

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sekitar lebih dari 12.000 dari 120 juta sepeda motor yang dijual di Indonesia merupakan sepeda motor listrik [1]. Jumlahnya terus meningkat. Sepeda motor digunakan untuk berbagai tujuan, baik pribadi maupun bisnis, seperti pengiriman barang melalui internet dan layanan pengiriman. Elektrifikasi sepeda motor akan meningkatkan kualitas udara dan mengurangi impor bahan bakar, kebisingan, dan Gas Rumah Kaca (GRK) [2]. Akibatnya, Indonesia memiliki tujuan untuk meningkatkan penggunaan sepeda motor listrik. Hal ini dikarenakan motor listrik sendiri memiliki biaya yang jauh lebih murah untuk pengisian baterainya dibandingkan bahan bakar untuk motor konvensional. Selain itu, motor listrik juga tidak menghasilkan polusi udara seperti motor konvensional yang mengganggu kualitas udara sekitarnya [3]. Perubahan dari motor konvensional ke motor listrik juga berdasar pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 7 dan 11 [4]. Pemerintah juga mempromosikan kendaraan listrik untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, pertumbuhan konsumsi oli, dan juga mempromosikan inovasi baru. Kementerian Perindustrian RI menargetkan pada tahun 2015, 20% semua kendaraan rendah karbon [5].

Teknologi Kendaraan Berbasis Listrik (KBL) dianggap sebagai "*disruptive technology*" bagi negara berkembang seperti Indonesia karena akan membantu mengurangi penggunaan bahan bakar solar dan dampak sinar matahari, terutama di sektor transportasi [6]. Pemerintah Indonesia terus berkomitmen terhadap KBL dengan mengeluarkan Perpres Nomor 55 tahun 2019, tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan [7]. Kehadiran KBL di Indonesia akan berdampak langsung pada sektor ekonomi dan energi, selain membantu lingkungan dengan mengurangi polusi udara. Dalam hal energi, kehadiran KBL dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak (BBM), yang pada gilirannya dapat mengurangi impor minyak mentah, yang dapat menghemat hingga Rp 700 triliun untuk ekonomi negara. sebagai tindakan awal untuk mendukung Peraturan Presiden No. 55 tahun 2019 [8].

Fasilitas pengisian daya merupakan bagian dari infrastruktur yang dirancang untuk mendukung kendaraan listrik. Infrastruktur pengisian kendaraan listrik umum di Indonesia terdiri dari tiga stasiun: Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU), Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), dan Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU). Permen ESDM 13/2020 Kementerian ESDM dari tahun 2020 membahas penyediaan

infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan listrik berbasis baterai. Peraturan pemerintah ini membahas infrastruktur pengisian listrik, tarif untuk pengisian kendaraan listrik, dan keselamatan infrastruktur pengisian listrik [9]. Karena Indonesia adalah negara kepulauan, bencana alam seperti banjir sering terjadi dan merusak infrastruktur dan masyarakat. Kondisi geografis Indonesia, yang memiliki banyak sungai besar dan curah hujan tinggi, terutama selama musim hujan, menyebabkan banyak daerah banjir [10]. Banjir tidak hanya merusak harta benda, tetapi juga mengganggu ekonomi dan kesehatan masyarakat. Selain itu, infrastruktur penting seperti jalan raya, jembatan, dan fasilitas pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) mengalami kerusakan, yang menghambat pengembangan kendaraan listrik yang ramah lingkungan [11].

Baterai berfungsi sebagai sumber energi utama kendaraan listrik untuk menjalankan mesin, memungkinkan motor listrik bergerak, dan memberikan energi untuk sistem lain. Berbeda dengan kendaraan konvensional, kendaraan modern hanya menggunakan baterai sebagai sumber daya sistem kelistrikan. Sistem kendaraan secara keseluruhan akan rusak jika baterai rusak. Di antara kegagalan tersebut adalah baterai meledak, kerusakan sistem, dan bahkan keselamatan pengemudi. Untuk mencegah hal ini terjadi, baterai harus digunakan dengan hati-hati dengan cara tertentu yang tetap aman dan mengoptimalkan penggunaan.

