

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baterai

Baterai atau akumulator adalah alat elektronik dimana terjadi siklus elektrokimia yang dapat berkebalikan (*reversible*) dengan kemampuan yang cukup tinggi. Baterai mengalami proses perubahan kimiawi menjadi tenaga listrik (proses pelepasan) atau sering juga disebut dengan proses *discharge* dan sebaliknya proses pengisian energi dari tenaga listrik menjadi energi kimia (proses pengisian) atau sering juga disebut proses *charge* melalui proses regenerasi elektroda yang digunakan yaitu dengan cara memberikan beban atau melewatkan arus listrik ke arah polaritas yang berlawanan dalam sel sehingga fenomena tersebut dapat dikatakan sebagai proses elektrokimia reversibel. Proses kimiawi atau elektrokimia dapat mempengaruhi baterai untuk menghasilkan listrik. Berdasarkan prosesnya, baterai dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Baterai Primer adalah baterai yang bisa digunakan satu kali dan tidak bisa digunakan lagi setelah itu dibuang, bahan katoda pada baterai ini tidak dapat berbalik arah saat proses pelepasan atau proses *discharge*.
2. Baterai Sekunder adalah Baterai yang bisa digunakan secara terus menerus dan dapat diisi ulang beberapa kali, proses elektrokimia yang berlangsung pada baterai bersifat *reversible* atau berkebalikan dan bahan aktif pada baterai dapat kembali ke keadaan semula dengan dilakukannya pengisian ulang pada setiap sel baterai.

Jenis-jenis baterai sekunder yang cukup banyak ditemui dipasaran antara lain:

A. Baterai *ion lithium* (*Lithium-ion*)

Berlangsungnya proses pelepasan atau proses *discharge* pada baterai *lithium-ion* terjadi saat perpindahan *ion-lithium* dari elektroda negatif ke elektroda positif, kemudian sel akan kembali pada saat dilakukan pengisian ulang. Baterai *lithium-ion* menggunakan senyawa *lithium* sebagai elektrodanya, berbeda dengan *lithium* logam yang digunakan pada baterai *lithium* yang tidak dapat diisi ulang.

Baterai *lithium-ion* sering ditemukan ditoko elektronik dan barang-barang elektronik lainnya. Baterai *lithium-ion* adalah jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik *portable* seperti remot tv, baterai *handphone* dan baterai laptop. Populernya baterai *lithium-ion* disebabkan kepadatan energi yang dimiliki baterai *lithium-ion* sangat baik, tidak memiliki efek memori dan mengalami kehilangan daya yang lambat saat sedang tidak digunakan. Selain digunakan dalam peralatan elektronik konsumen, baterai *lithium-ion* sering juga digunakan untuk keperluan militer, kendaraan listrik, dan industri dirgantara. Banyak penelitian yang sedang dilakukan untuk meningkatkan teknologi baterai *lithium-ion* dengan fokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya dan keamanannya (Afif dan Pratiwi 2015).

B. Baterai *Lead Acid* (*Accu*)

Baterai aki atau baterai *Lead Acid* adalah jenis baterai yang menggunakan asam timbal sebagai bahan kimianya. Kendaraan bermotor banyak menggunakan baterai *lead-acid* (Afif dan Pratiwi 2015).

C. Baterai *Lithium Iron Phosphate* ($LiFePO_4$)

Bahan yang biasa digunakan untuk katoda dalam baterai *Lithium-ion* adalah *Lithium Iron Phosphate* atau $LiFePO_4$. Baterai $LiFePO_4$ ini memiliki beberapa keunggulan yaitu biaya yang relatif rendah, tegangan kerja yang tinggi (kurva tegangan mendekati linier pada 3,40V dibandingkan baterai berbasis *lithium*), kapasitas spesifik yang tinggi, perbandingannya 170 mAh/g dengan 100 mAh/g pada Litium Kobalt Oksida ($LiCoO_2$) serta memiliki stabilitas yang baik. Terutama pada suhu tinggi, siklus hidup atau *life cycle* yang panjang (lebih dari 1000 siklus penggunaan) dan juga ramah lingkungan (Satriady dkk, 2016).

