

## Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite Pada Accumulator Terhadap Arus Dan Tegangan

Deny Poniman Kosasih

Dosen Bidang Teknik Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Subang

### ABSTRAK

Salah satu komponen yang merupakan sumber energy listrik pada kendaraan adalah Accumulator atau yang sering disebut aki (Accu). Accumulator adalah suatu jenis battery yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Pada sel aki, baik anoda ataupun katodanya sama-sama terbuat dari timbal bahan (Pb) berpori. Namun yang digunakan sebagai kutub negatif adalah logam Pb murni dan kutub positif adalah logam Pb yang dilapisi PbO<sub>2</sub>, dan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat dengan air sulingan. Berat jenis elektrolite pada baterai yang terisi penuh ialah 1.260 atau 1.280 (pada temperatur 200C) perbedaan ini disebabkan perbandingan antara air sulingan dengan asam sulfat pada masing-masing tipe berbeda.

Kata Kunci: Accumulator, anoda, katoda, elektrolite.

### 1) PENDAHULUAN

*Accumulator* atau yang sering disebut aki (*Accu*) adalah suatu jenis battery yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Pada sel aki, baik anoda ataupun katodanya sama-sama terbuat dari timbal bahan (Pb) berpori. Namun yang digunakan sebagai kutub negatif adalah logam Pb murni dan kutub positif adalah logam Pb yang dilapisi PbO<sub>2</sub>, dan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat dengan air sulingan. Berat jenis elektrolite pada baterai yang terisi penuh ialah 1.260 atau 1.280 (pada temperatur 20<sup>o</sup>C) perbedaan ini disebabkan perbandingan antara air sulingan dengan asam sulfat pada masing-masing tipe berbeda. Elektrolite yang berat jenisnya 1.260 mengandung 65% air sulingan dan 35% asam Sulfat, sedangkan elektrolite yang berat jenisnya 1.280 mengandung 63% air sulingan dan 37% asam Sulfat.

Jumlah larutan elektrolite tidak boleh kurang dari batas minimum yang sudah ditentukan karena akan mengakibatkan baterai tidak mampu menyimpan dan mensuplai arus. Berkurangnya bisa terjadi kapan dan dimana saja tanpa disadari oleh pengguna nya. Maka pada saat terjadi pengurangan elektrolite

kita harus mengisi ulang cairan elektrolite tersebut ke batas yang ditentukan.

Pada penelitian ini akan di kaji mengenai pengisian ulang dengan menggunakan air mineral merk Aqua, karena merk dagang tersebut yang mudah kita dapatkan dimana saja apa bila terjadi pengurangan eletrolite baterai saat kita dalam perjalanan yang jauh dari bengkel atau toko penjual air suling yang di rekomendasikan pabrikan baterai tersebut.

### 2) DASAR TEORI

Baterai (*accumulator*)

Baterai atau Storage Battery adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energy kimia menjadi energy listrik. Baterai termasuk elemen elektro kimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif baterai menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbal sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.

Ketika baterai dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada

anoda (reduksi) dan katoda (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anoda dan katoda tidak ada beda potensial, artinya Baterai menjadi kosong. Supaya Baterai dapat dipakai lagi, harus diisi dengan cara mengalirkan arus listrik ke arah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan baterai itu. Ketika baterai di isi akan terjadi pengumpulan muatan listrik.

Pengumpulan jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam disebut tenaga baterai. Pada kenyataannya, pemakaian baterai tidak dapat mengeluarkan seluruh energy yang tersimpan baterai itu. Oleh karenanya, baterai mempunyai rendemen atau efisiensi.

*Accumulator (accu, aki)* adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau *accu*) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata *accumulator* dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.

Pada mobil yang masih menggunakan teknologi lama, jenis *Accu* yang banyak digunakan adalah jenis lead-acid (*accu* basah). *Accu* jenis ini komponennya merupakan gabungan dari beberapa lempengan timbal (Pb) dan lempengan oksida (PbO<sub>2</sub>), yang direndam dalam larutan elektrolit yang terdiri dari 35% asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan 65% air (H<sub>2</sub>O). *Accu* mobil pada umumnya menyediakan tegangan sebesar 12 volt. Tegangan ini didapat dengan cara menghubungkan enam sel galvanik. *Accu* tidak lagi bisa menyimpan arus listrik, berarti *Accu* sudah mulai rusak (soak). Biasanya ditandai dengan bunyi klakson yang melemah, lampu tidak terang, waktu starter mesin jadi lebih panjang, bahkan tidak lagi bisa menggerakkan starter. Setiap sel menyediakan 2,1 volt, jadi apabila di *charge* penuh, akan menghasilkan 2,1 volt x 6 sel = 12,6 volt.

Kondisi *Accu*, dapat diukur dengan suatu alat yang men-simulasikan besar beban yang masih mampu diterima oleh *accu*, atau dengan cara sederhana dengan menggunakan *Battery Hydrometer*. Cara penggunaan *Hydrometer* adalah dengan mencelupkan

ujung alat ini pada air *Accu*, kemudian menyedotnya.

Pada saat *Accu* disetrum (*recharge*), cairan elektrolit akan bereaksi dengan material pada lempengan, dan merubah permukaannya menjadi *lead sulphate*. Pada saat *Accu* digunakan (*discharge*), akan terjadi reaksi terbalik, yaitu *lead sulphate* akan kembali berubah menjadi bentuk semula yaitu *lead oxide* dan *lead*.

Jika mobil digunakan, proses ini akan berulang terus menerus. Tetapi proses ini tidaklah sempurna, karena ada deposit yang terbentuk. Semakin lama, lapisan deposit Sulfat akan semakin tebal dan akan mengurangi performanya. Pada ketebalan tertentu, deposit ini akan membuat *accu* tidak lagi bisa *recharge*, dan *accu* harus diganti.

