

# PERANCANGAN *DIRECT CHARGING* SEPEDA MOTOR LISTRIK DAN PEMILIHAN LOKASI PEMASANGAN DI BALI SELATAN

I N. A. P. Putra, I W. Sukerayasa<sup>2</sup>, W. G Ariastina<sup>2</sup>, I N. S. Kumara<sup>2</sup>, I N. Setiawan<sup>2</sup>,  
I. A. D. Giriantari<sup>2</sup>, D. A. S. Santiari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

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

Email : pramanaputra025@student.unud.ac.id<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Bali menjadi salah satu wilayah di Indonesia yang berada di garis terdepan dalam transisi menuju energi bersih. Salah satu langkah untuk mencapainya adalah peralihan ke kendaraan listrik (*Electrical Vehicle*). Oleh karena itu, perancangan *charging station* kendaraan listrik menjadi faktor penting untuk menjamin kelancaran peralihan tersebut. *Charging station* harus ditempatkan di lokasi yang strategis untuk memudahkan akses oleh pengguna, serta perencanaannya haruslah sesuai dengan regulasi yang ada. Salah satu jenis *charging station* adalah SPKLU. Namun kebanyakan SPKLU berfokus ke mobil listrik, padahal pemakaian sepeda motor listrik lebih masif. Maka, tujuan penelitian ini adalah perancangan *direct charging* sepeda motor listrik yang bisa langsung terhubung ke sepeda motor listrik. Perancangan mencakup desain mesin *direct charging*, *layout* penempatannya di lokasi terpilih, serta rancangan rangkaian kelistrikan dari mesin *direct charging*. Pemilihan lokasi yang sesuai akan dilakukan dengan perhitungan AHP untuk mendapat satu lokasi terbaik di Wilayah Bali Selatan.

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

## ABSTRACT

Bali is one of the regions in Indonesia at the forefront of the transition toward clean energy. One of the key steps to achieving this goal is the shift to electric vehicles (EVs). Therefore, the design of electric vehicle charging stations is a crucial factor in ensuring a smooth transition. Charging stations must be strategically located to provide easy access for users, and their planning must comply with existing regulations. One type of charging station is the Public Electric Vehicle Charging Station (SPKLU). However, most SPKLUs are focused on electric cars, whereas the use of electric motorcycles is far more widespread. For this reason, this study focuses on the design of a direct charging system for electric motorcycles, which can be connected directly to the vehicles. The design process includes both 3D modeling and the electrical layout. The selection of a suitable location will be carried out using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine the optimal site in the South Bali area.

**Key Words** : SPKLU, *direct charging*, Electric Motorcycle, Southern Bali, AHP Method

## 1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi di sektor industri, rumah tangga, dan komersial telah terkait dengan pertumbuhan ekonomi yang meningkat sejak tahun 2000. Bahan bakar fosil menyumbang sebagai pasokan energi primer yang digunakan untuk pembangkitan listrik,

transportasi, dan produksi material[1]. Indonesia sebagai konsumen energi terbesar di Asia Tenggara, menyumbang 40% dari total penggunaan energi di kawasan tersebut. Sebagai negara yang sedang berkembang, kebutuhan energi diperkirakan akan meningkat secara signifikan [2]. Di

sektor industri, industri mineral non-logam menjadi konsumen energi terbesar, diikuti oleh industri kimia-farmasi dan industri makanan dan minuman (F&B). Ketiga industri ini bersama-sama mewakili 78% konsumsi energi sektor dan merupakan kontributor utama emisi gas rumah kaca. Tanpa intervensi baru, intensitas emisi (EI) hanya akan mengalami penurunan relatif lambat hingga mencapai sekitar 51 tCO<sub>2</sub>e/TJ pada 2060 [3].

Selain itu, kendaraan di jalan raya mendominasi konsumsi energi sektor transportasi sebesar sekitar 68% dan sebanyak 70% dari total emisi langsung sektor tersebut. Sementara angkutan penumpang kereta api, laut, dan udara menyumbang kurang dari 3% dari total konsumsi energi dan emisi langsung. Hal ini terjadi dikarenakan kendaraan di jalan raya menggunakan bensin dan solar yang berkontribusi sebesar 90,5% terhadap emisi, dengan skala proyeksi NPS menunjukkan emisi langsung sebesar 176 MtCO<sub>2</sub>e pada tahun 2030 [3]. Ketergantungan pada energi fosil ini tidak hanya berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca nasional maupun emisi lainnya, tetapi juga menimbulkan kekhawatiran akan ketahanan energi jangka panjang.