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Baterai *Lithium-ion*

Kelebihan pada baterai *Lithium-ion* adalah baterai *lithium-ion* memiliki kepadatan energi yang cukup tinggi, *self discharge* yang rendah, pengisian cepat, tidak ada pengaruh *memory effect*, massa yang ringan, ketahanan yang lama jika siklus *charging* sesuai. Baterai *Lithium-ion* juga memiliki kekurangan yaitu kurang toleran, maka memerlukan prosedur keamanan dan pengamatan yang tepat untuk menjamin bahwa salah satu sel baterai dapat diukur secara akurat dan menjamin

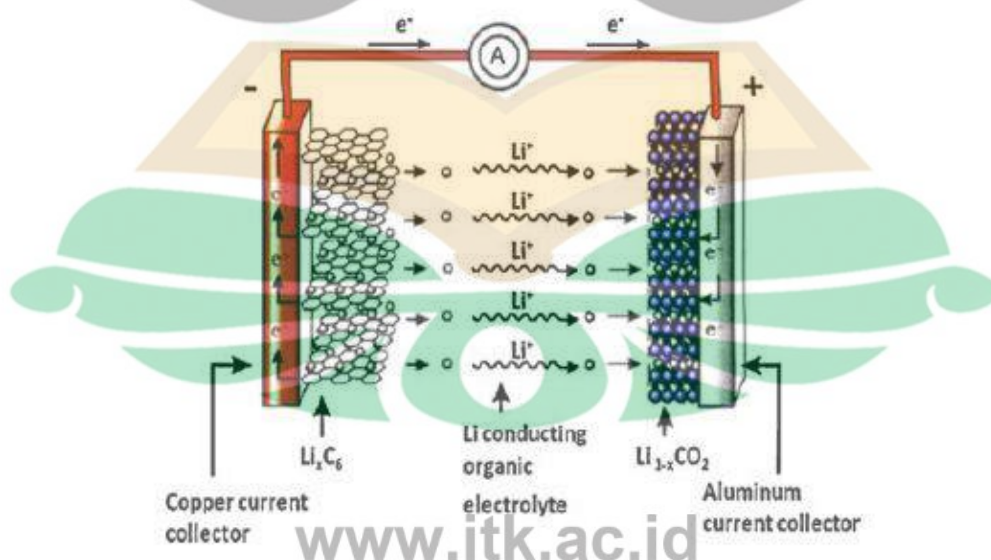
bahwa baterai tidak terlalu panas saat digunakan. Kenaikan temperatur yang berlebihan pada baterai dapat mengurangi masa pakai baterai (Arfianto dkk, 2016).

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Baterai $LiFePO_4$

Kelebihan dari baterai $LiFePO_4$ adalah memiliki tegangan yang stabil pada 3,30 V, tidak mengalami pelarian termal dan aman saat terisi penuh, lebih stabil dan memiliki ketahanan termal yang baik, harganya yang murah karena bahan dasarnya yang mudah didapat yaitu besi yang melimpah di alam, tidak memiliki efek memori, dan ramah lingkungan. Bahan dari baterai $LiFePO_4$ juga memiliki kelemahan, yaitu konduktivitas elektroniknya yang rendah (Waluyo dan Noerochiem 2014).