#### Sejarah Baterai (*accumulator*)

Baterai yang sering disebut aki ditemukan oleh ahli fisika dari Prancis bernama Gaston Plante pada tahun 1859.

#### Jenis Baterai (*Accumulator*)

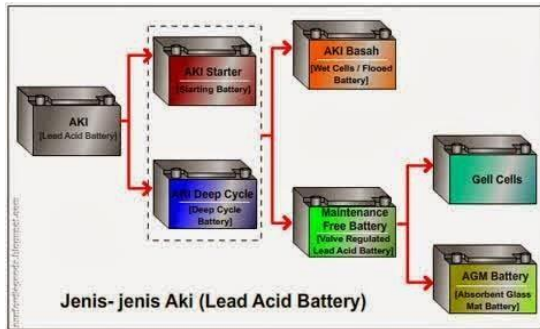
*Accu* atau aki (*accumulattor*) merupakan salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor, mobil, motor ataupun generator listrik yang dilengkapi dengan dinamo stater. Selain menggerakkan motor starter dan sumber tenaga penerangan lampu kendaraan di malam hari, aki juga menyimpan listrik dan penstabil tegangan serta arus listrik kendaraan.

Aki basah atau *Lead Acid* baterai adalah sebuah penghasil daya listrik yang menggunakan reaksi kimia timbal dan asam sulfat.

Secara perawatan dibagi menjadi 2 tipe: yaitu tipe aki basah dan tipe aki kering MF (*maintenance free*)

Secara penggunaan dibagi menjadi 2 tipe juga: yaitu aki baterai starting dan baterai *deep cycle*.

Secara jenis/tipe dibagi menjadi: Baterai basah konvensional, Baterai *hybrid*, baterai kalsium, baterai MF, dan baterai *sealed*



Gambar. 2.1 Jenis baterai (Lead Acid Battery)

Pembagian Aki berdasarkan Jenis konstruksinya:

1. Baterai Basah Konvensional

Jenis baterai ini adalah baterai model basah yang berisi cairan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Ciri utamanya memiliki lubang dengan penutup yang berfungsi untuk menambahkair baterai saat ia kekurangan akibat penguapan saat terjadi reaksi kimia antara sel dan air baterai. Sel-selnya menggunakan bahan timbal (Pb). Kelemahan baterai jenis ini adalah pemilik harus rajin memeriksa ketinggian level air aki secara rutin. Cairannya bersifat sangat korosif. Uap air baterai mengandung *hydrogen* yang cukup rentan terbakar dan meledak jika terkena percikan api. Memiliki sifat *self-discharge* paling besar dibanding baterai lain sehingga harus dilakukan penyetruman ulang saat ia didiamkan terlalu lama.



Gambar 2.2 Baterai basah konvensional

2. Baterai Hybrid

Pada dasarnya baterai hybrid tak jauh berbeda dengan baterai basah. Bedanya terdapat pada material komponen sel baterai. Pada baterai hybrid selnya menggunakan *low-antimonial* pada sel (+) dan kalsium pada sel (-). Baterai jenis ini memiliki performa dan sifat *self-discharge* yang lebih baik dari baterai basah konvensional. (sumber: Aki GS Astra)

baterai *hybrid* secara fisik hampir mirip aki basah biasa.



Gambar 2.3 Baterai Hybrid

3. Baterai Kalsium

Kedua selnya, baik (+) maupun (-) menggunakan material kalsium. Baterai jenis ini memiliki kemampuan lebih baik dibanding Baterai *hybrid*. Tingkat penguapannya pun lebih kecil dibanding baterai basah konvensional.

Keunggulan baterai kalsium: Baterai merk Bosch, Delkor, yang sekilas mirip baterai kering adalah jenis baterai kalsium



Gambar 2.4 Baterai Kalsium

- Mempunyai *performance* yang baik dibanding *accu Antimonial* dan *Hybrid* di atas.
- Mempunyai daya tahan / usia pakai yang baik. (Tahan lama).
- Tingkat *Self-Discharge* paling kecil (0.1-0.2% (volume/day))

3. Baterai MF (Maintenance Free)

Baterai ini adalah jenis baterai bebas perawatan. Baterai jenis ini dikemas dalam desain khusus yang mampu menekan tingkat penguapan air baterai. Uap Baterai yang terbentuk akan mengalami kondensasi sehingga kembali menjadi air murni yang menjaga level air baterai selalu pada kondisi ideal sehingga tak lagi diperlukan pengisian air aki. Baterai jenis ini biasanya terbuat dari basis jenis baterai *hybrid* maupun baterai kalsium. baterai UPS adalah salah satu jenis baterai bebas perawatan



Gambar 2.5 Baterai jenis MF (*Maintenance Free*)

##### 5. Baterai Sealed (SLA)

Baterai jenis ini selnya terbuat dari bahan kalsium yang disekat oleh jaring berisi bahan elektrolit berbentuk gel/selai. Dikemas dalam wadah tertutup rapat. Baterai jenis ini kerap dijuluki sebagai baterai kering. Sifat elektrolitnya memiliki kecepatan penyimpanan listrik yang lebih baik. Karena sel terbuat dari bahan kalsium, baterai ini memiliki kemampuan penyimpanan listrik yang jauh lebih baik seperti pada baterai jenis calcium pada umumnya. Pasalnya ia memiliki *self-discharge* yang sangat kecil sehingga baterai sealed ini masih mampu melakukan start saat didiamkan dalam waktu cukup lama. Kemasannya yang tertutup rapat membuat baterai jenis ini bebas ditempatkan dengan berbagai posisi tanpa khawatir tumpah. Namun karena wadahnya tertutup rapat pula baterai seperti ini tidak tahan pada temperatur tinggi sehingga dibutuhkan penyekat panas tambahan jika ia diletakkan di ruang mesin.



