsi optimal, pembangunan *charging station* perlu mempertimbangkan pemilihan lokasi dan perancangan yang tepat. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pemilihan lokasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) yang ditujukan untuk sepeda motor listrik di wilayah Bali Selatan. Perancangan mencakup desain tiga dimensi SPKLU dan rancangan elektrikalnya. Sementara pemilihan lokasi dilakukan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan mengkaji lokasi-lokasi potensial. Hasil dari penelitian ini adalah satu lokasi terbaik untuk pemasangan SPKLU disertai desain yang sesuai dengan karakteristik lokasi, serta rancangan elektrikal dari SPKLU. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai kajian dan referensi pengembangan lebih lanjut guna mempercepat adaptasi kendaraan listrik di Bali.

Kata Kunci : SPKLU, Sepeda Motor Listrik, Bali Selatan, Metode AHP

ABSTRACT

Indonesia is currently in a transition toward clean energy. Therefore, accelerating the adoption of Electric Vehicles (EVs) as a replacement for fossil-fueled vehicles has become a strategic step that is being actively promoted. To support this, the availability of adequate infrastructure is a key factor, with charging stations serving as the main infrastructure for electric vehicles. For optimal operation, the development of charging stations requires proper location selection and design. This study focuses on the design and location selection of Public Electric Vehicle Charging Stations (SPKLU) intended for electric motorcycles in the South Bali region. The design features a three-dimensional model of the charging station, along with its corresponding electrical plan. Meanwhile, location selection is carried out using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method by evaluating potential sites. The outcome of this study is the identification of the best location for installing the SPKLU, accompanied by design suited to the site's characteristics and the SPKLU's electrical design. It is expected that this work can serve as a study and reference for further development to accelerate the adoption of electric vehicles in Bali.

Key Words : SPKLU, Electric Motorcycle, Southern Bali, AHP Method

1. PENDAHULUAN

Indonesia sedang memasuki era transisi energi, dengan fokus utama pada pengurangan emisi karbon dan pemanfaatan energi terbarukan. Transisi ini tidak hanya didorong oleh kebutuhan untuk

menjaga kelestarian lingkungan tetapi juga oleh komitmen global terhadap keberlanjutan. Kita telah mengetahui bahwa cadangan bahan bakar fosil sangatlah sedikit. Apalagi proses pembentukannya memakan waktu jutaan tahun dengan hasil

yang tidak sebanding dengan waktu yang dibutuhkan. Selain itu, pengolahan bahan bakunya memerlukan infrastruktur yang tidak murah [1]. Maka, salah satu langkah strategis yang sedang digencarkan adalah percepatan adopsi kendaraan listrik (*Electric Vehicle*) sebagai pengganti kendaraan berbahan bakar fosil.

Penggunaan kendaraan listrik ini mendapat dukungan positif dari pemerintah Indonesia. Melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 55 Tahun 2019, pemerintah memberlakukan peraturan mengenai Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan. Namun, peralihan ke kendaraan listrik tidak cukup hanya dengan regulasi yang baik. Infrastruktur yang memadai adalah salah satu hal yang harus diperhatikan untuk memastikan kelancaran adopsi kendaraan listrik oleh masyarakat. Di mana infrastruktur utama yang mendukung pemakaian kendaraan listrik adalah *charging station*.

Keberadaan infrastruktur *charging station* yang dirancang dengan baik memiliki dampak jangka panjang. Pertama, hal ini dapat mendorong percepatan transisi energi bersih di Indonesia dengan mendukung integrasi kendaraan listrik ke dalam sistem transportasi nasional. Kedua, infrastruktur yang efisien dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap kendaraan listrik, sehingga meningkatkan adopsi teknologi ini di kalangan pengguna umum [2]. Dalam mendukung pengembangan infrastruktur *charging station*, pemerintah telah menerbitkan kebijakan melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 mengenai Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai dan Peraturan Menteri ESDM Nomor 1 Tahun 2023 mengenai Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.

Agar infrastruktur *charging station* dapat berfungsi secara optimal, penempatannya perlu dilakukan dengan mempertimbangkan

lokasi yang tepat sesuai dengan kriteria masing-masing *charging station*. Dalam penelitian ini, pemilihan lokasi akan dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang merupakan metode yang dapat menyelesaikan masalah pengambilan keputusan berdasarkan banyak kategori [3].