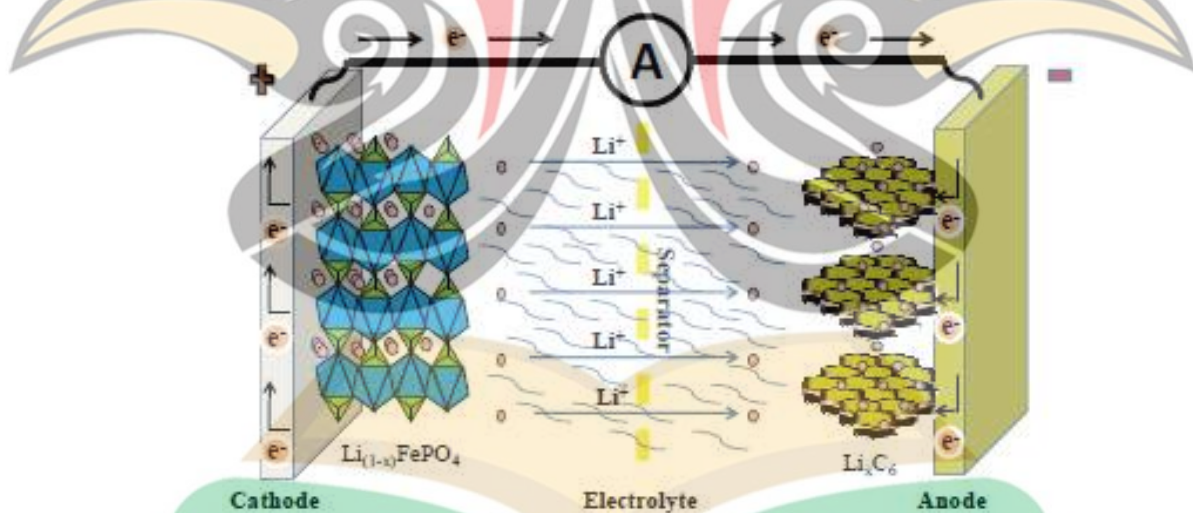
2.2 Prinsip Kerja Baterai

Transformasi elektrokimia terjadi pada kedua elektroda, khususnya katoda dan anoda. Reaksi normal tergantung pada struktur senyawa dan elektroda. Kekuatan baterai umumnya ditentukan oleh area katoda dan hubungan anoda, yang hubungannya dikendalikan oleh massa dan volume material aktif pada pengisian ulang yang dilakukan pada baterai. Beban keluaran yang sama seperti daya yang masuk mengakibatkan aliran elektron (dari partikel *lithium-ion*) akan berhenti dan baterai akan terisi. Prinsip kerja dari baterai *lithium-ion* ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Darvina, 2018).



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Baterai *Lithium-ion* (Darvina, 2018)

Elektroda mengurangi dan menambahkan elektron pada saat yang bersamaan. Penambahan dan pengurangan elektron pada baterai *lithium-ion* mengakibatkan energi yang terdapat pada baterai *lithium-ion* menjadi cukup tinggi, alasan tersebut yang membuat banyak orang menggunakan baterai *lithium-ion* sebagai sumber tenaga dari mobil listrik (Darvina, 2018). Katoda $LiFePO_4$ merupakan material yang paling banyak digunakan karena memiliki kapasitas yang tinggi dan tegangan yang stabil dibandingkan dengan katoda dengan logam multivalen lainnya. Baterai *lithium* yang menggunakan katoda *Lithium Ferro Phosphate* (LFP) baru ditemukan pada tahun 1996. Inovasi ini diusulkan karena penggunaan *Cobalt* yang cukup mahal untuk katoda baterai *Lithium-ion*. Memanfaatkan katoda LFP memiliki beberapa keuntungan selain dari harganya yang terjangkau, bahan ini memiliki ketahanan terhadap termal yang baik dan meminimalisir terjadinya "*Thermal Runaway*" yang sering terjadi pada baterai *Lithium-ion*. Anoda yang digunakan pada baterai $LiFePO_4$ berupa Tembaga (*Cu*) dan untuk katoda yang digunakan pada baterai $LiFePO_4$ adalah Aluminium (*Al*). Prinsip kerja dari baterai $LiFePO_4$ ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Mizan, 2017).