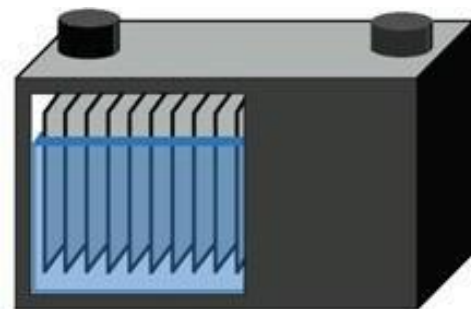
Gambar 2.6 Baterai Jenis *Sealed*

Pembagian Jenis Aki berdasar pemakaiannya.

##### 1. Starting battery

Merupakan jenis aki yang dirancang mampu menghasilkan energi (arus listrik) yang tinggi dalam waktu singkat sehingga dapat menyalakan mesin seperti mesin kendaraan. Dengan kata lain untuk menghidupkan mesin dibutuhkan arus listrik yang tinggi. Setelah mesin hidup aki istirahat sambil dicas kembali oleh dinamo (*alternator*). Jadi aki akan selalu penuh terisi arus listrik tidak pernah sampai habis. Jika aki sering terpakai sampai habis aki jenis ini akan cepat rusak. Hampir sebagian besar aki yang mudah ditemui di pasaran adalah jenis aki ini. Aki jenis ini sangat tidak cocok untuk kendaraan listrik.

Konstruksinya menggunakan banyak pelat tipis secara paralel agar resistansinya rendah dengan permukaan yang lebih luas agar dapat melepas arus listrik yang tinggi saat dibutuhkan. Aki jenis ini banyak digunakan pada kendaraan untuk menyalakan mesin.

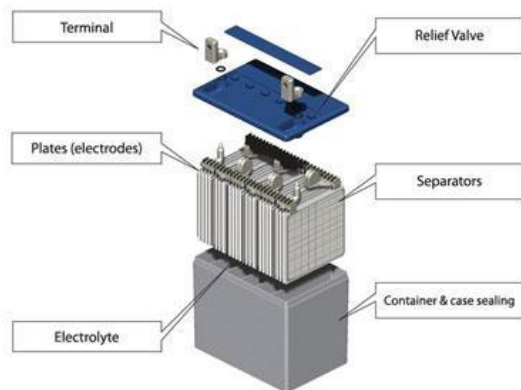


Gambar 2.7 Konstruksi baterai starting

##### 2. Deep Cycle Battery

Kebalikan dari jenis *Starting Battery*, *Deep Cycle Battery* dirancang untuk

menghasilkan energi (arus listrik) yang stabil (tidak sebesar *Starting Battery*) namun dalam waktu yang lama. Aki jenis ini tahan terhadap siklus pengisian - pengosongan aki yang berulang-ulang (*Deep Cycle*) karenanya konstruksinya menggunakan pelat yang lebih tebal seperti terlihat pada gambar. Aki *Deep Cycle* banyak digunakan pada peralatan yang menggunakan motor listrik seperti kursi roda, forklift, mobil golf. Jenis ini juga banyak digunakan pada proyek energi alternatif untuk menyimpan arus listrik seperti pada pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga air.



Gambar. 2.8 Kontruksi Baterai Deep Cycle Batery

Baterai jenis *Deep Cycle* adalah yang paling cocok untuk kendaraan listrik. Berikut jenis-jenis aki yang tergolong *deep cycle*.

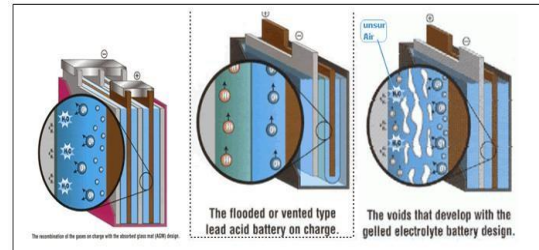
a. *VRLA, Valve-Regulated Lead Acid Battery*  
Jenis ini sering juga disebut *Sealed Lead Acid battery* atau *Sealed Maintenance Free battery*. Secara fisik aki jenis ini terlindung / tertutup rapat, yang nampak dari luar hanya terminal (+) positif dan (-) negatif. Didesain agar cairan elektrolit tidak berkurang karena bocor atau penguapan. Aki jenis ini memiliki katup ventilasi yang hanya terbuka pada tekanan yang ekstrem untuk pembuangan gas hasil reaksi kimianya. Tidak ada katup untuk isi ulang cairan elektrolitnya, karenanya dikenal dengan aki bebas perawatan (*Maintenance Free Battery*). Salah satu kelebihan aki ini adalah tidak bisa melembung saat terjadi *overcharging*.



Gambar 2.9. Baterai VRLA

#### b. Gel Cell

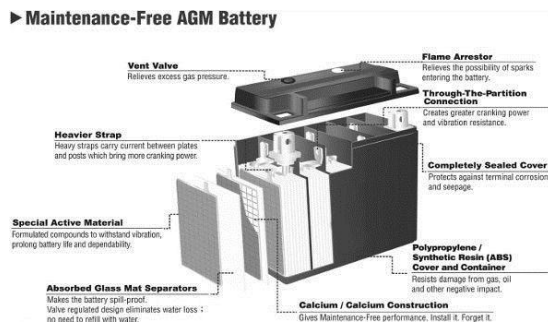
Aki jenis ini, cairan elektrolitnya dicampur dengan pasir silica sehingga menjadi kental seperti *jelly* (agar-agar atau puding). Kemudian jelly ini berfungsi seperti halnya cairan elektrolit. Aki jenis ini sebaiknya jangan digunakan pada perangkat yang membutuhkan suplai arus listrik yang tinggi (*discharging*) atau di cas dengan arus yang tinggi pula (*charging*). Kalau tidak *jelly*-nya akan cepat robek atau rusak sehingga aki tidak dapat digunakan lagi.