Peristiwa ini menumbuhkan kesadaran akan tingginya konsumsi energi memberikan dampak buruk bagi lingkungan sehingga diperlukan alternatif lain yang mampu mengimbangi kebutuhan energi dan lebih ramah lingkungan. Kesadaran ini membuat misi yang tercatat dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) untuk menargetkan 23% kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi nasional pada tahun 2025 [4]. Untuk memperkuat komitmen terhadap transisi energi, target selanjutnya adalah *net-zero emissions*. Saat ini, pemerintah telah menetapkan target untuk transisi energi negara ini berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 dalam Kebijakan Energi Nasional. Tujuannya adalah untuk mengurangi kontribusi batu bara dari 43% menjadi 30% pada tahun 2025 dan 25% pada tahun 2050, kontribusi minyak

menjadi kurang dari 25% pada tahun 2025 dan di bawah 20% pada tahun 2050, serta kontribusi gas menjadi 22% dari campuran energi pada tahun 2025 dan 24% pada tahun 2050. Selain itu, Indonesia juga menargetkan penggunaan listrik terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025, 28% pada tahun 2038, dan 31% pada tahun 2050 sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 22/2017 dalam Rencana Energi Nasional [5].

Maka, salah satu langkah strategis yang sedang digencarkan adalah percepatan adopsi kendaraan listrik (*Electrical Vehicle*) sebagai pengganti kendaraan berbahan bakar fosil. Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia 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 Jalan, Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) yang selanjutnya disebut KBL Berbasis Baterai adalah kendaraan yang digerakkan dengan motor listrik dan mendapatkan pasokan sumber daya tenaga listrik dari baterai secara langsung di kendaraan maupun dari luar. Dalam pasal 2 ayat 1, disebutkan bahwa kendaraan listrik berdasarkan jenisnya dikelompokkan dengan jumlah roda kendaraan tersebut. Yaitu KBL Berbasis Baterai beroda dua atau roda tiga dan KBL Berbasis Baterai beroda empat atau lebih.

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. Sebab hal ini sejalan dengan komitmen Indonesia dalam *Paris Agreement* untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030 dan mencapai *net-zero emissions* pada tahun 2060. *Paris Agreement* sendiri adalah perjanjian internasional yang berfokus pada pengendalian perubahan iklim, di mana

Indonesia sebagai salah satu penandatanganan memiliki tanggung jawab dalam mencapai target-target tersebut [6].

Saat ini, Bali menjadi salah satu wilayah di Indonesia yang berada di garis terdepan dalam transisi menuju energi bersih. Melalui peluncuran inisiatif Emisi Nol Bersih Bali pada Agustus 2023, Bali telah mengukuhkan posisinya sebagai pelopor dalam perjalanan menuju pembangunan berkelanjutan. Target emisi nol bersih yang ditetapkan oleh Bali adalah pada tahun 2045, yaitu 15 tahun lebih cepat dibandingkan target nasional Indonesia. Komitmen ini didukung oleh kerangka kebijakan yang kuat, salah satunya melalui Peraturan Gubernur Bali No. 45 Tahun 2019 tentang Energi Bersih Bali.

Dikutip oleh wartaekonomi, menunjukkan bahwa Denpasar dan Kabupaten Badung memiliki kualitas udara terburuk di antara wilayah-wilayah di Indonesia. Polusi kendaraan dianggap sebagai faktor utama yang menyebabkan kondisi berbahaya tersebut [5]. Meskipun polusi udara, jumlah kendaraan pribadi yang tak terhitung juga berkontribusi positif terhadap polusi suara. Adanya peluasan ruas jalan di kota Denpasar mengakibatkan kenaikan emisi gas buang. Kadar karbon monoksida (CO) sebelum peluasan adalah sebesar 9.433,97 gram/jam dan sesudah peluasan yaitu 27.704,07 gram/jam. Dari sini menunjukkan bahwa ada peningkatan sebanyak 2 kali lipat dari sebelumnya [7].