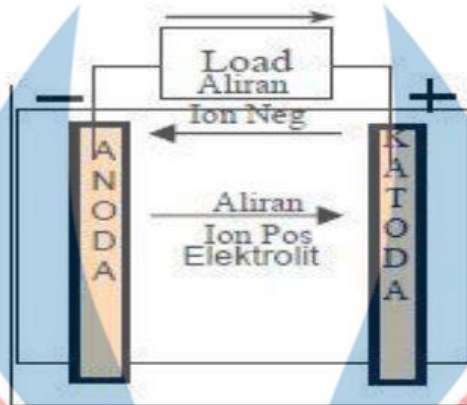


Gambar 2.2 Prinsip Kerja Baterai $LiFePO_4$ (Toprakci dkk, 2010)

Memberikan daya dengan cara melewati arah arus listrik ke arah yang bertentangan (polaritas) didalam sel merupakan cara pengisian ulang baterai dengan meregenerasi elektroda yang digunakan. Pengertian prinsip kerja baterai yaitu:

- a) Proses *discharge* terjadi saat sel terhubung dengan beban, elektron berpindah dari anoda melalui beban menuju ke katoda, kemudian

ion negatif berpindah ke anoda dan ion positif berpindah ke katoda. Proses *discharge* atau pelepasan sel berlangsung ditunjukkan oleh Gambar 2.3 (Segara dkk, 2015).

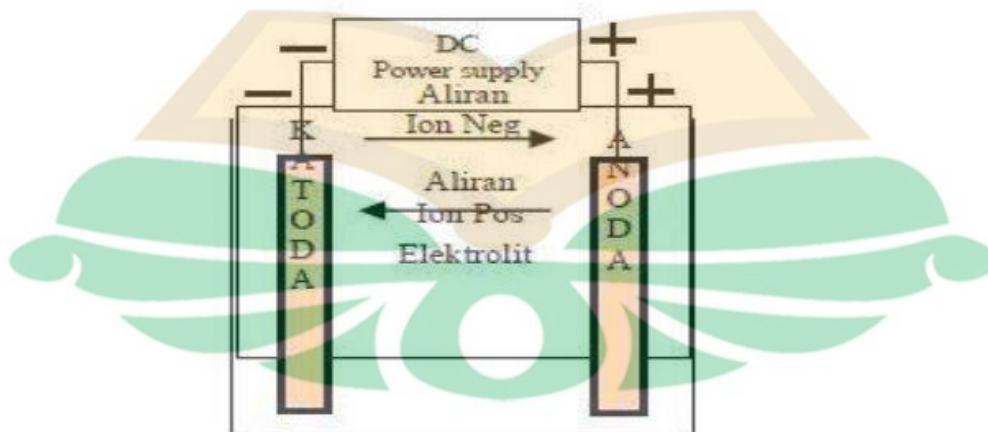


Gambar 2.3 Baterai Pada Kondisi *Discharge* (Segara dkk. 2015)

b) Proses *charge* terjadi ketika sel dihubungkan dengan satu daya dengan melewati arus listrik pada sel baterai sehingga elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda, oleh karena itu proses kimia yang berlangsung adalah:

1. Aliran elektron terbalik.
2. Ion negatif akan mengalir dari katoda ke anoda.
3. Ion positif mengalir dari anoda ke katoda.

Proses *charge* atau proses pengisian ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Baterai Pada Kondisi *Charge* (Segara dkk. 2015)

Melakukan pengisian dan pemakaian energi listrik yang terkandung didalamnya merupakan prinsip kerja *lead acid* atau baterai aki. Pada saat baterai asam timbal digunakan, sel-sel yang terdapat didalam baterai akan terlepas dan akan menyebabkan dua elektroda menjadi Timbal (II) Sulfat ($PbSO_4$) karena kedua elektroda tersebut bereaksi dengan larutan asam sulfat. Pada reaksi ini elektroda timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya terjadi pengaliran arus listrik dari timbal oksida. Pada baterai asam timbal, terdapat sel yang dapat menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Setiap sel berisi pelat positif dan pelat negatif. Pelat negatif mengandung unsur Timbal (Pb), sedangkan pelat positif mengandung Timbal (II) Oksida (PbO). Pelat ditempatkan pada batang penghubung. *Sparator* adalah penyekat antar pelat atau biasa juga disebut sebagai pemisah. Pelat yang dipisahkan oleh *sparator* membuat *acid battery* dengan mudah beredar disekitar pelat yang terdapat pada baterai (Setiono, 2015).

