

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Baterai

Baterai merupakan suatu peralatan yang dipakai untuk menyimpan energi berbentuk kimia yang selanjutnya akan diubah menjadi energi listrik yang sangat diperlukan sehingga mampu digunakan untuk menyalakan peralatan-peralatan rumah tangga seperti *rice cooker*, setrika, pemanas air, dan juga mampu menggerakkan mesin-mesin serta peralatan-peralatan elektronik yang lain. Baterai adalah perangkat penyimpanan energi elektrokimia. Energi kimia yang terkandung dalam baterai dapat diubah menjadi energi listrik DC. Pada baterai isi ulang, proses tersebut dapat dibalik yaitu mengubah energi listrik DC menjadi energi kimia (Sidiq, 2015). Baterai adalah suatu sumber energi listrik yang sangat efisien karena mampu mengoperasikan alat-alat yang membutuhkan energi listrik, selain itu baterai sangat praktis sehingga mudah dibawa kemana saja. Namun salah satu kelemahan baterai adalah hanya mampu menyimpan suatu energi listrik dalam jumlah dan kapasitas yang terbatas.

Secara umum, baterai terdiri dari 2 jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang hanya dapat digunakan sebanyak sekali saja/tidak dapat diisi ulang (*single use battery*). Baterai primer terdiri dari beberapa komponen-komponen penting, yakni anoda sebagai kutub positif, seng (Zn) sebagai kutub negatif dan elektrolit sebagai penghantar. Sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan secara berulang-ulang/ dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Baterai sekunder yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik memiliki beberapa jenis yaitu, baterai *Lead acid* (Accu), Baterai *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd), *Lithium-ion* (LIBs), *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH) dan *Lithium Polymer* (Li-Po). Kedua jenis baterai tersebut mempunyai sifat yang serupa yakni mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai umumnya terbuat dari beberapa elemen

yang memisah yang kemudian dipadukan pada suatu wadah karet atau plastik. Salah satu kegunaan baterai di era teknologi terbaru saat ini yaitu terdapat pada mobil listrik.

2.2 Jenis-jenis Baterai

Baterai (*accumulator*) adalah sebuah peralatan listrik yang mampu menyimpan energi listrik dan mampu mengeluarkan energi listrik melalui proses elektrolisis yang disebabkan perbedaan katoda dan anoda. Terdapat beberapa jenis jenis pada baterai yaitu sebagai berikut:

2.2.1 Berdasarkan Tipe Pemakaian

Berdasarkan tipe pemakaian ,baterai dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

- a. *Stasionary* (tetap)
- b. *Portable* (Dapat berubah dan dapat dipindah)

2.2.2 Berdasarkan Bahan Elektrolit

Berdasarkan bahan elektrolit, baterai dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian,yaitu :

- a. Baterai timah hitam

Baterai timah hitam adalah baterai yang elektrolitnya terbuat dari asam belerang. Pada baterai asam elektroda-elektrodanya terbuat dari timah murni sebagai katoda/ kutub negatif dan plat timah peroksida PbO_2 sebagai anoda/ kutub positif. Adapun ciri-ciri baterai timah hitam secara umum adalah sebagai berikut:

- Umur baterai maksimal 8 tahun
- Kapasitas baterai sebanding dengan nilai berat jenis elektrolit
- Ukuran baterai cenderung lebih besar
- Tegangan 2 volt per sel

- b. Baterai Alkali

Baterai alkali adalah baterai yang bahan elektrolitnya terbuat dari larutan alkali, dimana larutan tersebut terdiri dari *Nickel Cadmium Alkaline* (Ni-Cd) dan *Nickel Iron Alkaline* (Ni-Fe). Adapun ciri-ciri baterai alkali secara umum adalah sebagai berikut :

- Tegangan 1,2 volt per sel.
- Harga baterai cenderung lebih mahal.
- Perbedaan kapasitas cenderung sangat kecil.
- Jika terjadi hubungan singkat baterai mampu menahan pengosongan yang besar.
- Kapasitas baterai tidak sebanding dengan nilai berat jenis elektrolitnya.

Pada baterai terdapat beberapa prinsip kerja, adapun prinsip kerjanya ialah sebagai berikut :

1. Proses *Charge*

Pada saat *Power supply* disambungkan pada suatu sel pada baterai ,maka akan menyebabkan elektroda positif menjadi anoda dan juga sebaliknya (yang menjadi katoda adalah elektroda negatif). Adapun beberapa perubahan yang terjadi pada baterai disaat melakukan *charge* adalah sebagai berikut :

- a. Mengalami perubahan arah elektron, dimana yang mengalir melalui *power supply* ke katoda adalah anoda.
- b. Yang mengalir dari anoda ke katoda adalah ion-ion negatif.
- c. Sebaliknya yang mengalir dari katoda ke anoda adalah ion-ion positif.