Tingginya mobilitas membuat sebagian pihak khawatir hal ini dapat mempengaruhi sektor pariwisata Bali di masa depan. Oleh karena itu, lokasi ini cukup strategis untuk pengembangan dan penggunaan kendaraan listrik. Dalam mempermudah aksesibilitas dan infrastruktur guna mengembangkan kendaraan listrik, perlu pemilihan lokasi yang tepat dan strategis menimbang akan sangat dibutuhkan pemasangan infrastruktur *charging station* secara merata sehingga memberikan kemudahan akses bagi masyarakat. Pemilihan lokasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

AHP adalah metode MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*) matematis yang mempertimbangkan prioritas individu atau kelompok dan mengevaluasi variabel kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Pendekatan AHP dimulai dengan pembuatan struktur keputusan super, yang merangkum semua komponen relevan dalam proses pengambilan keputusan. Selanjutnya, serangkaian perbandingan berpasangan dihasilkan dengan cermat untuk setiap tingkat dan subkelompok [8].

Salah satu bentuk *charging station* adalah Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), yang umumnya digunakan untuk mobil listrik dan memerlukan konektor tambahan apabila digunakan oleh sepeda motor listrik. Namun pengguna sepeda motor listrik jumlahnya lebih banyak dibandingkan pengguna mobil Listrik, sehingga diperlukan pembangunan SPKLU khusus untuk sepeda motor listrik guna mempermudah pengguna. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang SPKLU yang dapat terhubung langsung dengan sepeda motor listrik melalui sistem *direct charging*.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, untuk mengoptimalkan adopsi kendaraan listrik dalam mendukung transisi energi di Bali, dengan melakukan pemilihan lokasi pemasangan *direct charging* sepeda motor listrik yang tepat di wilayah Bali Selatan, serta mendesain mesin *direct charging* yang menyesuaikan dengan lokasi yang dipilih. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi positif dalam mencapai target transisi ke kendaraan listrik serta memperkuat citra Bali sebagai destinasi pariwisata yang berkomitmen pada pelestarian lingkungan.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor listrik adalah kendaraan tanpa bahan bakar minyak yang digerakkan oleh dinamo dan akumulator, yang terbagi dalam dua jenis arus, yaitu DC maupun AC. Namun di dalam penggunaan secara massal di Indonesia, motor listrik yang beredar bertipe arus DC [9]. Salah satu contoh motor listrik merk Gesits dapat dilihat di gambar 1.

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 [10].



Gambar 1. Sepeda Motor Listrik Gesits Raya [11]

## 2.2 Direct Charging

Pengisian Daya Langsung (*direct charging*) adalah metode yang umum digunakan untuk mengisi ulang sepeda motor listrik, yang memungkinkan sepeda motor terhubung langsung ke sumber daya listrik untuk pengisian energi yang efisien. Perangkat utama dalam *direct charging* adalah kabel pengisian yang akan terhubung ke sumber listrik dan *port* pengisian yang ada pada sepeda motor. Maka metode ini melibatkan penggunaan kabel pengisian yang menghubungkan sepeda motor ke stop kontak listrik, mirip dengan cara mengisi daya ponsel di rumah. Kemudahan dan kenyamanan dari proses ini menjadikannya pilihan menarik bagi pengguna, karena memerlukan sedikit persiapan dan dapat dilakukan dengan cepat [12]. Secara konsep, *direct charging* sama dengan SPKLU. Yang membedakan adalah *port direct charging* bisa langsung terkoneksi dengan sepeda motor listrik tanpa *converter* lagi.

Ada 2 standar untuk konektor yang digunakan pada *direct charging* yaitu [13] :

1. SAE J1772 Combo yang dikembangkan oleh Amerika Serikat.
2. CHAdeMO yang dikembangkan oleh Jepang.

## 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 [14]. Sepeda motor listrik umumnya menggunakan baterai lithium-ion yang merupakan jenis baterai sekunder atau dapat diisi ulang [15].

Untuk menghitung lama pengisian baterai ( $T_d$ ) dapat menggunakan rumus sebagai berikut [16] :

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

Keterangan :

Wh = daya baterai dalam satuan jam (Wh)

V = tegangan pada baterai satuan volt (V)

Ih = 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. [15].

Kelebihan metode AHP dalam pengambilan keputusan adalah sebagai berikut [16] :

1. Dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks, dan strukturnya tidak beraturan, bahkan permasalahannya yang tidak terstruktur sama sekali.
2. Kurang lengkapnya data tertulis atau data kuantitatif mengenai

- permasalahan tidak dipengaruhi kelancaran proses pengambilan keputusan karena penilaian merupakan sintesis pemikiran berbagai sudut pandang responden.
3. Sesuai dengan kemampuan dasar manusia dalam menilai suatu hal sehingga memudahkan penilaian dan pengukuran elemen.
  4. Metode dilengkapi dengan pengujian konsistensi sehingga dapat memberikan jaminan keputusan yang di ambil.