Gambar 2.10 Gel Cell

#### c. Absorbent Glass Mat Battery (AGM).

Aki jenis ini memiliki separator (pemisah) yang terdiri dari *fiberglass* yang diletakkan di antara pelat-pelat selnya yang bertujuan menyerap cairan elektrolit agar tersimpan di pori-pori fiberglass. Fungsi *fiberglass* ini mirip seperti handuk yang menyerap air ketika salah satu ujung handuknya dicelupkan ke dalam ember yang berisi air.

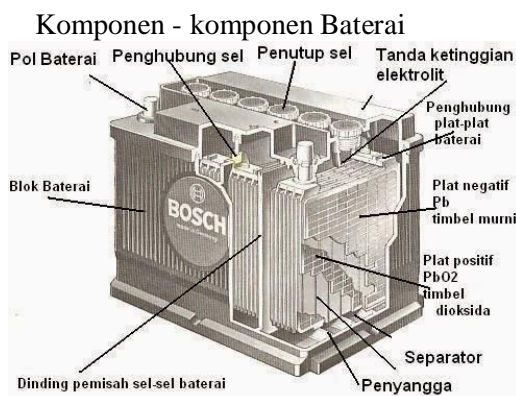


Gambar. 2.11 Absorbent Glass Mat Battery (AGM).

Diantara kelebihan AGM battery adalah:

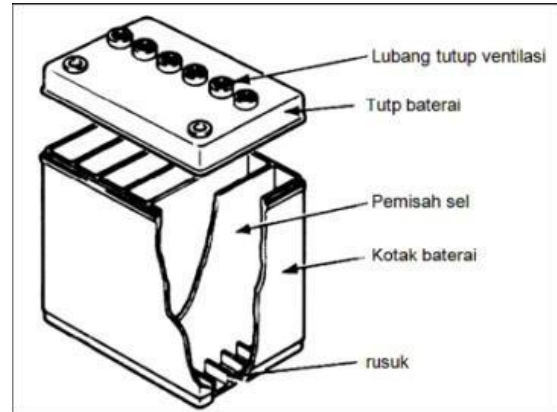
- Hampir semua aki AGM sistim pengecasaannya sama seperti pengecasan aki pada umumnya. Tidak memerlukan syarat-syarat dan alat pengecas (*charger*) yang khusus.
- Dapat disimpan untuk waktu yang lama tanpa harus dicas ulang karena *self-discharge* nya sangat rendah (1% - 3% per bulan). (*Self-discharge* = penurunan kapasitas / tegangan aki pada kondisi tanpa beban karena adanya resistansi internal).
- Karena resistansi *internal*-nya sangat rendah, aki tidak akan kepanasan walau digunakan pada beban yang membutuhkan arus yang besar atau saat di-cas ulang dengan arus listrik yang tinggi.
- Bebas perawatan, anti penguapan, anti bocor dan tetap beroperasi walaupun dalam cuaca sangat dingin, bahkan walau casing akinya retak atau pecah akan tetap beroperasi dengan baik.

Sedangkan kekurangannya, sejauh ini harganya yang (masih) mahal



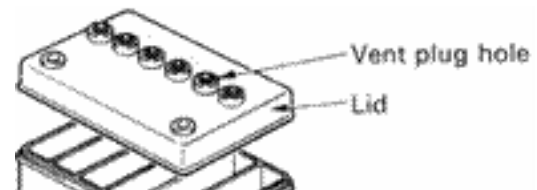
Gambar 2.12 Bagian-bagian Baterai

a. Kotak Baterai : Berfungsi sebagai rumah atau wadah dari komponen aki yang terdiri atas cairan aki, pelat positif dan pelat negatif berikut separatornya.



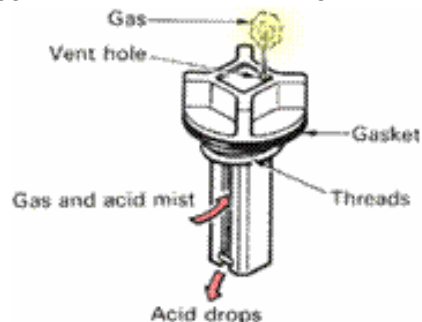
Gambar 2.13 Kotak Baterai

b. Tutup aki: Berada di atas, tutup aki berfungsi sebagai penutup lubang pengisian air aki ke dalam wadahnya. Sehingga aki tidak mudah tumpah. Di aki kering tertentu tidak ada komponen ini. Kalaupun ada tidak boleh dibuka.



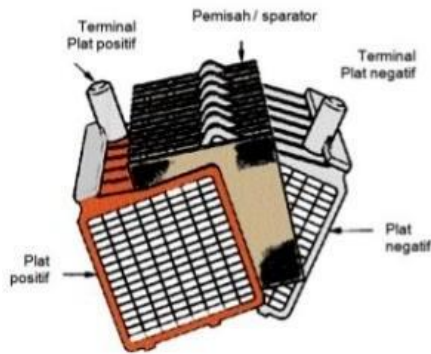
Gambar 2.14 Tutup Baterai

c. Lubang ventilasi: Untuk tipe konvensional ada di samping atas dan ada slangnya. Berfungsi untuk memisahkan gas hydrogen dari asam sulfat serta sebagai saluran penguapan air aki. Sedang tipe MF, gas hydrogen dikondisikan lagi menjadi cairan sehingga tidak dibutuhkan lubang ventilasi.