Wilayah Bali Selatan yang meliputi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, merupakan tempat yang ramai dikunjungi. Mulai dari berwisata hingga merantau untuk mencari pekerjaan. Kota Denpasar sebagai ibukota Bali tentunya memiliki banyak lokasi-lokasi strategis yang berpotensi menjadi tempat pemasangan *charging station*, seperti perkantoran atau tempat umum baik yang disediakan oleh pemerintah maupun dimiliki oleh swasta. Contohnya kantor pemerintahan provinsi, kantor walikota, monumen kebangsaan, museum, hingga tempat rekreasi seperti mall dan lapangan yang terletak di Kota Denpasar. Sementara Kabupaten Badung juga memiliki kelebihannya sendiri. Mulai dari pantai-pantai, beragam tempat rekreasi yang banyak dikunjungi wisatawan lokal dan mancanegara, serta Bandara Internasional Ngurah Rai. Sebagai daerah dengan mobilitas tinggi, Bali Selatan menjadi kawasan yang potensial untuk memulai adopsi kendaraan listrik. Dengan memperkenalkan dan membangun infrastruktur *charging station* di wilayah ini terlebih dahulu, maka pendekatan teknologi kendaraan listrik kepada masyarakat akan lebih mudah. Keberadaan *charging station* di lokasi-lokasi yang strategis akan meningkatkan kesadaran serta kepercayaan masyarakat terhadap kendaraan listrik sebelum implementasi diperluas ke wilayah lain di Bali.

Dengan memilih lokasi yang tepat, tentunya juga harus dilanjutkan dengan perancangan *charging station* yang sesuai pula. Maka penting untuk melakukan perancangan yang menyesuaikan lokasi pemasangan *charging station*. Mulai dari penentuan kapasitas yang sesuai, aksesibilitas, tata letak, hingga jenis

kendaraan yang dominan. Menurut Badan Pendapatan Daerah (Bapenda) Provinsi Bali, pada tahun 2023, kepemilikan kendaraan listrik dicatat sebanyak 3.837 kendaraan listrik dengan jumlah 3.458 roda dua dan 379 roda empat. Oleh karena itu, akan lebih optimal untuk memfokuskan dalam perancangan *charging station* sepeda motor listrik.

Salah satu dari jenis *charging station* adalah Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum atau SPKLU. Menurut data dari Kementerian ESDM, jumlah SPKLU di Bali dan Nusa Tenggara pada tahun 2025 hanya 217 SPKLU. Dengan perhitungan secara nasional, rasio ketersediaan SPKLU terhadap kendaraan listrik yang beredar saat ini adalah 1:21. Sementara pemerintah ingin mencapai target rasio SPKLU terhadap kendaraan listrik menjadi 1:17 [4]. Selain itu mayoritas SPKLU masih berfokus pada SPKLU untuk kendaraan listrik roda 4. Oleh karena itu masih diperlukan peningkatan SPKLU roda dua untuk turut berkontribusi dalam pencapaian target rasio SPKLU dengan kendaraan listrik,

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan adopsi kendaraan listrik dengan melakukan pemilihan lokasi pemasangan SPKLU sepeda motor listrik yang tepat di wilayah Bali Selatan, serta mendesain SPKLU yang menyesuaikan dengan lokasi yang dipilih.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai sumber penggerak utama, menggantikan mesin pembakaran internal yang umum digunakan pada sepeda motor konvensional. Prinsip kerja sepeda motor listrik secara umum adalah ketika *hand throttle* diputar, maka *controller* akan mengambil serta mengatur daya listrik dari baterai traksi dan *inverter*. Dengan pengaturan dari *controller*, *inverter* kemudian mengirimkan sejumlah energi listrik ke motor sesuai dengan putaran gas pada *hand throttle*. Selanjutnya motor traksi

listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. Putaran dari rotor pada motor akan memutar transmisi sehingga roda berputar lalu motor pun bergerak [5].

2.2 SPKLU

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum atau disingkat SPKLU adalah sarana pengisian energi listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk umum [6]. SPKLU di Indonesia ada yang dibangun oleh PLN dan juga oleh pihak lain. SPKLU yang dibangun oleh pihak lain disebut sebagai SPKLU non-PLN.

Teknologi sistem pengisian ulang pada SPKLU terbagi menjadi beberapa jenis antara lain sebagai berikut [7] :

1. Level 1, Pengisian Lambat (*Slow Charging*) dengan waktu yang diperlukan untuk pengisian penuh kendaraan adalah 6-8 jam.
2. Level 2, Pengisian Menengah (*Medium Charging*) dengan waktu yang diperlukan untuk pengisian penuh kendaraan adalah 2-4 jam.
3. Level 3, Pengisian Cepat (*Fast Charging*) dengan waktu yang diperlukan untuk pengisian penuh kendaraan adalah 30 menit
4. Level 4, Pengisian Sangat Cepat (*Ultrafast Charging*) dengan waktu yang diperlukan untuk pengisian penuh kendaraan adalah 15 menit.