### 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 *direct charging* dan Sepeda Motor Listrik. Kemudian dilakukan pengambilan data lokasi-lokasi di Bali Selatan yang berpotensi untuk dilakukan pemasangan *direct charging* serta data jarak masing-masing lokasi dari SPKLU *existing*. Selanjutnya data tersebut diolah dalam perhitungan AHP untuk menghasilkan satu lokasi terbaik untuk dipasang *direct charging*.

Kemudian tahap perancangan dimulai dari perancangan 3 dimensi yang menyesuaikan lokasi terpilih. Tahap perancangan dilanjutkan dengan rancangan elektrikal yang sesuai dengan spesifikasi *direct charging*.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pemilihan Lokasi dengan Metode AHP

Dalam menentukan lokasi pemasangan *direct charging* terdapat tiga kriteria, yaitu jarak lokasi potensial dengan SPKLU *existing*, luas parkir lokasi potensial, dan jenis gedung. Kriteria jarak memiliki lima subkriteria, yaitu kurang dari 1 kilometer, 1 – 5 kilometer, 5 – 10 kilometer, 10 – 15 kilometer, dan lebih dari 15 kilometer. Kriteria luas parkir memiliki lima subkriteria, yaitu kurang dari 100 m<sup>2</sup>, 100 – 300 m<sup>2</sup>, 300 – 500 m<sup>2</sup>, 500 – 700 m<sup>2</sup>, dan lebih dari 700 m<sup>2</sup>. Sementara kriteria jenis gedung mencakup

lima subkriteria 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. 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 m<sup>2</sup> sebenarnya juga penting. Namun agar kriteria lainnya bisa diutamakan, maka kriteria luas parkir diberi intensitas kepentingan paling kecil dengan catatan subkriteria jarak dengan intensitas kepentingan paling kecil adalah < 100m<sup>2</sup>. Maka bisa memperbesar kemungkinan lokasi terpilih memiliki luas parkir di atas 100m<sup>2</sup>.

Tabel 1 menunjukkan matriks perbandingan kepentingan tersebut. 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 ( $\text{eigen value} - 3$ ) / ( $3 - 1$ ). 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 subkriteria dari masing-masing kriteria, maka didapatkan hasil sebagai terlampir pada Tabel 4 merupakan tabel bobot nilai ketiga kriteria. Sementara secara berurutan Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 menunjukkan bobot nilai tiap subkriteria.

Tabel 4. Tabel Bobot Nilai Kriteria

Nilai Kriteria Jarak	0,67
Nilai Kriteria Luas Parkir	0,09
Nilai Kriteria Jenis Gedung	0,24

Tabel 5. Tabel Bobot Nilai Subkriteria Jarak

Nilai Subkriteria Jarak >15 km	0,50
Nilai Subkriteria Jarak 10 – 15 km	0,26
Nilai Subkriteria Jarak 5 – 10 km	0,13
Nilai Subkriteria Jarak 1 – 5 km	0,07
Nilai Subkriteria Jarak <1 km	0,03

Tabel 6. Tabel Bobot Nilai Subkriteria Luas Parkir

Nilai Subkriteria Luas Parkir >700 m <sup>2</sup>	0,50
Nilai Subkriteria Luas Parkir 500 – 700 m <sup>2</sup>	0,26
Nilai Subkriteria Luas Parkir 300 – 500 m <sup>2</sup>	0,13
Nilai Subkriteria Luas Parkir 100 – 300 m <sup>2</sup>	0,07
Nilai Subkriteria Luas Parkir <100 m <sup>2</sup>	0,03

Tabel 7. Tabel Bobot Nilai Subkriteria Jenis Gedung

Nilai Subkriteria Jenis Gedung Fasilitas Umum	0,50
Nilai Subkriteria Jenis Gedung Tempat Perbelanjaan	0,26
Nilai Subkriteria Jenis Gedung Tempat Rekreasi	0,13
Nilai Subkriteria Jenis Gedung Tempat Makan	0,07
Nilai Subkriteria Jenis Gedung Penginapan	0,03