Dalam kasus yang ditemukan, baterai sering kali tidak memiliki sistem pengawasan dan proteksi sistem, sehingga diperlukannya sistem *monitoring*. Sistem *monitoring* membaca suhu baterai sehingga menghindari baterai beroperasi dalam kondisi yang tidak ideal (tidak sesuai dengan *datasheet*) [12]. Akibatnya, baterai dapat mengalami *overcurrent*, *overvoltage*, *overheat*. Jika baterai digunakan tanpa adanya proteksi, baterai dapat mengalami kerusakan dan memiliki jangka waktu hidup yang pendek [13]. Sebuah sistem manajemen baterai juga dikenal sebagai *Battery Management System* (BMS) dibuat untuk memastikan bahwa baterai selalu berada dalam kondisi terbaik saat beroperasi. Dengan mengukur *State of Charge* (SOC) yang tepat, sistem manajemen baterai dapat menghindari baterai dari kondisi *overvoltage* (kondisi baterai yang terlalu berlebihan mendapat tegangan), *overcurrent* (kondisi baterai yang terlalu berlebihan mendapat arus), dan *overheat* (kondisi dimana baterai bersuhu tinggi) saat mengisi, serta mengalami kekurangan voltase pada saat pengosongan [14]. BMS juga berfungsi sebagai pemantau, memberikan informasi seperti tegangan, arus, suhu, Wh (*watt hour*), Ah (*ampere hour*), dan SOC (status pengisian/kapasitas baterai) kepada pengguna saat baterai diisi dan dilepas. Dalam beberapa BMS terdapat fitur yang dapat menyesuaikan tegangan baterai secara otomatis, fitur tersebut disebut *balancer*.

Status pengisian daya baterai secara teoritis didefinisikan sebagai rasio kapasitas baterai yang tersedia dengan kapasitas maksimum paket baterai [15]. *Controlled Area Network* (CAN) merupakan salah satu protokol komunikasi yang paling banyak dipakai dalam kendaraan listrik modern. Protokol ini digunakan berkomunikasi antara berbagai unit kontrol dan BMS. Dalam kasus normal, komunikasi antara paket baterai dan kontrol unit dilakukan dengan kabel, yang memakan tempat dan tidak memungkinkan penambahan komponen tambahan [16]. Perusahaan otomotif pada era modern ini berupaya memasang arsitektur terdistribusi pada kendaraannya untuk mengurangi kompleksitas dan peluang kegagalan [17].

Maka dari itu, solusi yang diusulkan adalah pengembangan sistem pengisian baterai kendaraan listrik yang bersifat *multiplug*. Dengan adanya alat ini, maka diharapkan pengisian daya cepat baterai ini dapat menunjang kebutuhan pengguna kendaraan listrik roda dua yang membutuhkan pengisian daya yang tidak memakan waktu lama. Dengan sistem pengisian *multiplug* ini juga, berbagai macam jenis kendaraan listrik dapat melakukan pengisian daya melalui alat yang sedang dirancang ini. Selain itu, fitur proteksi yang ditawarkan dari pengisian daya baterai dapat memberikan keamanan dari pengisian baterai. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan tampilan *user interface* yang memungkinkan pengguna melihat informasi seperti tegangan dan arus saat baterai sedang diisi. Disisi lain, alat ini juga dilengkapi dengan fitur proteksi banjir yang berguna untuk meminimalisir kerugian material.

1.2. Informasi Pendukung

State of charge (SOC) digunakan untuk menggambarkan kapasitas baterai yang tersisa, hal ini parameter yang sangat penting dalam pengisian daya [18]. Karena SOC merupakan parameter penting, yang mencerminkan kinerja baterai, maka estimasi SOC dapat melindungi baterai, mencegah pengisian daya berlebih dan meningkatkan masa pakai baterai.

Coulomb Counting merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan estimasi SOC pada baterai. Metode Coulomb Counting dapat menghitung sisa kapasitas baterai dengan cara mengakumulasi total arus yang ditransfer ketika *charging* dan *discharging* [19]. Meskipun kurang akurat untuk estimasi SOC secara *real time*. Tetapi, metode ini merupakan metode yang cocok untuk bahan perbandingan dari metode estimasi SOC lainnya [19]. SOC dengan perhitungan Coulomb dapat dihitung dengan persamaan berikut [19].

$$SOC(t) = SOC(t - 1) + \frac{I(t)}{Q_n} \Delta t$$

Keterangan :

- t = waktu
 $I(t)$ = Arus terhadap waktu
 Q_n = Kapasitas
 Δt = waktu keadaan awal dan akhir

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Baterai dan Motor Listrik

Merek	Sel Baterai	Vpack/ Ah	Waktu Pengisian	Berat Baterai	Jarak Tempuh	Kekuatan Motor	Berat Maks	Sumber
Gesits	Li-NMC	72V/20 Ah	3-4 jam	8kg	50km/pak	2000w - 5000w	150kg	[20]
Viar New Q1	LiFePO 4	60V/23 Ah	4-5 jam	11kg	60km/pak	800w- 2000w	150kg	[21]
Volta 401 Reguler	LiFePO 4	60V/23 Ah	6-8 jam	12kg	60km/pak	1500w	200kg	[22]
NIU N-GT	Lithium ion 18560	60V/35 Ah	3,5 jam	11 kg	100km/pak	3000w - 3500w	269kg	[23]
United T1800	Lithium ion	60V/28 Ah	2,5 jam	13 kg	60km/pak	1800w	150kg	[24]