Gambar 2.15 Sumbat Ventilasi

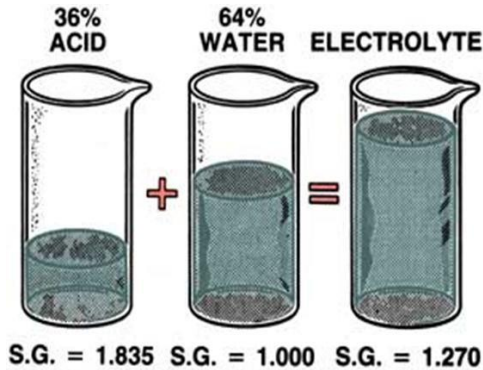
d. Pelat logam: Terdiri dari pelat positif dan negatif. Untuk pelat positif dibuat dari logam timbal preoksida ( $PbO_2$ ). Sedangkan pelat negatif hanya dibuat dari logam timbal ( $Pb$ ).



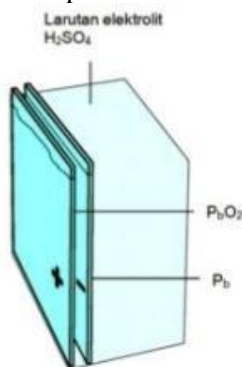
Gambar 2.16 Plat baterai

e. Air aki (*elektrolite*)

Elektrolit baterai merupakan campuran antara air suling ( $H_2O$ ) dengan asam sulfat ( $SO_4$ ), komposisi campuran adalah 64 %  $H_2O$  dan 36 %  $SO_4$ . Dari campuran tersebut diperoleh elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270.

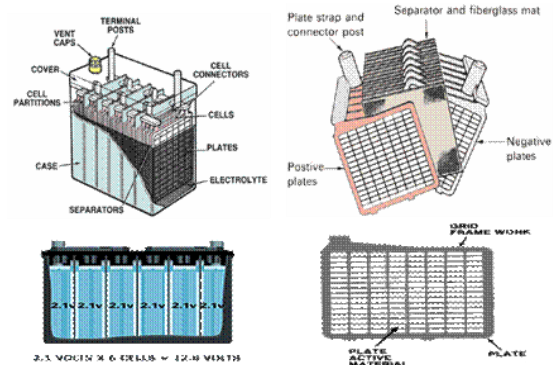


Gambar 2.17 Komposisi elektrolit baterai



Gambar 2.18 Elektrolit

f. Separator: Berada di antara pelat positif dan negatif, separator bertugas untuk memisahkan atau menyekat pelat positif dan negatif agar tidak saling bersinggungan yang dapat menimbulkan short alias hubungan arus pendek.



Gambar 2.19 Sparator, sel baterai dan terminal baterai

g. Sel: Adalah ruangan dalam wadah bentuk kotak-kotak yang berisi cairan aki, pelat positif dan negatif berikut seperatornya.

h. Terminal aki: Keduanya berada di atas wadah, karena merupakan ujung dari rangkaian pelat-pelat yang nantinya dihubungkan ke beban arus macam lampu dan lainnya. Bagian ini terdiri dari terminal.

### Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (Ampere

–hour). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere - *hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$Ah = \text{Kuat Arus (ampere)} \times \text{waktu (hours)}$

Dimana:  $Ah = \text{kapasitas baterai aki}$

$I = \text{kuat arus (ampere)}$

$t = \text{waktu (jam/sekon)}$

### Reaksi Redoks Pada Baterai

Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Di pasaran saat ini sangat beragam jumlah dan jenis aki yang dapat ditemui. Aki untuk mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt, sedangkan untuk motor ada tiga jenis yaitu, dengan tegangan 12 Volt, 9 volt dan ada juga yang bertegangan 6 Volt. Selain itu juga dapat ditemukan pula aki yang khusus untuk menyalakan tape atau radio dengan tegangan juga yang dapat diatur dengan rentang 3, 6, 9, dan 12 Volt. Tentu saja aki jenis ini dapat dimuati kembali (*recharge*) apabila muatannya telah berkurang atau habis.

Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (dry cells).

Allesandro Volta, seorang ilmuwan fisika mengetahui, gaya gerak listrik (ggl) dapat dibangkitkan dua logam yang berbeda dan dipisahkan larutan elektrolit. Volta

mendapatkan pasangan logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat membangkitkan ggl yang lebih besar dibandingkan pasangan logam lainnya (kelak disebut elemen Volta).

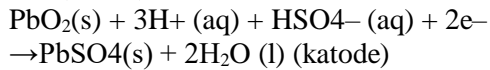
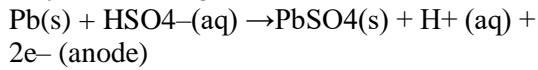
Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah ‘disetrum’). Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali. Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel* yaitu di dalam aki saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (*discharging*). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (*charging*). Jenis aki yang umum digunakan adalah accumulator timbal. Secara fisik aki ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dimasukkan pada larutan asam sulfat encer ( $H_2SO_4$ ). Larutan elektrolit itu ditempatkan pada wadah atau bejana aki yang terbuat dari bahan ebonit atau gelas. Kedua belah pelat terbuat dari timbal (Pb), dan ketika pertama kali dimuati maka akan terbentuk lapisan timbal dioksida ( $PbO_2$ ) pada pelat positif.

Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai isolator (bahan penyekat). Proses kimia yang terjadi pada aki dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu selama digunakan dan dimuati kembali atau ‘disetrum’.

Pada saat aki digunakan, tiap molekul asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pecah menjadi dua ion hidrogen yang bermuatan positif ( $2H^+$ ) dan ion sulfat yang bermuatan negatif ( $SO_4^-$ ). Tiap ion  $SO_4^-$  yang berada dekat lempeng Pb akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ( $PbSO_4$ ) sambil melepaskan dua elektron. Sedang sepasang ion hidrogen tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida ( $PbO_2$ ), mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk molekul air ( $H_2O$ ).