Menurut Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019, beberapa kriteria lokasi yang memenuhi syarat untuk menyediakan SPKLU yaitu mudah diakses oleh pemilik kendaraan listrik berbasis baterai, memiliki area parkir khusus untuk SPKLU, dan tidak menimbulkan gangguan terhadap keamanan, keselamatan, ketertiban, serta kelancaran lalu lintas. Guna mempercepat pengembangan kendaraan listrik berbasis baterai dan mempermudah akses pengguna dalam mengisi daya, lokasi penyediaan SPKLU kini telah diperluas ke berbagai titik strategis. Perluasan ini sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam Perpres No. 55 Tahun 2019, dengan lokasi strategis yang meliputi stasiun pengisian bahan bakar

umum, stasiun pengisian bahan bakar gas, kantor pemerintah pusat maupun daerah, pusat perbelanjaan, dan area parkir umum di sepanjang jalan utama.

2.3 Baterai Sepeda Motor Listrik

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia [8]. Baterai adalah bagian penting dari kendaraan listrik yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Ada dua jenis baterai berdasarkan jenisnya yaitu baterai primer (baterai yang hanya dapat digunakan sekali saja) dan baterai sekunder (baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali) [9]. Sepeda motor listrik umumnya menggunakan baterai lithium-ion yang merupakan salah satu jenis baterai sekunder [10].

Untuk menghitung lama pengisian baterai (T_d) dapat menggunakan rumus sebagai berikut [11] :

$$Wh = V \times I_h \quad (1)$$

Keterangan :

Wh = daya baterai dalam satuan jam (Wh)
 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)

2.4 Metode AHP

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan teori umum mengenai pengukuran. Metode AHP dikembangkan pada awal 1970-an oleh DR. Thomas L. Saaty dan telah digunakan untuk membantu para pembuat keputusan. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang

dapat menyelesaikan masalah pengambilan keputusan berdasarkan banyak kategori dengan konsep dasar AHP yang menggunakan *matrix pairwise comparison* (matriks perbandingan berpasangan) untuk menghasilkan bobot relatif antar kriteria maupun alternatif [3].

Kelebihan metode AHP dalam pengambilan keputusan yaitu yang pertama dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks, dan strukturnya tidak beraturan, bahkan permasalahannya yang tidak terstruktur sama sekali. Kurang lengkapnya data tertulis atau data kuantitatif mengenai permasalahan tidak memengaruhi kelancaran proses pengambilan keputusan karena penilaian merupakan sintetis pemikiran berbagai sudut pandang responden. Sesuai dengan kemampuan dasar manusia dalam menilai suatu hal sehingga memudahkan penilaian dan pengukuran elemen. Serta dilengkapi dengan pengujian konsistensi sehingga dapat memberikan jaminan keputusan yang diambil.

Terdapat tiga prinsip utama dalam pemecahan masalah dalam Metode AHP [12], yaitu dekomposisi, penilaian/pembobotan, dan uji konsistensi. Dekomposisi masalah yang merupakan langkah di mana suatu tujuan yang telah ditetapkan diuraikan secara sistematis ke dalam struktur yang menyusun rangkaian sistem hingga tujuan dapat dicapai secara rasional. Penilaian/pembobotan untuk membandingkan elemen-elemen apabila proses dekomposisi telah selasai dan hierarki telah tersusun dengan baik. Selanjutnya dilakukan penilaian perbandingan berpasangan (pembobotan) pada tiap-tiap hierarki berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya. Apabila proses pembobotan telah selesai, langkah selanjutnya adalah penyusunan matriks berpasangan untuk melakukan normalisasi bobot tingkat kepentingan pada tiap-tiap elemen pada hierarkinya masing-masing. Penetapan prioritas pada masing-masing hierarki untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif. Prioritas yang didapat dari hasil perkalian prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan yang ada pada level atasnya dan menambahkannya ke masing-masing elemen dalam level yang dipengaruhi oleh

kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau lebih dikenal dengan istilah prioritas global yang kemudian dapat digunakan untuk memberikan bobot prioritas lokal dari elemen yang ada pada level terendah dalam hierarki sesuai dengan kriterianya. Pengambilan/penetapan keputusan yang merupakan suatu proses di mana alternatif-alternatif yang dibuat dipilih yang terbaik berdasarkan kriterianya.

Dalam menyelesaikan permasalahan metode AHP, perlu dilengkapi dengan perhitungan Indeks Konsistensi (*Consistency Index*). Kemudian dibandingkan dengan Indeks Konsistensi Random (*Random Consistency Index*) untuk setiap n objek. Hasil perbandingan tersebut adalah Rasio Konsistensi (*Consistency Ratio*). Di mana jika Rasio Konsistensi kurang dari sama dengan 1 maka hasil perhitungan matriksnya bisa disebut konsisten. Sehingga solusi yang dihasilkan optimal dan perhitungan dapat dilanjutkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Udayana. Sedangkan untuk pengambilan data dilakukan di Wilayah Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Penelitian ini dilakukan dari Oktober 2024 sampai Mei 2025.