ECGO 5	LiFePo 4	48V/27 Ah	2,5 jam	15kg	80km/pak	1800w	150kg	[25]
-----------	-------------	--------------	---------	------	----------	-------	-------	------

Terlihat dari tabel 1.1 terdapat perbedaan antara merek Gesits, Viar, dan Volta dimana tegangan penuh Gesits berada di 72V sedangkan Viar, Volta, Niu, dan United di 60V sedangkan ECGO memiliki tegangan penuh di 48 V. Dari tabel tersebut, bahwa setiap jenis baterai kendaraan motor listrik memiliki spesifikasi, jarak tempuh, waktu pengisian dan berat baterai yang berbeda. Ini menjadi penyebab sulitnya ditemukan SPBKLU yang dapat melayani pengisian daya kendaraan listrik roda dua jenis apapun.

Persamaan kapasitas baterai dapat dilihat dari Ah baterai. Arus yang masuk dikalikan dengan waktu pengisian akan mengeluarkan besar Ah dari baterai, yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Ah = \text{Current (Ampere)} \times \text{Time (Hours)}$$

Dengan persamaan Ah yang tertulis diatas, dapat ditentukan arus pengisian baterai tiap merek baterai. Contohnya Gesits yang memiliki Ah sebesar 20Ah memerlukan waktu selama 3 hingga 4 jam, maka arus yang masuk sekitar 5 hingga 6,6A pada saat memakai *charger* bawaan. Dibawah merupakan tabel dari arus *charger* bawaan baterai.

Tabel 2.2 Tabel Arus Charger Tiap Merek

Merek	Ah	Waktu Pengisian	Arus <i>Charger</i>	Sumber
Gesits	20Ah	4 jam	5A	[20]
Viar New Q1	23Ah	5 jam	4,6A	[21]
Volta 401 Reguler	23Ah	8 jam	2,88A	[22]
NIU N-GT	35Ah	3,5 jam	10A	[23]
United T1800	28Ah	2,5 jam	11,2A	[24]
ECGO 5	27Ah	2,5 jam	9,64A	[25]

Tabel 2.3 Harga Listrik per kWh PLN 2024 [26]

Golongan	Daya (VA)	Tarif per kWh
----------	-----------	---------------

Keperluan Rumah Tangga Kecil (R-1/TR)	900 VA	Rp 1.352
Keperluan Rumah Tangga Kecil (R-1/TR)	1.300 VA	Rp. 1.444,70
Keperluan Rumah Tangga Kecil (R-1/TR)	2.200 VA	Rp 1.444,70
Keperluan Rumah Tangga Menengah (R-2/TR)	3.500 VA - 5.500 VA	Rp 1.699,53
Keperluan Rumah Tangga Besar (R-3/TR)	6.600 VA	Rp 1.699,53
Keperluan Bisnis Menengah (B-2/TR)	6.600 VA - 200 kVA	Rp 1.444,70
Keperluan Kantor Pemerintah Sedang (P-1/TR)	6.600 VA - 200 kVA	Rp 1.699,53
Keperluan Penerangan Jalan Umum (P-3/TR)	>200 kVa	Rp 1.699,53

SPBKLU diperkenalkan oleh Kementerian ESDM. Proses penukaran baterai pada SPBKLU hanya membutuhkan waktu 3-5 menit sehingga cukup singkat. SPBKLU merupakan upaya untuk mempercepat peningkatan kendaraan listrik. Spesifikasi detail teknis dari SPBKLU masih dalam tahap perancangan dan penyusunan yang meliputi dua rancangan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu, persyaratan keselamatan dan dimensi baterai yang dapat dilepas dan ditukar untuk kendaraan motor listrik [27]. Standar baterai swap beberapa yang perlu diperhatikan adalah dimensi baterai, tegangan nominal (48 V, 60 V, 72 V) kapasitas baterai (14 Ah, 20 Ah, 23 Ah), konektor baterai, dan protokol komunikasi.

1.3. Constraint

Tabel 2.4 Tabel Constraint

No	Aspek	Penjelasan terkait aspek
1	Keandalan	Alat ini mampu melakukan pengisian daya cepat karena memakai arus 10 A dibandingkan dengan

		banyaknya <i>charger</i> yang tidak dapat melakukan pengisian di 10A, seperti yang tertera pada tabel 1.2
2	Keberlanjutan	Alat ini dapat memenuhi kebutuhan akomodasi pasar sehingga keberlanjutan penggunaan sistem <i>swap and multiplug</i> dapat bertahan untuk jangka panjang.
3.	Fleksibilitas	Alat ini bisa dipakai untuk mengisi baterai dari beberapa jenis baterai motor listrik seperti Gesits, Volta, Viar, ECGO dan United. Setiap Jenis motor listrik memiliki tegangan pak dan arus yang berbeda-beda.