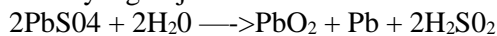


Dari proses ini terjadi pengambilan elektron dari timbal dioksida (sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (sehingga menjadi negatif), yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut. Proses tersebut terjadi secara simultan, reaksi secara kimia dinyatakan sebagai berikut:

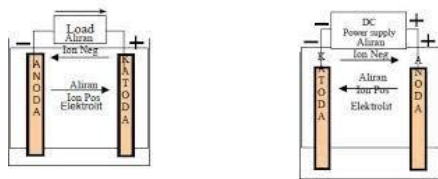


Di atas ditunjukkan terbentuknya timbal sulfat selama penggunaan (discharging). Keadaan ini akan mengurangi reaktivitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi lemah (encer), sehingga tahanan antara kutub sangat lemah untuk pemakaian praktis.

Sementara proses kimia selama pengisian aki (charging) terjadi setelah aki melemah (tidak dapat memasok arus listrik pada saat kendaraan hendak dihidupkan). Kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat discharging. Pada proses ini, tiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada lempeng positif membentuk  $PbO_2$ . Reaksi kimia yang terjadi adalah :

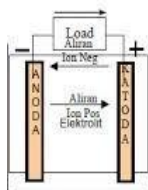


Cara Kerja Baterai



Gambar 2. 20 Siklus kerja *accu*

1. Saat Mengeluarkan Arus



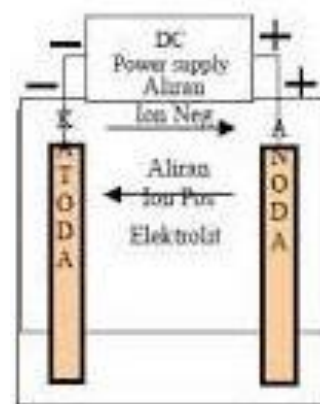
Gambar 2.21 baterai saat mengeluarkan Arus (*discharge*)

a. Oksigen (O) pada pelat positif terlepas karena bereaksi/ bersenyawa/ bergabung dengan hidrogen (H) pada cairan elektrolit yang secara perlahan –lahan keduanya bergabung/ berubah menjadi ( $H_2O$ ).

b. Asam Sulfat ( $SO_4$ ) Pada cairan elektrolit bergabung dengan timah (Pb) di pelat positif maupun pelat negatif sehingga menempel di kedua pelat tersebut. Reaksi ini akan berlangsung terus sampai isi (tenaga baterai) habis atau dalam keadaan *discharge*.

Pada saat baterai dalam keadaan discharge maka hampir semua asam melekat pada pelat-pelat dalam sel sehingga cairan elektrolit konsentrasinya sangat rendah dan hampir melulu hanya terdiri dari air ( $H_2O$ ), akibatnya berat jenis cairan menurun menjadi sekitar  $1,1 \text{ kg/dm}^3$  dan ini mendekati berat jenis air yang  $1 \text{ kg/dm}^3$ . Sedangkan baterai yang masih berkapasitas penuh berat jenisnya sekitar  $1,285 \text{ kg/dm}^3$ . Nah, dengan perbedaan berat jenis inilah kapasitas isi *battery* bisa diketahui apakah masih penuh atau sudah berkurang yaitu dengan menggunakan alat hidrometer. Hidrometer ini merupakan salah satu alat yang wajib ada di bengkel aki (bengkel yang menyediakan jasa setrum/cas aki). Selain itu saat baterai dalam keadaan *discharge* maka 85% cairan elektrolit terdiri dari air ( $H_2O$ ) dan air ini bisa membeku, bak baterai pecah dan pelat – pelat menjadi rusak. Air memiliki berat jenis  $1 \text{ kg/cm}^3$  (  $1 \text{ kg per } 1000 \text{ cm}^3$  atau 1 liter) dan asam sulfat memiliki berat jenis  $1,285 \text{ kg/cm}^3$  pada suhu  $20^\circ C$ .

2. Saat baterai menerima arus



Gambar. 2.22 Baterai saat menerima Arus (*Charge*)

Battery yang menerima arus adalah baterai yang sedang disetrum/dicas alias sedang diisi dengan cara dialirkan listrik DC, dimana kutub positif battery dihubungkan dengan arus listrik positif dan kutub negatif dihubungkan dengan arus listrik negatif. Tegangan yang dialiri biasanya sama dengan tegangan total yang dimiliki baterai, artinya baterai 12 V dialiri tegangan 12 V DC, baterai 6 V dialiri tegangan 6 V DC, dan dua baterai 12 V yang dihubungkan secara seri dialiri tegangan 24 V DC (baterai yang dihubungkan seri total tegangannya adalah jumlah dari masing-masing tegangan baterai:  $Voltase1 + Voltase2 = Voltase\ total$ ).

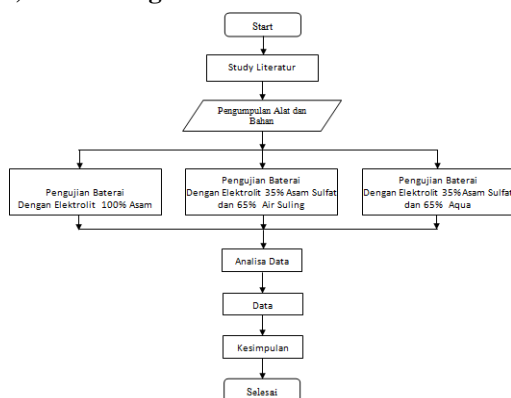
Hal ini bisa ditemukan di bengkel aki atau di kapal dimana ada beberapa baterai yang duhubungkan secara seri dan semuanya disetrum sekaligus. Berapa kuat arus (ampere) yang harus dialiri bergantung juga dari kapasitas yang dimiliki baterai tersebut.