Langkah pertama yang dilakukan adalah studi literatur melalui, buku, jurnal, artikel, dan sumber lainnya mengenai SPKLU dan Sepeda Motor Listrik. Kemudian dilakukan pengambilan data lokasi-lokasi di Bali Selatan yang berpotensi untuk dilakukan pemasangan SPKLU serta data jarak masing-masing lokasi dari SPKLU *existing*. Proses tersebut dilakukan dengan cara *survey*, mendatangi langsung lokasi potensial, serta pengukuran jarak dengan menggunakan Google Maps dan Google Earth. Selanjutnya data tersebut diolah dalam perhitungan AHP untuk menghasilkan satu lokasi terbaik untuk dipasang SPKLU.

Kemudian tahap perancangan dimulai dari perancangan yang menyesuaikan lokasi terpilih. Tahap perancangan dilanjutkan dengan rancangan elektrikal yang sesuai dengan spesifikasi SPKLU.

4. HASIL DAN PEMBASAHAH

4.1 Pemilihan Lokasi dengan Metode AHP

Dalam menentukan lokasi pemasangan SPKLU terdapat tiga kriteria, yaitu jarak lokasi potensial dengan SPKLU *existing*, luas parkir lokasi potensial, dan jenis gedung. Kriteria jarak memiliki lima sub kriteria, yaitu kurang dari 1 kilometer, 1 – 5 kilometer, 5 – 10 kilometer, 10 – 15 kilometer, dan lebih dari 15 kilometer. Kriteria luas parkir memiliki lima sub kriteria, yaitu kurang dari 100 m², 100 – 300 m², 300 – 500 m², 500 – 700 m², dan lebih dari 700 m². 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, perhitungan AHP dimulai dengan matriks perbandingan kriteria dan matriks nilai kriteria. Proses ini dilakukan untuk menentukan intensitas kepentingan dari tiap kriteria. Di mana kriteria jarak dengan SPKLU *existing* memiliki intensitas kepentingan paling tinggi dibanding kriteria lainnya. Sebab penelitian ini memiliki tujuan untuk meratakan pemasangan SPKLU. Sehingga lokasi yang berjarak paling jauh dari SPKLU 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. Selanjutnya adalah luas parkir. Memilih lokasi potensial dengan luas parkir yang sesuai dengan kriteria pemasangan SPKLU dari PLN yaitu minimal 42 m² sebenarnya juga penting. Namun agar kriteria lainnya bisa diutamakan, maka kriteria luas parkir diberi intensitas kepentingan paling kecil dengan catatan sub kriteria jarak dengan intensitas kepentingan paling kecil adalah < 100m². Maka bisa memperbesar kemungkinan

lokasi terpilih memiliki luas parkir di atas 100m².

Tabel 1 menunjukkan matriks perbandingan kepentingan tersebut. Di mana nilai kepentingan kriteria jarak diberikan nilai 7 dibanding kriteria luas parkir dan diberikan nilai 3 dibanding dengan kriteria jenis gedung. Hal ini menyatakan bahwa kepentingan tertinggi ada di jarak, disusul jenis gedung, dan luas parkir. Matriks ini dibuat menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*.

Tabel 1. Matriks Perbandingan Kriteria

Nilai Kepentingan Kriteria	Nilai Kepentingan Kriteria Jarak	Nilai Kepentingan Kriteria Luas Parkir	Nilai Kepentingan Kriteria Jenis Gedung
Nilai Kepentingan Kriteria Jarak	1	7	3
Nilai Kepentingan Kriteria Luas parkir	0,14	1	0,33
Nilai Kepentingan Kriteria Jenis Gedung	0,33	3	1
Nilai Total	1,47	11	4,33

Dengan membandingkan kepentingan antara kriteria, maka nilai kepentingan tiap kriteria dapat dinormalisasi dengan cara membagi bobot perbandingan dengan total bobot tiap kriteria. Hasil bagi tersebut ditotalkan dan dibagi tiga untuk mendapat nilai prioritas kriteria. Selanjutnya, nilai prioritas dikali dengan total nilai perbandingan agar menghasilkan eigen value. Hasil perhitungan terlampir di Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Nilai Kriteria

Kriteria	Jarak	Luas Parkir	Jenis Gedung	Jumlah	Nilai Prioritas	Eigen Value
Jarak	0,68	0,64	0,69	2,01	0,67	0,99
Luas Parkir	0,10	0,09	0,08	0,26	0,09	0,97
Jenis Gedung	0,23	0,27	0,23	0,73	0,24	1,05
Nilai Total	1	1	1	3	1	3,01