1.4. Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

a. Interpretasi kebutuhan berdasarkan hasil wawancara dengan *user*

User menginginkan sebuah alat yang dapat mengisi dan menukar baterai yang dapat melakukan *fast charging* dengan arus 10A. Alat dapat mengisi baterai dengan merek apa saja dengan *multiplug* yang dapat dicolok ke baterai. Alat juga dapat memantau status dari baterai melalui tampilan layar dan mengimplementasikan sistem proteksi *overcharging* dan *overdischarging*. Selain itu, alat dapat mendeteksi jika kebanjiran akan terjadi dan melakukan sistem pembayaran dengan tarif yang akan menguntungkan.

b. Pengelompokan kebutuhan

- Kebutuhan pengisian baterai yang cepat

Kebutuhan pengisian baterai yang cepat atau *fast charging* dibutuhkan dikarenakan pengisian baterai saat ini masih membutuhkan waktu lumayan lama. Pengisian baterai memerlukan waktu lebih lama daripada waktu pemakaian, rata-rata pengisian memerlukan waktu 5 jam untuk 1 baterai terisi penuh. Selain itu, bisa sebagai poin utama penjualan yang berbeda dari produk-produk pesaing yang sudah tersebar luas di pasar.

- Kebutuhan Ketersediaan *Multiplug*

Kebutuhan ini diperlukan untuk memperumum tempat pengisian baterai. Hal ini dikarenakan jenis baterai dan *port* tiap merek berbeda-beda. Perbedaan ini bisa dilihat dari bagian tegangan, arus, dan *charging port*.

- Kebutuhan Proteksi *Overcharging* dan *Overdischarging*

Kebutuhan proteksi ini untuk keamanan dalam pemakaian sistem swap ini dan mencegah kerusakan baterai dalam jangka panjang. Proteksi ini berupa *three stage charging* yang terdiri dari tahap *pre-charge*, *constant current*, *constant voltage*.

- Kebutuhan Sistem Proteksi saat Banjir

Kebutuhan ini untuk keamanan dari bencana alam banjir yang akan membahayakan area sekitar dan merusak alat, hal ini diperlukan juga untuk menjaga keamanan untuk pengguna dan komunitas sekitar. Dengan adanya sistem keamanan dari banjir, risiko kerugian materiel dan potensi bahaya bagi lingkungan sekitar dan alat ini dapat diminimalisasi, memberikan rasa aman yang lebih baik bagi seluruh komunitas yang terdampak.

- Kebutuhan *Monitoring* Status Baterai

Kebutuhan ini untuk pengguna mengetahui status baterai yang sedang mengisi daya. *Monitoring* ini dapat mempermudah perkiraan waktu yang diperlukan untuk mengisi agar pengguna dapat mengatur waktunya sekitar pengisian baterai ini. Hal ini juga diperlukan untuk dapat melihat baterai yang mana yang terisi penuh untuk pengguna menukar baterainya dengan baterai yang penuh.

- Kebutuhan Sistem *Payment*

Kebutuhan pembayaran diperlukan untuk menghasilkan transparansi dan efisiensi dalam pengisian daya listrik kendaraan roda dua. Dengan sistem pembayaran yang terintegrasi, pengguna dapat dengan mudah mengakses dan membayar layanan pengisian daya. Selain itu, sistem pembayaran yang terpercaya dan aman juga memastikan keamanan transaksi dalam penggunaan layanan pengisian daya listrik.

- Penyusunan prioritas kebutuhan

Pada pembuatan alat ini, diprioritaskan untuk menghasilkan alat yang dapat memantau status baterai, mengisi daya baterai dengan efisien, serta dapat menyesuaikan kebutuhan berbagai jenis baterai untuk mempermudah pengisian baterai.

Adapun kebutuhan yang harus dipenuhi adalah baterai harus dapat diisi dengan cepat. Selain itu, dibutuhkan pula ketersediaan untuk semua jenis baterai motor listrik. Kebutuhan lainnya yang harus dipenuhi adalah monitoring status dari baterai motor listrik tersebut dan proteksi *overcharging* dan *overdischarging*. Adapun kebutuhan

tambahan yaitu sistem proteksi banjir dan sistem pembayaran. Kelima hal tersebut haruslah dipenuhi agar hasil yang didapatkan hasil maksimal.

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk merancang sebuah produk Sistem *Swap* dan *Multiplug* yang dapat melakukan pengisian cepat, dapat juga mengisi baterai merek apa saja dengan *multiplug*, serta *monitoring* status dan kondisi baterainya dengan layar *Liquid Crystal Display* (LCD).