Dari perhitungan bobot nilai kriteria dan juga bobot nilai subkriteria yang tercantum di tabel 4, tabel 5, dan tabel 6, tiap lokasi potensial dapat dihitung nilainya dengan cara bobot nilai kriteria dikalikan dengan bobot nilai subkriteria. Misal Lotte Mart Bypass Ngurah Rai dengan jarak dari SPKLU *existing* adalah 4,8 km yang memiliki bobot nilai 0,07. Maka nilai jarak Lotte Mart Bypass Ngurah Rai 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. Di mana berdasarkan perhitungan yang dilakukan, lokasi terbaik untuk memasang *direct charging* adalah Sentral Parkir Kuta yang memiliki jarak 2,6 km dari SPKLU *existing* yaitu SPKLU Pantai Kuta, memiliki luas parkir 10.485 m<sup>2</sup>, dan

dengan jenis gedung berupa fasilitas umum. Dari informasi pada Google Maps, diketahui bahwa pengunjung menghabiskan waktu di Sentral Parkir Kuta selama 30 menit – 1 jam, maka cocok untuk dipasang *direct charging* yang sistemnya *fast charging*.

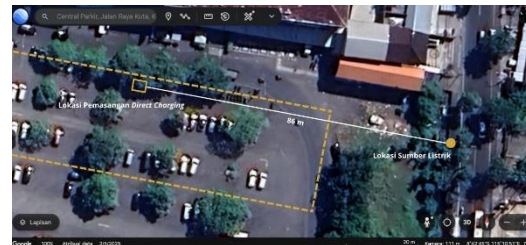
#### 4.2 Rancangan Mesin dan Layout Direct Charging

Perancangan 3 dimensi *direct charging* dimulai dari mengenali lokasi terpilih. Gambar 2 menunjukkan areal parkir Sentral Parkir Kuta dari tangkapan satelit Google Earth.



Gambar 2. Area Parkir Sentral Parkir Kuta

Dari Gambar 2, dibuatlah titik pasti pemasangan *direct charging* beserta sumber listrik terdekat yang terlihat di Gambar 3.