2.3 Kapasitas Baterai

Jumlah energi maksimum yang dapat dikeluarkan dari baterai dalam kondisi tertentu merupakan definisi dari kapasitas baterai. Baterai itu sendiri dapat memiliki perbedaan kapasitas nominal dengan kapasitas penyimpanan. Perbedaan kapasitas nominal dengan kapasitas penyimpanan disebabkan dari umur atau *life cycle* pada baterai dan keadaan baterai itu sendiri, parameternya adalah pengisian (*charge*), pengosongan (*discharge*) dan suhu. *Ampere Hours* adalah satuan dari kapasitas baterai yang dapat didefinisikan sebagai waktu dalam jam yang diperlukan baterai untuk terus menerus mengalirkan arus atau nilai pelepasan pada tegangan nominal baterai. Mengetahui kondisi kapasitas baterai ada beberapa cara yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Metode massa jenis atau densitas cairan listrik, dilakukan pengukuran kapasitas baterai dengan menggunakan metode pengukuran massa jenis cairan pada baterai. Baterai *Valve Regulated Lead Acid Battery* (VRLA) tidak cocok menggunakan metode massa jenis atau densitas cairan listrik.
2. Metode *Open circuit Voltage* (OCV), metode OCV biasanya digunakan pada baterai baru, tetapi apabila kapasitas dari baterai itu sendiri telah menurun akibat penggunaan baterai dalam waktu yang cukup lama hal ini

akan mempengaruhi perubahan tegangan pada rangkaian terbuka dan dapat tidak memberikan informasi kapasitas baterai secara akurat.

3. Metode *discharge*, kurva baterai yang diperoleh dari eksperimen *discharge* dapat menggambarkan kinerja baterai dengan akurat, karena metode *discharge* akan mempengaruhi siklus hidup atau *life cycle* dari baterai itu sendiri metode *discharge* tidak dapat sering dilakukan.
4. Metode resistansi internal, dalam metode resistansi internal kurva ketahanan kapasitas baterai harus diukur dengan akurat. Metode ini jarang sekali digunakan karena proses pengukurannya sangat rumit (Udin dkk, 2017).

2.4 Rangkaian Pada Baterai

Baterai dapat dihubungkan atau dirangkai dengan cara seri atau paralel. Setiap rangkaian memiliki hasil keluaran yang berbeda. Baterai akan mengalami kenaikan tegangan (*Voltage*) apabila rangkaian baterai disusun secara seri sedangkan arus listrik yang mengalir (*ampere*) tetap sama, sedangkan rangkaian paralel dari sebuah baterai akan meningkatkan arus listrik dan tegangannya akan tetap sama.

2.4.1 Rangkaian Seri

Rangkaian seri terdiri dari dua atau lebih beban listrik yang terhubung ke satu daya melalui rangkaian. Satu rangkaian seri dapat memuat banyak beban listrik. Rangkaian seri merupakan dua buah elemen berada dalam satu rangkaian dan hanya memiliki satu titik utama yang tidak terhubung dengan elemen pembawa arus dalam suatu rangkaian. Arus yang melewati setiap elemen rangkaian seri memiliki nilai arus yang sama. Sifat-sifat rangkaian seri adalah sebagai berikut:

- a. Arus yang melalui setiap beban memiliki nilai yang sama.
- b. Sumber tegangan akan dibagi dengan jumlah resistansi dalam rangkaian seri jika resistansinya sama. Jumlah penurunan tegangan dalam rangkaian seri dari setiap rangkaian seri sama dengan tegangan total yang terdapat pada sumber tegangan.
- c. Hambatan total dari rangkaian akan menyebabkan peningkatan penurunan arus yang mengalir pada suatu rangkaian. Arus yang mengalir bergantung pada besarnya tahanan beban dalam suatu rangkaian.
- d. Beban atau bagian rangkaian tidak terhubung satu sama lain atau terputus menyebabkan arus listrik yang mengalir akan berhenti.