2. Proses *Discharge*

Pada saat sel terhubung dengan beban yang ada ,maka anoda mengalirkan elektron dari beban ke katoda, dimana ion negatif mengalir ke katoda dan yang mengalir ke katoda adalah ion ion positif.

2.3 Baterai Lithium – Ion

Baterai merupakan suatu sel elektrokimia yang berfungsi untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Di era kemajuan teknologi zaman sekarang ini salah satu jenis baterai yang sangat berkembang ialah baterai *Lithium-ion*. Baterai *Lithium – Ion* adalah baterai yang termasuk kedalam baterai sekunder yang termasuk ramah lingkungan dibandingkan dengan baterai lainnya. Selain itu baterai Lithium-Ion juga mengandung bahan bahan yang tidak berbahaya ,tidak seperti baterai *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd)

,dan *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH). Baterai ini memiliki salah satu keunikan jika dibandingkan dengan jenis jenis baterai sekunder yang lain yaitu mampu menyimpan suatu energi dengan waktu kurang lebih 10 tahun, dan lebih ringan dibanding dengan jenis baterai yang lain.

Pada tahun 1970 seorang peneliti bernama Whittingham membuat suatu penelitian pada baterai *Lithium -Ion* menggunakan logam lithium sebagai anoda. Kemudian pada tahun 1980, Rachid Yazami menukar anodanya menjadi material yang berbeda yaitu grafit atau kristal karbon. Material yang diganti dari logam lithium menjadi grafit atau kristal karbon mengakibatkan baterai dapat di isi ulang (Krysten Oates, 2010). Pada saat ini baterai Lithium-Ion sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari antara lain untuk kepentingan energi listrik pada *handphone* dan lain sebagainya. Selain itu baterai ini juga sangat dibutuhkan karena dapat menjadi sumber energi pada kendaraan listrik. Seiring dengan perkembangan di dunia industri elektronika dan telekomunikasi yang sangat pesat, permintaan baterai Lithium-Ion dari hari ke hari selalu mengalami peningkatan dikarenakan kemampuannya yang dapat menyimpan energi yang lebih lama dibandingkan dengan jenis baterai yang lainnya. Selain itu pada baterai *Lithium-Ion* terdapat beberapa kekurangan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pemakaian baterai akan cepat habis jika digunakan dalam temperatur yang tinggi sehingga pemakaian hanya mencapai 3 tahun.
2. Akan membutuhkan ukuran yang tebal/besar apabila kapasitas Ah yang digunakan besar.
3. Jika digunakan dalam temperatur yang tinggi secara terus-menerus maka akan mempunyai risiko ledakan yang tinggi.

Baterai *Lithium-Ion* juga mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bersifat *removeable* sehingga dapat dibongkar pasang dengan mudah
2. Mempunyai kapasitas energi yang tinggi



Gambar 2.1 Baterai Lithium- Ion

2.4 BMS (*Battery Management System*)

Battery management system (BMS) merupakan suatu alat yang digunakan dengan tujuan menyeimbangkan, memantau serta melindungi baterai yang tersusun secara seri/tersusun. Umumnya *battery management system* (BMS) digunakan pada baterai jenis *lithium*. BMS memiliki beberapa komponen diantaranya adalah sensor tegangan yang terdapat pada setiap baterai, sensor arus dan suhu ,rangkaiian pelindung untuk memutus arus, serta *passive cell balancing*. Pada BMS terdapat beberapa fungsi dan kegunaan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Dapat memantau SOC (*state of charge*).
- Dapat menyeimbangkan muatan baterai.
- Dapat memantau suhu baterai.
- Penyeimbangan baterai aktif.
- *Cut-off* pada tegangan rendah.

State of Charge merupakan sisa daya baterai yang tersisa dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Melalui SOC dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui waktu yang tepat untuk melakukan isi ulang pada daya baterai. Secara umum terdapat dua metode yang digunakan untuk menentukan nilai SOC yaitu metode perhitungan *coloumb* dan metode OCV (*Open Circuit Voltage*). Metode OCV adalah metode yang paling sederhana dan dirumuskan seperti rumus dibawah ini:

$$SOC = \frac{V \text{ saat ini} - V \text{ min}}{X_i} \times 100$$

$$X_i = V_{\text{max}} - V_{\text{min}}$$

Keterangan : V = Nilai tegangan

X_i = Nilai acuan

SOH (*State of Health*) baterai adalah suatu kemampuan dari baterai yang berfungsi untuk menyimpan serta mentransfer energi listrik. Estimasi nilai SOH pada baterai merupakan parameter yang sangat penting, karena untuk menentukan layak/ tidak layaknya suatu baterai dapat dilihat dari nilai estimasi baterai tersebut.