Gambar 3. Titik Pemasangan Direct Charging dan Titik Sumber Listrik

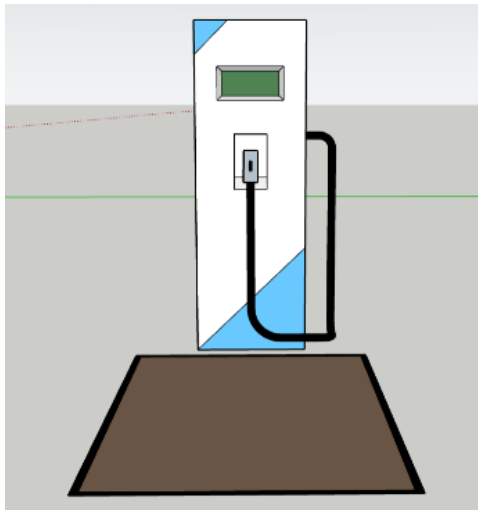


Gambar 4. Area Parkir Motor Sentral Parkir Kuta

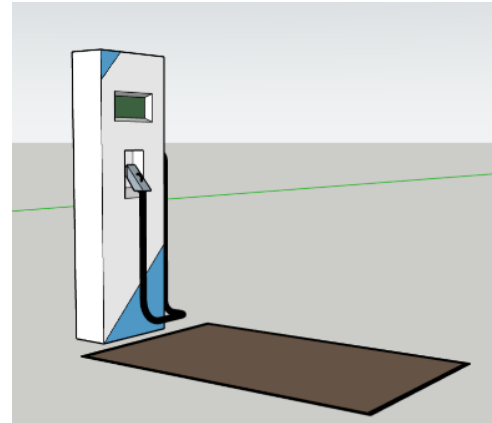


Gambar 5. Sumber Listrik Terdekat dari Sentral Parkir Kuta

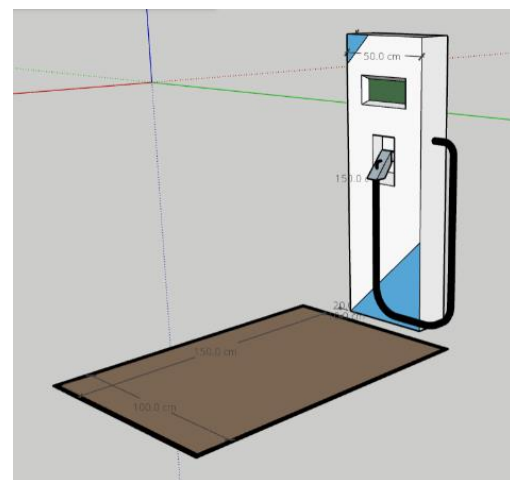
Gambar 4 menunjukkan areal parkir motor di Sentral Parkir Kuta yang akan dipasangkan *direct charging*. Sementara Gambar 5 merupakan sumber listrik terdekat yang berjarak 86 meter dari titik pemasangan *direct charging* seperti tertera di Gambar 3. Dengan menyesuaikan dari area parkir serta sumber listrik tersebut, Gambar 6 dan 7 adalah desain 3 dimensi *direct charging* yang divisualisasikan dengan bantuan *software SketchUp*.



Gambar 6. Desain 3 Dimensi *Direct Charging* Tampak Depan



Gambar 7. Desain 3 Dimensi *Direct Charging* Tampak Samping



Gambar 8. Desain 3 Dimensi *Direct Charging* dengan Ukuran

Ukuran dari desain *Direct charging* dapat dilihat di gambar 8. Di mana tinggi mesin *Direct charging* adalah 150 cm, tebal 20 cm, dan lebar 50 cm. Sementara untuk parkir motor panjangnya 150 cm dengan lebar 100 cm. Serta jarak antara mesin dan parkir motor adalah 10 cm.





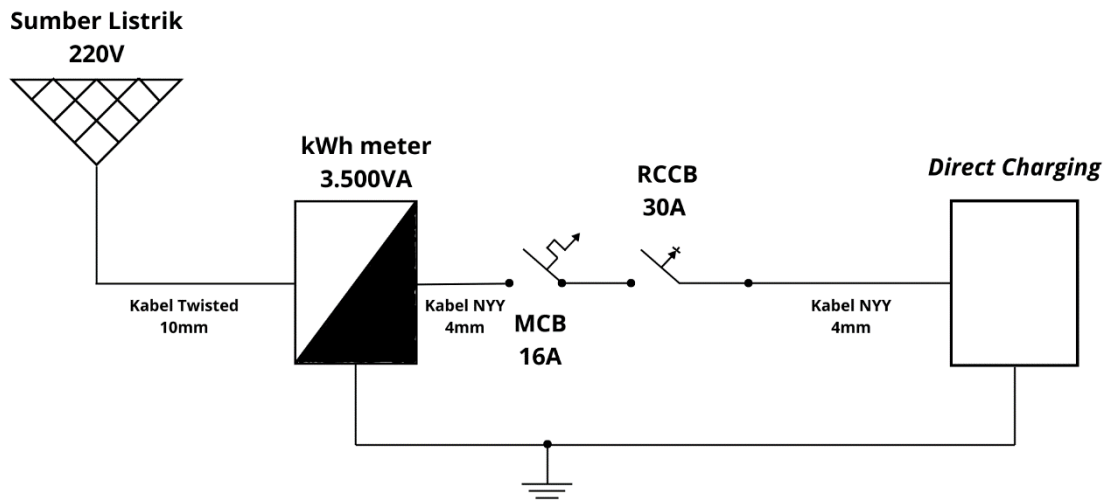
Gambar 9. Layout Pemasangan *Direct Charging* di Area Parkir Motor Sentral Parkir Kuta