Prinsip kerja dalam rangkaian seri adalah sebagai berikut:

1. Resistansi total adalah jumlah dari masing-masing resistansi yang terdapat dalam rangkaian seri.
2. Kekuatan arus pada masing-masing tahanan adalah konstan, dan kekuatan arus dari masing-masing tahanan sama dengan kekuatan arus total.
3. Beda potensial untuk masing-masing resistansi berbeda dan jumlah masing-masing resistansi sama dengan tegangan total.

Persamaan yang digunakan untuk mencari tegangan, arus, resistansi dan jumlah baterai yang akan digunakan pada suatu rangkaian seri baterai ditunjukkan pada Persamaan 2.1, Persamaan 2.2, Persamaan 2.3 dan Persamaan 2.4 (Sani 2018).

$$V_{total} = V_1 + V_2 + \dots V_n \quad (2.1)$$

$$I_{total} = I_1 = I_2 = \dots I_n \quad (2.2)$$

$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots R_n \quad (2.3)$$

$$Konfigurasi\ sel\ seri = \frac{Tegangan\ Total}{Tegangan\ per\ cell} \quad (2.4)$$

2.4.2 Rangkaian Paralel

Rangkaian yang memiliki lebih dari satu jalur untuk mengalirkan sebuah arus listrik dapat disebut juga dengan rangkaian paralel. Setiap rangkaian paralel dapat diputuskan tanpa mempengaruhi komponen dirangkaian lainnya. Rangkaian paralel memiliki beberapa ciri sebagai berikut:

- a. Tegangan pada setiap beban listrik sama dengan tegangan yang terdapat pada sumbernya.
- b. Hambatan total pada rangkaian akan berkurang, oleh karena itu arus total lebih besar.
- c. Cabang dalam setiap urutan paralel adalah urutan individu. Arus setiap cabang tergantung pada hambatan cabang yang digunakan.
- d. Salah satu cabang yang dirangkai secara paralel terputus, maka arus hanya akan terputus dicabang tersebut. Rangkaian cabang lainnya terus bekerja tanpa terganggu oleh rangkaian yang putus.

Prinsip dalam rangkaian paralel adalah sebagai berikut:

1. Besarnya hambatan paralel adalah jumlah dari setiap tahanan paralel.

2. Kekuatan arus disetiap cabang berbeda. Hasil penjumlahan tiap cabang sama dengan total kekuatan arus.
3. Beda potensial atau tegangan untuk setiap cabang konstan dan tegangan pada setiap cabang sama dengan tegangan total.

Persamaan yang digunakan untuk mencari tegangan, arus, resistansi, jumlah baterai yang akan digunakan pada suatu rangkaian paralel baterai dan daya total ditunjukkan pada Persamaan 2.5, Persamaan 2.6, Persamaan 2.7, Persamaan 2.8, dan Persamaan 2.9 (Sani 2018).

$$V_{total} = V_1 = V_2 = \dots V_n \quad (2.5)$$

$$I_{total} = I_1 + I_2 + \dots I_n \quad (2.6)$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \frac{1}{R_n} \quad (2.7)$$

$$Konfigurasi\ sel\ paralel = \frac{Jumlah\ total\ sel}{Konfigurasi\ seri} \quad (2.8)$$

$$P = V \times I \quad (2.9)$$

2.5 Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI)

Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) merupakan perlombaan mobil yang menggunakan penggerak motor listrik sebagai sumber tenaga utamanya. KMLI ini dilaksanakan di Politeknik Negeri Bandung yang bekerja sama dengan Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia. Kompetisi ini dilaksanakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor, terutama pada mobil. Selain itu KMLI juga bertujuan untuk mewadahi mahasiswa yang berkeaktifitas dibidang kendaraan listrik. Dalam perlombaan KMLI ini memiliki lima kategori perlombaan yaitu, daya tanjak, parkir, akselerasi, pengereman, dan slalom (Petrus dkk, 2017).