Dengan menjumlahkan eigen value, dapat dihitung nilai CI (*consistency index*) atau nilai konsistensi dengan rumus (eigen value – 3) / (3 – 1). Karena kriteria yang diuji ada 3, maka nilai RI (*random consistency index*) adalah 0,58. 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 hasil CR yang didapat adalah 0,0068, maka perhitungan yang sudah dilakukan bisa dinyatakan konsisten. Hasil perhitungan terlampir di Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Konsistensi Hirarki

CI	0,00394384
RI	0,58
CR	0,0068

Dengan melakukan proses yang sama untuk sub kriteria dari masing-masing kriteria, maka didapatkan hasil sebagai terlampir pada Tabel 4 yang merupakan tabel bobot nilai ketiga kriteria beserta bobot nilai tiap sub kriteria.

Tabel 4. Tabel Bobot Nilai Kriteria dan Bobot Nilai Sub Kriteria

Kriteria	Bobot Nilai Kriteria	Sub Kriteria	Bobot Nilai Sub Kriteria
Jarak	0,67	>15 km	0,50
		10 – 15 km	0,26
		5 – 10 km	0,13
		1 – 5 km	0,07
		<1 km	0,03
Luas Parkir	0,09	>700 m ²	0,50
		500 – 700 m ²	0,26
		300 – 500 m ²	0,13
		100 – 300 m ²	0,07
		<100 m ²	0,03
Jenis Gedung	0,24	Fasilitas Umum	0,50
		Tempat Perbelanjaan	0,26
		Tempat Rekreasi	0,13
		Tempat Makan	0,07
		Penginapan dan Rumah sakit	0,03

Dari perhitungan bobot nilai kriteria dan juga bobot nilai sub kriteria yang tercantum di tabel 4, tiap lokasi potensial dapat dihitung nilainya dengan cara bobot nilai kriteria dikalikan dengan bobot nilai sub kriteria. Misal Mall Level 21 dengan jarak dari SPKLU *existing* adalah 1,2 km yang masuk ke bobot nilai 0,07. Maka nilai jarak Mall Level 21 adalah 0,07 dikali 0,67 sebagai hasil nilai kriteria jarak. Begitu seterusnya di setiap kriteria hingga seluruh lokasi 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 5 menunjukkan hasil 3 besar perhitungan bobot dan perankingan lokasi potensial untuk pemilihan SPKLU.

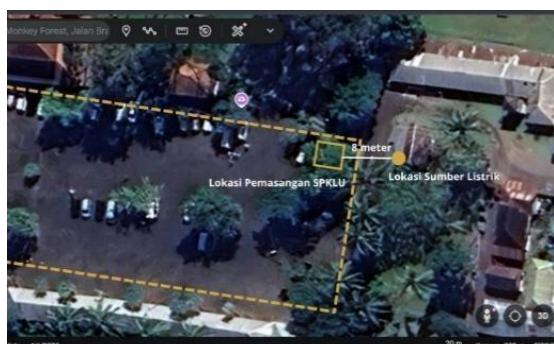
Tabel 5. Hasil 3 Besar Perankingan Lokasi Potensial untuk Pemasangan SPKLU

No	Lokasi	Nilai Jarak	Nilai Luas Parkir	Nilai Jenis Gedung	Nilai Total	Ranking
1	Sangeh Monkey Forest	0,174	0,045	0,032	0,251	1
2	Sentral Parkir Kuta	0,045	0,045	0,122	0,212	2
3	Lippo Plaza Sunset	0,09	0,045	0,063	0,198	3

Dari tabel 5, diketahui hasil lokasi terbaik adalah Sangeh Monkey Forest yang memiliki jarak 13,4 km dari SPKLU *existing* terdekat yaitu di SPKLU PLN UPT Bali, memiliki luas parkir 6.400 m², dan jenis gedung berupa tempat rekreasi.