Gambar 9 menunjukkan penggambaran pemasangan *direct charging* di area parkir

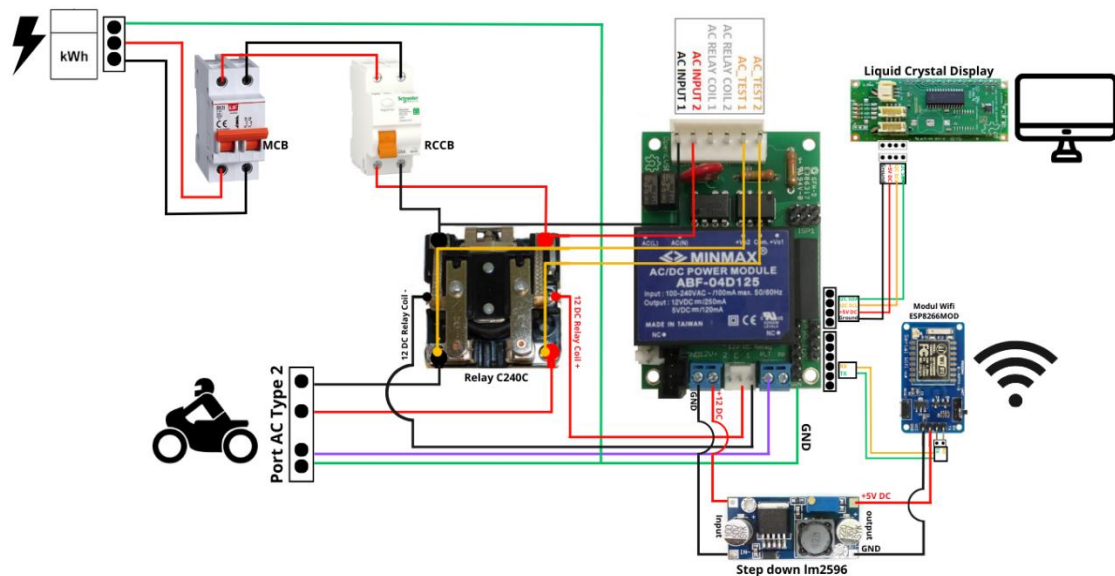
motor Sentral Parkir Kuta. Mesin dipasang di tempat yang memudahkan pengguna dalam pemakaian, namun tidak mengganggu pengguna parkir lainnya.

#### 4.3 Rancangan Elektrikal

Gambar 10 menunjukkan *single line diagram* dari *direct charging* yang dimulai dari sumber listrik 220V yang masuk ke kWh meter. Dalam pemasangan *direct charging*, jarak dari sumber listrik terdekat adalah 86 meter seperti yang terlihat di gambar 3. Kemudian listrik masuk ke pengaman MCB dan RCCB sebelum masuk ke perangkat *direct charging* yang rangkaian listriknya digambarkan pada gambar 11.



Gambar 10. *Single Line Diagram* dari *Direct Charging*

Gambar 11. Rangkaian Elektrikal *Direct Charging*

Dalam rangkaian elektrikal *direct charging*, terdapat beberapa perangkat sebagai berikut :

1. Pengaman *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) 16 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 memutuskan 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. 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.
8. *Port* yang digunakan di *direct charging* adalah *port J1772*.

Perangkat-perangkat tersebut dirangkai dalam satu rangkaian elektrikal pada Gambar 11, 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 *direct charging* dimulai dari pengguna yang melakukan *scan barcode* pada mesin *direct charging*, kemudian menggunakan aplikasi untuk mengisi jumlah daya yang akan diisi. Jika pengguna telah melakukan pembayaran pada aplikasi, pengguna bisa langsung memasukkan *port direct charging* ke *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 mesin *direct charging* akan menampilkan proses pengisian daya. Jika pengisian daya telah selesai, pengguna meletakkan kembali *port* pada mesin *direct charging*.

*direct charging* yang dirancang pada penelitian ini memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel Spesifikasi *Direct Charging*

Spesifikasi	Keterangan
Lama waktu <i>charger</i>	30 menit – 2 jam
Tegangan Input	220 Volt
Daya Output	2688 Watt
Arus Output	32 Ampere
Tegangan Output	84 Volt

Rata-rata tegangan baterai sepeda motor listrik adalah 72V dengan kapasitas arusnya 32Ah. Maka dengan spesifikasi *direct charging* seperti pada tabel 9, 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 2688w bisa dihitung dengan merujuk pada persamaan (2) sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu charging} &= \frac{2.688 \text{ Wh}}{1.200W} \\ \text{Lama waktu charging} &\approx 0.85 \text{ hour} \end{aligned}$$

Maka lama waktu charging adalah sekitar 51 menit.