Gambar 2.2 *Battery management system (BMS)*

2.5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas (*heat transfer*) merupakan suatu ilmu yang mendalami tentang pemindahan energi panas yang disebabkan oleh terjadinya temperatur yang berbeda (panas dan dingin). Sejalan dengan hukum termodinamika ke dua, aliran energi yang selalu mengalir ke bagian yang mempunyai suhu yang lebih rendah adalah aliran energi panas. Secara umum, perpindahan panas dapat terbagi menjadi 3 jenis yaitu sebagai berikut :

1. Perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah dimana suatu panas mengalir ke daerah yang lebih rendah yang diawali dari suhu yang panas dan terjadi pada suatu medium (cair, padat, gas) atau medium-medium yang lainnya yang saling bersentuhan secara langsung. Laju aliran panas disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya antara lain permukaan suatu benda yang bersinggungan, dua buah benda yang memiliki suhu awal yang berbeda, serta konduktivitas panas dari kedua benda tersebut.

Dimana konduktivitas adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas (Cengel, 2010).

2. Perpindahan panas konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses transfer/pengangkutan suatu energi dengan gabungan kerja dari penyimpanan energi, gerakan mencampur dan konduksi panas. Proses perpindahan panas secara konveksi adalah suatu fenomena yang terjadi pada permukaan suatu bahan. Perpindahan panas konveksi sangat penting sebagai perpindahan energi antara permukaan benda cair, padat dan gas.

Perpindahan panas secara konveksi terjadi melalui beberapa cara yaitu sebagai berikut:

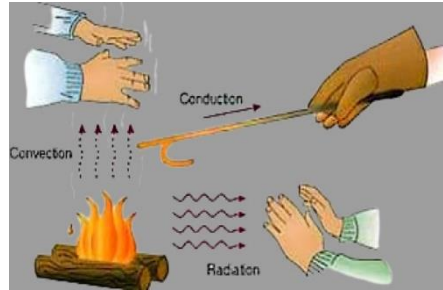
1. Konveksi bebas, adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh perbedaan suhu dan tidak disebabkan oleh tenaga luar. Contohnya adalah suatu seng yang panas dibiarkan di udara tanpa adanya gerakan dari luar.

2. Konveksi paksaan

Konveksi paksaan adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh adanya tenaga dari luar. Contohnya adalah seng panas yang disebabkan oleh hembusan dari kipas.

3. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi oleh adanya pancaran gelombang elektromagnetik seperti matahari. Radiasi merupakan proses mengalirnya benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah apabila benda tersebut terpisah. Perpindahan panas radiasi tidak memerlukan media, sehingga mampu memindahkan panas melalui udara saja. Contoh umum yang dapat kita lihat adalah cahaya matahari yang sampai ke bumi.



Gambar 2.3 Perpindahan Panas

(<https://tse4.mm.bing.net>)

2. 6 Sistem Pendingin

Sistem pendingin atau refrigerasi merupakan pemeliharaan suhu dari suatu bahan pada suatu ruangan dan memiliki suhu yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan suhu di lingkungannya. Fungsi dari sistem pendingin pada kendaraan terbagi menjadi beberapa antara lain:

1. Mempertahankan Temperatur

Temperatur pada suatu alat harus terus dijaga dan dipertahankan dengan tujuan untuk mendapatkan temperatur yang efisien. Tentunya apabila temperatur pada suatu alat terus netral maka akan semakin baik pula alat tersebut melakukan proses kerjanya.

2. Mencegah *Overheat*

Panas yang dihasilkan oleh suatu alat dapat merusak komponen maupun keefisienan dari alat tersebut apabila menerima panas yang sangat tinggi.

3. Mempercepat mencapai temperatur kerja

Proses pendinginan pada suatu alat dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan jika didukung oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Siklus pendingin, berfungsi memindahkan panas yang akan didinginkan ke media yang lain.
- b. Adanya alat yang akan didinginkan
- c. *Refrigerant*, bertujuan untuk media pemindah panas dalam pendingin.