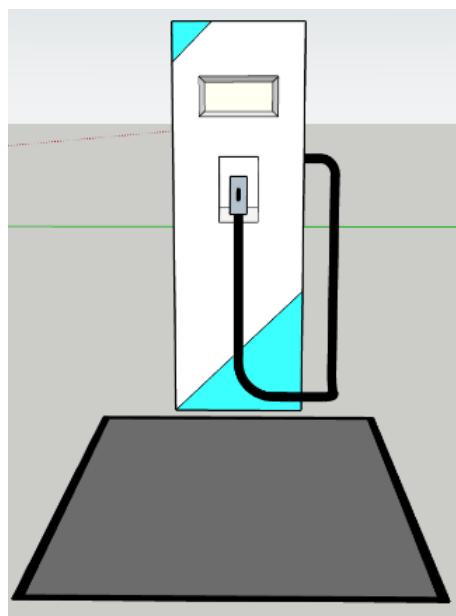
4.2 Rancangan Mesin dan Layout SPKLU

Setelah menentukan lokasi pemasangan SPKLU yaitu di Sangeh Monkey Forest, maka perancangan SPKLU dimulai dari mengenali lokasi terpilih. Sangeh Monkey Forest terletak di Jalan Brahmana, Desa Sangeh, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Gambar 1 menunjukkan areal parkir Sangeh Monkey Forest dari tangkapan satelit Google Earth dengan titik lokasi pemasangan SPKLU yang berjarak 8 meter dari sumber listrik terdekat.

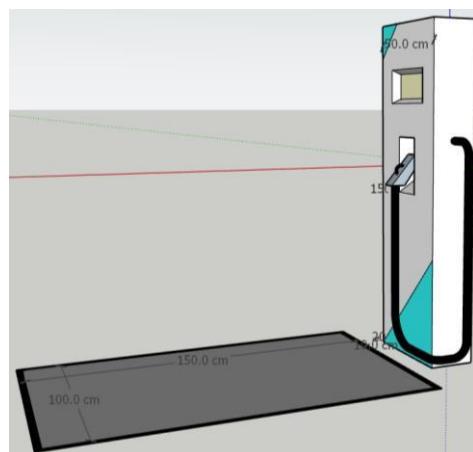


Gambar 1. Titik Pemasangan SPKLU dan Titik Sumber Listrik

Dengan menyesuaikan dari area parkir Sangeh Monkey Forest, Gambar 2 adalah desain SPKLU yang divisualisasikan dengan bantuan *software SketchUp*.



Gambar 2. Desain SPKLU



Gambar 3. Desain SPKLU dengan Ukuran
Ukuran dari desain SPKLU dapat dilihat di gambar 3. Di mana tinggi mesin SPKLU adalah 150 cm, tebal 20 cm, dan lebar 50 cm. Sementara untuk parkir motor panjangnya 150 cm dengan lebar 100 cm. Jarak antara mesin dan parkir motor adalah 10 cm.



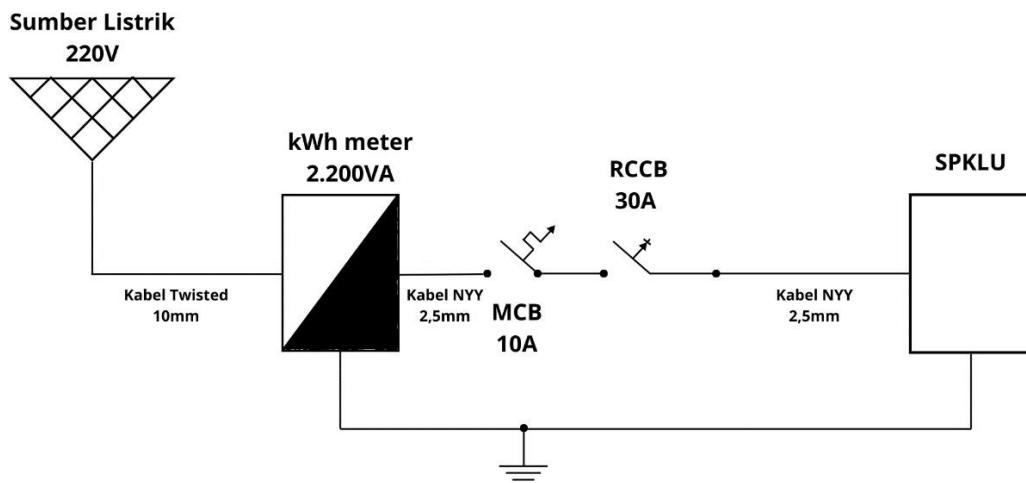
Gambar 4. Layout Pemasangan SPKLU di Area Parkir Motor Sangeh Monkey Forest

Gambar 4 menunjukkan penggambaran pemasangan SPKLU di area parkir motor Sangeh Monkey Forest. Mesin SPKLU diletakkan di area parkir motor yang memberikan kemudahan akses bagi pengguna tanpa menghalangi aktivitas