2.5.1 Kategori Percepatan

Kategori percepatan dilaksanakan pada jarak sepanjang 30 meter dari mobil diam saat posisi *start* sampai dengan garis *finish*. Kategori percepatan didapatkan data berupa kecepatan dan waktu tempuh. Kategori percepatan dinilai dari percepatan yang didapatkan dari *display* yang telah disediakan (Petrus dkk, 2017).

2.5.2 Kategori Pengereman

Kategori pengereman didapatkan dengan cara mobil harus melakukan pengereman saat mencapai garis *finish* pada kategori percepatan dan mobil harus berhenti sampai tidak bergerak sedikitpun. Didapatkan jarak pengereman dari garis *finish* sampai mobil berhenti. Jarak pengereman tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai pada kategori pengereman (Petrus dkk, 2017).

2.5.3 Kategori Daya Tanjak

Mobil Enggang Evo3 saat mengikuti perlombaan KMLI pada tahun 2018 tepatnya pada kategori daya tanjak, mengalami *crash* pada mobil tepatnya pada bagian motor. Motor yang digunakan pada saat kategori ini terbakar dan membuat mobil tidak bisa berjalan lagi. Kategori daya tanjak dilaksanakan dengan mobil diam pada posisi *start* mobil harus berjalan pada jalan dengan sudut kemiringan 15° dan ketinggian jalan 2,4 meter hingga mencapai garis *finish*. Nilai kategori daya tanjak didapatkan dengan menghitung massa kendaraan dan waktu yang ditempuh (Petrus dkk, 2017).

2.5.4 Kategori Slalom

Kategori slalom dilaksanakan dengan mobil diam pada posisi *start* mobil harus berjalan secara zig-zag dengan jarak 30 meter hingga mencapai garis *finish* dan melewati rintangan yang terbuat dari *police cone* tiga sampai lima buah. Kategori slalom didapatkan data berupa waktu tempuh dari garis *start* sampai garis *finish*. Nilai kategori slalom dihitung dengan waktu tempuh dari garis *start* sampai *finish*. Apabila didapatkan pelanggaran berupa menjatuhkan *police cone* dan mobil berjalan lurus tidak mengikuti jalur zig-zag yang sudah ditentukan maka waktu tempuhnya ditambahkan 5% dari waktu tempuh yang telah dicapai mobil listrik (Petrus dkk, 2017).

2.5.5 Kategori Parkir

Kategori parkir dilaksanakan dengan mobil diam pada posisi *start* mobil harus berjalan menuju tiga tempat parkir. Badan mobil memasuki tempat parkir dengan mobil menghadap jalan keluar, mobil dinyatakan berhasil parkir. Kategori parkir dinilai dengan waktu tempuh dari mobil diam sampai menuju tiga tempat parkir, dan berhenti pada tempat parkir terakhir sampai posisi mobil diam.

Dinyatakan pelanggaran apabila menjatuhkan *police cone* pada tempat parkir, dan posisi mobil tidak parkir dengan sempurna ditempat parkir maka waktu tempuhnya ditambahkan 5% dari waktu tempuh yang telah dicapai mobil listrik (Petrus dkk, 2017).

2.6 Kecepatan

Kecepatan adalah jarak normal yang dapat ditempuh kendaraan di jalan raya dalam satuan waktu tertentu. Kecepatan kendaraan dipengaruhi oleh arus lalu lintas, kondisi iklim dan lingkungan disekitarnya. Dengan mengetahui waktu tempuh dan jarak tempuh maka akan didapatkan kecepatan tempuh dan kecepatan gerak. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kecepatan mobil ditunjukkan pada Persamaan 2.10 (Karyono, 2009).