2.7 Ethylene Glycol

Etilen glikol adalah suatu senyawa organik atau cairan jenuh yang tidak berbau, tidak berwarna serta mempunyai viskositas kecil yang mengakibatkan cairan memiliki sifat higroskopis, dimana menurut Kamus Bahasa Indonesia higroskopis adalah kemampuan suatu zat untuk mengisap dan melepaskan uap air. Etilen glikol bekerja dengan cara menghambat pembentukan kristal es sehingga mampu menurunkan titik beku pelarutnya. Secara umum fungsi dari larutan glikol ini sangatlah banyak diantaranya digunakan sebagai penambah serat polister dan juga dapat digunakan sebagai pendingin pada mesin atau alat alat yang lain. Selain itu etilen glikol juga mampu menghilangkan lapisan -lapisan es yang terdapat pada pesawat, serta dapat digunakan sebagai bahan adesif ,emulsi aspal, dan bahan tambahan pada cat. Etilen glikol sulit untuk mengkristal, ketika didinginkan maka akan sangat kental, masa super dingin yang akhirnya mengeras untuk menghasilkan zat semacam serat glass (Ullmann, 1986). Etilen glikol pertama kali ditemukan oleh Charles Adolphe Wurtz pada tahun 1860 di Perancis dan pabriknya berdiri pertama kali di *West Virginia* pada tahun 1925. (Anonim,2009).

Di negara Indonesia ,untuk mendapatkan etilen glikol negara masih mengimpor dari berbagai negara seperti Arab Saudi, Korea, Singapura, Kanada, Jepang, dan negara lain ,hal ini diakibatkan oleh permintaan pasar di Indonesia yang terus meningkat. Etilen glikol di Indonesia umumnya digunakan sebagai bahan baku industri tekstil yang persentasenya lebih dari 90 %, sedangkan sisanya digunakan untuk berbagai macam seperti bahan tambahan dalam pembuatan cat, untuk kosmetik, tinta cetak dan lain sebagainya. Dalam pembuatan etilen glikol ,terdapat beberapa proses yang harus dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Proses Du Point Fomaldehid

Pada proses ini untuk membentuk asam glikoat maka senyawa kimia yang mudah terbakar (formaheldid) direaksikan dengan karbon

monoksida dan air, sehingga dapat diesterifikasi dengan menggunakan metanol, etanol, atau propanol (Mc Ketta Cunningham, 1984).

b. Proses Hidrolisis Etilen Oksida

Pada proses hidrolisis etilen oksida ini terdapat dua langkah yang dapat digunakan yaitu proses katalik, proses non katalik, dan proses karbonasi. Proses katalik adalah salah satu proses pembuatan etilen glikol dengan cara mereaksikan air dan etilen oksida. Proses non katalitik adalah proses hidrolisis etilen oksida dengan air yang selanjutnya akan menghasilkan monoetilen glikol. Etilen oksida murni dicampur dengan air dan dipanaskan sampai keadaan tabung reaksi dapat diubah menjadi monoetilen glikol. Proses karbonasi adalah proses pembuatan etilen glikol dengan cara mereaksikan etilen oksida dengan karbondoksida, yang kemudian menghasilkan etilen karbonat yang dapat dihidrolisis (penguraian zat dalam reaksi kimia yang disebabkan oleh air) menjadi etilen glikol.

2.8 Air Aquades

Air aquades adalah air yang telah dimurnikan dan bebas dari zat-zat kotor. Secara umum air aquades biasanya berwarna bening, tidak berasa dan tidak berbau. Air aquades adalah salah satu pelarut yang mempunyai kemampuan untuk melarutkan zat-zat kimia seperti gula, garam, asam dan yang lain. Air aquades adalah air murni yang disuling (diuap dan disejukkan kembali) serta mempunyai kandungan H_2O , dimana satu molekul air tersusun atas dua atom dan hidrogen yang terikat pada oksigen (Petrucci, 2008). Aquades adalah salah satu pelarut yang paling baik dibandingkan dengan cairan lain yang sering ditemukan. Senyawa organik netral yang memiliki kandungan seperti alkohol juga dapat terlarut dalam air aquades. Hal itu disebabkan oleh molekul aquades yang lebih cenderung sehingga terbentuk ikatan hidrogen. Secara umum air aquades memiliki beberapa sifat penting seperti berikut ini :

Tabel 2.1 Sifat Aquades

Sifat	Efek dan Kegunaan
- Baik sebagai pelerut	- Mentransfer zat makanan dan bahan buangan pada proses biologi
- Transparan	- Memiliki kelarutan dan ionisasi yang tinggi
-Tegangan permukaan tinggi dibanding cairan lain	- Tidak berwarna, sehingga transparan
- Panas penguapan tinggi	- Mmembentuk fenomena tetes dan permukaan
- Kapasitas kalor tinggi	- Air beku mengapung serta sirkulasi vertikal
- Peleburan tinggi	- Temperatur stabil pada titik beku

Air aquades mempunyai tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan cairan yang lain dan dapat mengakibatkan air aquades mempunyai sifat untuk melembabkan dan juga membasahi suatu bahan dengan baik. Memiliki tegangan permukaan yang tinggi menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan kemungkinan terjadinya sistem kapiler (kemampuan naik atau turunnya permukaan zat cair dalam suatu pipa kapiler).



Gambar 2.4 Air aquades