Konsekuensinya, proses penerimaan arus ini berlawanan dengan proses pengeluaran arus, yaitu :

1. Oksigen (O) dalam air (H<sub>2</sub>O) terlepas karena bereaksi/bersenyawa/bergabung dengan timah (Pb) pada pelat positif dan secara perlahan-lahan kembali menjadi oksida timah colat (PbO<sub>2</sub>).

2. Asam (SO<sub>4</sub>) yang menempel pada kedua pelat (pelat positif maupun negatif) terlepas dan bergabung dengan hidrogen (H) pada air (H<sub>2</sub>O) di dalam cairan elektrolit dan kembali terbentuk menjadi asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebagai cairan elektrolit. Akibatnya berat jenis cairan elektrolit bertambah menjadi sekitar 1,285 (pada baterai yang terisi penuh).

3) Metodologi



Gambar. 3.1 Diagram alir percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Subang.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multi Tester / Multi meter digital, kabel penjepit, gelas ukur, Accu, Air aki (Accu Zurr), Air Aki Isi Ulang, Air Mineral Merk Aqua, Lampu Hologen 55 Watt 12 Volt, Charger, Majun dan Corong.

3.1 Prosedur Penelitian

Proses Penelitian

1. Mempersiapkan 2 (dua) buah Aki dengan kapasitas 6 Ah, 12 Volt Yang tidak terisi cairan elektrolite.



Gambar 3.2 Baterai tanpa Elektrolite

2. Memberikan tanda di Bodi Baterai dengan angka 1 dan 2



Gambar 3.3 Baterai yang diberi tanda

3. Persiapkan Cairan Aki jenis Asam Sulfat (SO<sub>4</sub>), Air aki untuk penambahan yang sering dijual dipasaran, dan air mineral Merk Aqua.



Gambar 3.4 Cairan Bahan tambah elektrolit

4. Siapkan gelas ukur, dan corong



Gambar. 3.5 Corong dan gelas ukur

5. Membuat campuran larutan sampel dan Mengukur Arus dan Tegangan.

a. Membuat campuran perbandingan Elektrolite baterai dengan variasi penambahan volume Elektrolite sebanyak 100% Asam Sulfat Pada baterai Baru. Memasukkan masing-masing penambahan kedalam wadah aki dengan menggunakan corong, setelah itu menutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaannya dengan menggunakan majun atau serbet. Lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu Halogen 55 Watt 12 volt yang dilukur selama 15 menit sekali sampai baterai tidak dapat memberikan lagi Arus (Habis Tegangannya) dan datanya langsung di masukan kedalam tabel.



Gambar. 3.6 Proses pengujian Baterai dengan komposisi 100% Asam Sulfat

b. Membuat campuran perbandingan Elektrolite baterai dengan variasi penambahan volume *Elektrolite* sebanyak 35% Asam Sulfat dan 65% Air Suling Pada baterai Baru. Memasukkan masing-masing penambahan kedalam wadah aki dengan menggunakan Corong, setelah itu menutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaannya dengan menggunakan Majun atau serbet. Lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu Halogen 55 watt 12 volt yang dilukur selama 15 menit sekali sampai baterai tidak dapat memberikan lagi Arus (Habis Tegangannya) dan datanya langsung di masukan kedalam tabel.



Gambar. 3.7 Proses pengujian baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat + 65% Air Suling

c. Membuat campuran perbandingan Elektrolite baterai dengan variasi penambahan volume Elektrolite sebanyak 35% Asam Sulfat

dan 65% Air Mineral Merk Dagang AQUA Pada baterai Baru. Memasukkan masing - masing penambahan kedalam wadah aki dengan menggunakan corong, setelah itu menutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaannya dengan menggunakan majun atau serbet. Lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu Halogen 55 watt 12 volt yang dilukur selama 15 menit sekali sampai baterai tidak dapat memberikan lagi Arus (Habis Tegangannya) dan datanya langsung di masukan kedalam tabel.



Gambar. 3.8 Proses pengujian baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat + 65% Air Aqua

4) Data Dan Analisa

4. 1. Pengukuran Arus dan Tegangan Dengan bahan tambah larutan bervariasi Data yang didapatkan setelah dilakukan pengukuran nilai arus dan tegangan dengan menggunakan Multimeter Digital dapat dilihat pada Tabel dan grafik di bawah ini:

A. Tabel

No	Jenis Perbandingan Larutan (%)	Pengukuran Arus dan Tegangan	Variasi Nilai I dan V terhadap Waktu (menit)								KETERANGAN
			0	15	30	45	60	75	90	120	
1	Asam Sulfat (air Zuur) 100	V (v)	12.26	11.70	11.47	11.23	10.50	4.70	1.50		baterai mati di menit 53
		I (A)	5.8	5.5	5.4	5.2	5.1	1.2	0.1		
2	35 : Air Suling 65	V (v)	11.85	10.33	4.18	2.55					baterai mati di mnt 44
		I (A)	5.6	4.3	1.1	0.2					
3	35 : Air AQUA 65	V (v)	11.06	4.1	1.93						Baterai Mati di Menit 28
		I (A)	5.2	1.0	0.1						