## 5. KESIMPULAN

Pemilihan lokasi serta perancangan *direct charging* sepeda motor listrik untuk wilayah Bali Selatan dimulai dengan mengumpulkan data lokasi-lokasi potensial di wilayah Bali Selatan dengan memperhatikan tiga kriteria utama yaitu jarak antara lokasi potensial dengan SPKLU *existing*, luas parkir dari lokasi potensial, serta jenis gedung. Dari hasil perhitungan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*), diperoleh lokasi terpilih yaitu Sentral Parkir Kuta. Selanjutnya, dengan bantuan perangkat lunak SketchUp, dilakukan pemodelan mesin *direct charging* dengan *layout* parkir satu unit sepeda motor listrik. Sementara itu, perancangan rangkaian elektrikal sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak CorelDRAW. Melalui perhitungan dari kajian pustaka yang dilakukan, dirancanglah *direct charging* dengan spesifikasi daya output 2688 Watt

dan tegangan output 84 Volt dengan lama waktu *charging* 51 menit.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wong, R., & Dewayanti, A. 2024. Indonesia's energy transition: Dependency, subsidies and renewables. *Asia and the Pacific Policy Studies*, Vol. 11, No. 2.
- [2] Sukanto, S., Azwardi, A., Hamira, H., & Atiyatna, D. P. 2024. The Unsustainable Path: Assessing Indonesia's Reliance on Fossil Energy in Economic Growth. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol. 14, No. 2, pp. 484–489.
- [3] Institute for Essential Services Reform. 2023. *Indonesia Energy Transition Outlook 2024* IESR Institute for Essential Services Reform. Institute for Essential Services Reform (IESR), Vol. 4.
- [4] Rebecca, A. N., Ketut, I., Erawan, P., & Erviantono, T. 2024. Transformasi Energi Berkelanjutan Di Indonesia: Kebijakan Dan Tantangan Transisi Dari Batu Bara Ke Energi Terbarukan Selama Dua Periode Kepemimpinan Jokowi. *Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial*, Vol. 4, No. 4, pp. 1–9.
- [5] Aditya, I. A., Wijayanto, T., & Hakam, D. F. 2025. Advancing Renewable Energy in Indonesia: A Comprehensive Analysis of Challenges, Opportunities, and Strategic Solutions. *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 17, No. 5, pp. 1–20.
- [6] Sa'adah, N., 2023. Initiating The Principle of Intergenerational Equity and The Concept of Sustainable Development in Indonesia Using Tax Collection. 1st International Workshop on Law, Economics and Governance, IWLEG 2022, 27 July 2022, Semarang, Indonesia. EAI.
- [7] Wahyu, D., Suartawan, P. E., & Atmajaya, A. B. 2024. Pengaruh Perubahan Inventaris Jalan Terhadap Kualitas Udara (Emisi Gas Buang Kendaraan) Di Jalan Imam Bonjol Denpasar Dengan Pendekatan Mikrosimulasi. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*

- (Indonesian Journal of Road Safety), Vol. 11, No. 1.
- [8] Hisoglu, S., Tuominen, A., & Huovila, A. 2023. An approach for selecting optimal locations for electric vehicle solar charging stations. *IET Smart Cities*, Vol. 5, No. 2, pp. 123–134.
- [9] Nurrahmat, A. 2010. Analisis Struktur Kanopi Surya Dengan Metode Elemen Hingga Tugas akhir, Universitas Islam Indonesia. Universitas Islam Indonesia.
- [10] Ilham, M., Abidin, M. A., & Yusran. 2022. "Konversi Sepeda Motor Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai."
- [11] PT Gesits Motor Nusantara. 2024. Sepeda Motor Listrik Gesits Raya.
- [12] Belgiawan, P. F., Ikhsani, N. M. and Arsallia, S. 2022. Consumers Choice Decision Towards Electric and Conventional Motorcycles, *Jurnal Manajemen Teknologi*, Vol. 21, No. 1, pp. 1–13.
- [13] Kamajaya, F.S. and Ulya, M.M., 2015. Analisis teknologi charger untuk kendaraan listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 6, No. 3, pp.163-166.
- [14] Dayanti, F. 2018. "Perancangan Sistem Charging Dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler ATmega16." Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [15] Perdana, F. A. 2020. "Baterai Lithium." *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, Vol. 9, No. 2, pp. 103–109.
- [16] Hasan, I., Hakim, L., & Denur. 2022. "Desain Pengganti Penggerak Motor Bakar Torak (110 CC) Pada Sepeda Motor Otomatis Dengan Motor Listrik Tipe BLDC (Brushless DC)." *Surya Teknika*, Vol. 9, No. 2.
- [17] 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*, Vol. 1, No. 2.
- [18] Haekal, J., & Setio, H. 2017. "Selection Of Raw Material Suppliers Using Analytical Hierarchy Process In Food And Beverage Company, South Jakarta." *ComTech*, Vol. 8, No. 2.