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.10)$$

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan rangkuman hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Nama dan Tahun Penelitian	Hasil
(Afif dan Pratiwi 2015)	<p>Metode: Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik</p> <p>Hasil: Perbandingan antara baterai Li-po dengan Li-Ion adalah Li-Po memiliki massa baterai lebih ringan dan energi spesifik yang dihasilkan oleh baterai Li-Po hampir sama dengan baterai Li-Ion. Perbandingan baterai Nickel Metal-Hydride dengan baterai Lead Acid adalah massa yang dimiliki oleh baterai Ni-MH lebih ringan daripada baterai Lead Acid, sehingga energi spesifik yang dihasilkan juga cukup tinggi. Selain itu, karena baterai lead acid mengandung timbal sehingga membuat baterai ini tidak ramah untuk lingkungan.</p>

Nama dan Tahun Penelitian	Hasil
<p>(Satria, 2012)</p>	<p>Metode: Analisis Konsumsi Energi Menggunakan Profil Kecepatan Pada Kendaraan Listrik</p> <p>Hasil: Waktu tempuh yang dicapai pada saat jalan menanjak terbilang sangat lama dan peningkatan konsumsi energi mengalami kenaikan hingga empat kali lipat, hal itu sangat berbeda pada saat melintasi jalan mendatar. Untuk menambahkan daya dorong saat awal akselerasi dibutuhkan penggunaan arus listrik yang besar. Untuk jarak 100 km didapatkan nilai rata-rata konsumsi energi mobil listrik adalah 15,28 kWh.</p>
<p>(Seprahmana, 2019)</p>	<p>Metode: Studi Eksperimental Performa Mobil Listrik Enggang Evo2 Pada Lintasan Lurus 100 meter</p> <p>Hasil: Kapasitas baterai memiliki pengaruh terhadap kecepatan maksimal dari mobil listrik Enggang Evo2. Dari data hasil percobaan, kecepatan maksimal mobil listrik Enggang Evo2 semakin menurun dari setiap percobaan pada semua variasi penekanan pedal gas. Variasi penekanan pedal gas juga mempengaruhi tingkat penurunan kapasitas baterai dari mobil listrik Enggang Evo2.</p>
<p>(Purnomo, dkk. 2017)</p>	<p>Metode: Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik</p> <p>Hasil: Pengujian yang dilakukan terhadap tiga variabel tekanan pedal gas 100%, 75%, dan 50% didapatkan kecepatan optimal pada mobil sebesar 35,61 km/jam. Efisiensi tegangan baterai yang digunakan mencapai 0,98%.</p>
<p>(Otong, 2019)</p>	<p>Metode: Perancangan <i>Modular</i> Baterai <i>Lithium-ion</i> (Li-Ion) Untuk Beban Lampu LED</p> <p>Hasil: <i>State of charge</i> (soc) dengan metode <i>open circuit voltage</i> (ocv) pada pengujian <i>discharging</i> mengalami perbedaan pada setiap sel partikel Li-ion dengan penurunan rata-rata sebesar 35,75%. Penurunan tegangan terbesar terjadi pada sel 5 dengan</p>

Nama dan Tahun Penelitian	Hasil
	<p>penurunan 43,53% dan penurunan terkecil pada sel 1 sebesar 20%.</p>
<p>(Satriady dkk, 2016)</p>	<p>Meode: Pengaruh Luas Katoda Terhadap Karakteristik Baterai <i>LiFePO₄</i></p> <p>Hasil: Baterai partikel litium telah dibuat secara efektif dengan tegangan terbuka 3,20 V dan lingkup tegangan kerja normal 2 V sampai 2,80 V pada arus pembebanan 1 mA hingga 5 mA. Arus pembebanan dapat mempengaruhi produktivitas dan kapasita baterai <i>LiFePO₄</i>. Berdasarkan hasil pengujian, dengan arus pembebanan sebesar 3 mA, maka didapatkan kapasitas tertinggi dan nilai efisiensi adalah 3,18 mAh dan 46,60%.</p>
<p>(Bintarto dan Kusyairi, 2013)</p>	<p>Metode: Rancang Bangun <i>Poltekcom Electric Car</i> Sebagai Modul Pembelajaran Teknik Mekatronika</p> <p>Hasil: Pengujian dilakukan dengan jarak sejauh 50 meter pada jalan mendatar dengan kecepatan rata-rata yang ditempuh sebesar 25,50 km/jam. Pada jalan yang memiliki sudut kemiringan 15° mobil listrik dapat melaju dengan kecepatan rata-rata sebesar 5,20 km/jam.</p>