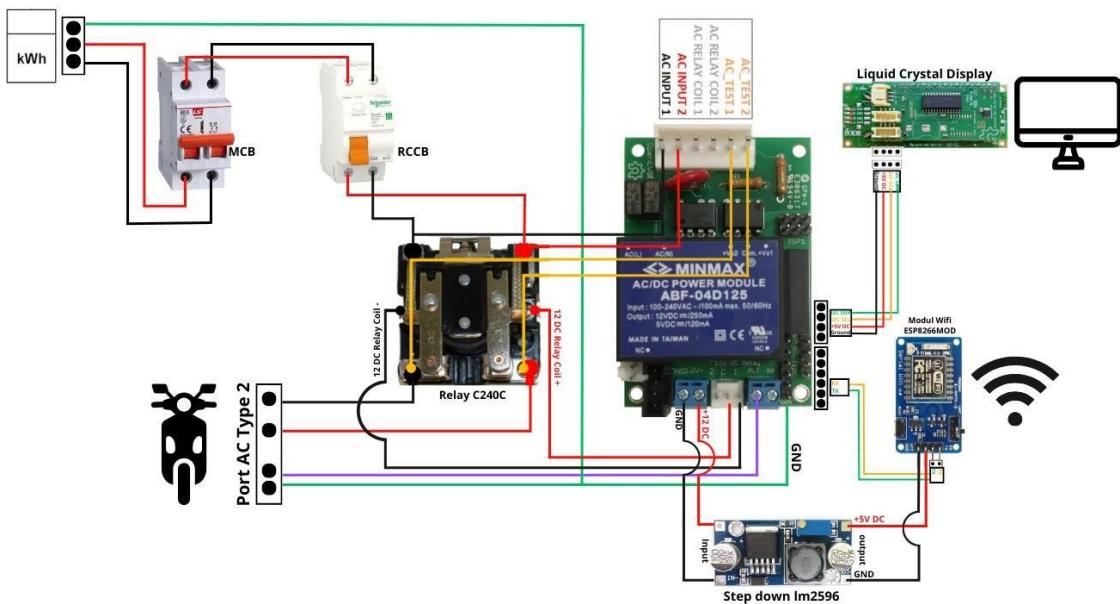
parkir serta lalu lintas di area Sangeh Monkey Forest.

4.3 Rancangan Elektrikal SPKLU

Gambar 5 menunjukkan *single line diagram* dari SPKLU yang dimulai dari sumber listrik 220V yang masuk ke kWh meter. Dalam pemasangan SPKLU, jarak dari sumber listrik terdekat adalah 8 meter seperti yang terlihat di gambar 1. Kemudian listrik masuk ke pengaman MCB dan RCCB sebelum masuk ke perangkat SPKLU yang rangkaian listriknya digambarkan pada gambar 6.



Gambar 5. Single Line Diagram dari SPKLU



Gambar 6. Rangkaian Elektrikal SPKLU

Mengikuti referensi Open Source Electric Vehicle Supply Equipment (OpenEVSE) [13], dalam rangkaian elektrikal SPKLU terdapat beberapa perangkat seperti 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.

Kemudian Relay C240C yang berfungsi untuk memutus dan mengalirkan arus listrik. Controller ABF-04D125 yang berfungsi sebagai pengontrol utama serta menerima data dari modul WIFI dan display LCD. Modul display OpenEVSE color Liquid Crystal Display v3 yang berfungsi untuk menampilkan proses pembayaran kepada pengguna. Modul ESP 8266 yang berfungsi dalam komunikasi nirkabel untuk proses pembayaran oleh pengguna. Step down LM2596 MOD untuk menyuplai energi listrik ke modul WIFI dan LCD. Kabel dari sumber berupa kabel NYY 2,5 mm. Kabel tegangan di antara tiap perangkat berupa kabel NYA 2,5 mm. Kabel jumper yang mengirimkan data. Serta kabel dari perangkat ke port berupa kabel NYY 2,5 mm. Port yang digunakan adalah AC type 2.

Perangkat-perangkat tersebut dirangkai dalam satu rangkaian elektrikal pada Gambar 7, yang dimulai dari sumber listrik hingga ke port. Dibantu pula dengan jaringan komunikasi WIFI dan layar LED untuk proses pembayaran oleh pengguna.

Proses pengisian ulang dari SPKLU dimulai dari energi listrik masuk ke pengaman MCB dan RCCB SPKLU. Pengguna akan melakukan scan barcode pada mesin SPKLU, kemudian menggunakan aplikasi untuk mengisi jumlah daya yang akan diisi. Jika pengguna telah melakukan pembayaran pada aplikasi, pengguna bisa langsung memasukkan port SPKLU ke converter agar bisa terkoneksi dengan port sepeda motor listrik. Sementara itu controller yang menerima data dari sistem WIFI memverifikasi pembayaran oleh pengguna dan memerintahkan relay untuk mengalirkan listrik. Layar pada SPKLU akan menampilkan proses pengisian daya. Jika pengisian daya telah selesai, pengguna meletakkan kembali port pada mesin SPKLU.