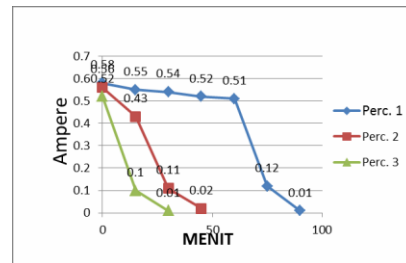
Tabel 1. Percobaan dengan baterai baru

No	Jenis Perbandingan Larutan (%)	Pengukuran Arus dan Tegangan	Variasi Nilai I dan V terhadap Waktu (menit)								Keterangan
			0	15	30	45	60	75	90	120	
1	Asam Sulfat (air Zuur) 100	V (V)	11.84	7.65	2.1						baterai mati di mnt 42
		I (A)	5.6	3.2	1						
2	Asam Sulfat 35 : Air Suling 65	V (V)	11.85	10.33	4.18						
		I (A)	5.6	4.3	1.1						
3	Asam Sulfat 35 : Air AQUA 65	V (V)	12.24	10.89	6.55	2.98	2.50	2.30			baterai mati di mnt 58
		I (A)	5.3	5.0	2.5	0.5	0.1	0.1			

Tabel 2. Percobaan dengan Baterai setelah di Recharge

B. Grafik

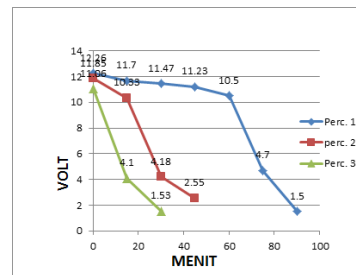
- Percobaan dengan baterai baru



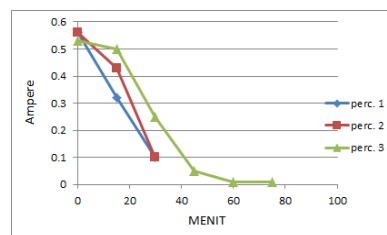
Gambar 4.1 Grafik Pengujian baterai

Gambar 4.2 Grafik Pengujian baterai Waktu – Tegangan

- Percobaan dengan baterai Recharge



Gambar 4.3 Grafik Pengujian baterai Waktu – tegangan



Gambar 4.4 Grafik Pengujian baterai Waktu – Ampere

#### 4.2 Analisa Data

Tabel 1 Data Pengujian Baterai Baru, Arus dan Tegangan terhadap waktu, dari percobaan menggunakan tiga variasi larutan elektrolit yang berbeda yaitu:

1. Menggunakan elektrolit baterai Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), (Percobaan Satu)
2. Menggunakan elektrolit baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat di tambah 65% air Suling, (Percobaan 2)
3. Menggunakan elektrolit baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat di tambah 65% air AQUA (Percobaan 3)

Pada Tabel 1 dapat terlihat data nilai arus dan tegangan dari masing-masing larutan yang di gunakan. Tegangan dan arus dari percobaan 1 selama 1 jam masih konstan dan setelah waktu lebih dari satu jam mengalami penurunan arus dan tegangan secara bertahap. Tetapi Pada Percobaan 2 dan percobaan 3 tegangan dan arus konstan hanya samapi di menit 20, dan di menit berikutnya terjadi penurunan arus dan tegangan yang signifikan tidak mencapai 1 jam.

Tabel 2 Data Pengujian Baterai *Recharger*, Arus dan Tegangan terhadap waktu, dari percobaan menggunakan tiga variasi larutan elektrolit yang berbeda yaitu:

1. Menggunakan elektrolit baterai Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), (Percobaan Satu)
2. Menggunakan elektrolit baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat di tambah 65% air Suling, (Percobaan 2)
3. Menggunakan elektrolit baterai dengan komposisi 35% Asam Sulfat di tambah 65% air AQUA (Percobaan 3)

Pada Tabel 2 dapat terlihat data nilai arus dan tegangan dari masing-masing larutan yang di gunakan. Tegangan dan arus dari percobaan 1 arus dan tegangan pada baterai hanya bertahan 30 menit, dan percobaan ke dua arus dan tegangan hanya bertahan sekitar 30 menit, Tetapi Pada Percobaan ke 3 arus dan tegangan mampu bertahan lebih dari satu jam konstan hanya samapi di menit 20, dan di menit berikutnya terjadi penurunan arus dan

tegangan yang signifikan tidak mencapai 1 jam.

Gambar 4.1 Grafik Variasi Arus terhadap Waktu pada percobaan 1, 2, dan 3 terjadi penurunan arus yang berbeda, dan pada percobaan ke satu dari baterai baru menunjukkan bahwa hubungan antara arus dan waktu pada baterai baru terjadi perbedaan penurunan arus dengan arus listrik yang didapatkan dari larutan uji sampel ASK adalah berbanding terbalik, semakin banyak penambahan waktu yang digunakan maka akan semakin kecil arus listrik yang dihasilkan.

#### 5) Kesimpulan

Dari hasil pengujian di peroleh beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Air Mineral Merk dagang AQUA dapat di gunakan sebagai bahan tambah *elektrolite* baterai tetapi pemakaiannya bersifat sementara.
2. Pemakaian bahan tambah air mineral AQUA dengan penggunaan jangka panjang akan mengakibatkan sel baterai rusak.
3. Dengan menggunakan air mineral AQUA, pada saat pemakaian suhu *elektrolite* meningkat.

#### Daftar Pustaka

- Utomo, B. 2008. Larutan Elektrolit dan Larutan Non Elektrolit. <http://kimia.edu.upi/>[14]Ahmad, Jayadin. 2007. Elektronika Dasar (ELDAS)- Ilmu Elektronika. Electric Book.
- Lister Eugene. 1988. *Mesindan Rangkaian Listrik*. Erlangga, Jakarta.
- Daryanto. 1987. *Teknik Listrik*. Bina Aksara, Jakarta
- <https://www.slideshare.net/vika067/cara-kerja-aki-fisika>
- <http://www.nafiun.com/2013/01/reaksi-reduksi-dan-oksidasi-redoks.html>