SPKLU yang dirancang pada penelitian ini merupakan tipe medium charging, dengan spesifikasi seperti di Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Spesifikasi SPKLU

Spesifikasi	Keterangan
Lama Waktu Charger	2 – 4 jam
Tegangan Input	220 Volt
Daya Output	1200 Watt
Arus Output	20 Ampere
Tegangan Output	60 Volt

Rata-rata tegangan baterai sepeda motor listrik adalah 72V dengan kapasitas arusnya 32Ah. Maka dengan spesifikasi SPKLU seperti pada tabel 6, dapat dihitung lama waktu pengisian baterai dengan merujuk pada persamaan (1) dengan $V = 72V$ dan $Ah = 32Ah$, maka ;

$$\begin{aligned} Wh &= 72V \times 32Ah \\ Wh &= 2.304Wh \end{aligned}$$

Karena daya yang diperlukan adalah 2.304Wh, maka lama waktu charging dengan output 1.200W bisa dihitung dengan merujuk pada persamaan (2) sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu charging} &= \frac{2.304 \text{ Wh}}{1.200 \text{ W}} \\ \text{Lama waktu charging} &\approx 2,1 \text{ hour} \end{aligned}$$

Maka lama waktu charging adalah sekitar 2 jam 8 menit. Namun perhitungan ini adalah perhitungan dengan asumsi bahwa kondisi awal baterai sebelum charging kosong. Lama waktu charging bisa lebih cepat tergantung kondisi awal baterai pengguna.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan, terlihat bahwa penelitian ini berhasil menentukan lokasi optimal untuk pemasangan SPKLU sepeda motor listrik di Bali Selatan dengan menggunakan metode AHP yang meliputi perhitungan kriteria jarak dari SPKLU existing, luas parkir, dan jenis gedung. Hasil perhitungan menunjukkan Sangeh Monkey Forest sebagai lokasi terbaik karena memiliki jarak strategis, luas parkir memadai, dan jenis gedung sesuai kebutuhan pengguna. Selanjutnya, rancangan SPKLU disesuaikan dengan kondisi lokasi, yang terdiri dari layout, dimensi mesin, dan jalur parkir motor. Sementara rancangan elektrikalnya dibuat dari *single line diagram* kemudian rangkaian perangkatnya. Melalui perhitungan dari

kajian pustaka yang dilakukan, dirancanglah SPKLU *medium charging* dengan spesifikasi daya output 1.200 Watt dan tegangan output 60 Volt yang mampu mengisi baterai motor listrik 72V/32Ah dalam waktu 2 jam 8 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, <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- [2] Bagaskara, P. N. G., Rosmalati, & Kanata, B. (2022). "Lokasi Optimal Penempatan Charging Station Dengan Sumber PLTS Rooftop Di Kota Mataram Menggunakan Metode Genetic Algorithms (GA)." Diektrika – Department of Electrical Engineering University of Mataram, 8(2).
- [3] 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).
- [4] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025). "Kesiapan Pengembangan Infrastruktur SPKLU PLN." [Online]. Tersedia: https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/ddde0-bahan-pln.pdf
- [5] Ilham, M., Abidin, M. A., & Yusran. (2022). "Konversi Sepeda Motor Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai."
- [6] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2020 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.
- [7] Wahyudi, K., Makai, K., & Sukmono, Y. (2024). "Implementasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) Sebagai Infrastruktur Penunjang Electrical Vehicle Dalam Mendukung Net

- Zero Emission." JATRI – Jurnal Teknik Industri, 2(2).
- [8] Dayanti, F. (2018). "Perancangan Sistem Charging Dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler ATMega16." Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] Octora, A. P., & Munawar, I. (2021). "Konfigurasi Baterai Lead Acid Pada Sistem Pengaturan Motor BLDC Untuk Aplikasi Mobil Listrik." Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta, 1(2), p-ISSN: 2774-7972, e-ISSN: 2775-6696.
- [10] Perdana, F. A. (2020). "Baterai Lithium." Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA, 9(2), 103–109.
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.5008>
- [11] Hasan, I., Hakim, L., & Denur. (2022). "Desain Penganti Penggerak Motor Bakar Torak (110 CC) Pada Sepeda Motor Otomatis Dengan Motor Listrik Tipe BLDC (Brushless DC)." Surya Teknika, 9(2).
- [12] Haekal, J., & Setio, H. (2017). "Selection Of Raw Material Suppliers Using Analytical Hierarchy Process In Food And Beverage Company, South Jakarta." ComTech, 8(2).
<https://doi.org/10.21512/comtech.v8i2.3747>
- [13] OpenEnergyMonitor. (2023). "OpenEVSE Kit Build Guide" [Online]. Tersedia:
https://docs.openenergymonitor.org/emo_nevse/assembly.html
- [14] Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) Untuk Transportasi Jalan.
- [15] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2023 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.