



Pengaruh Variasi Campuran Air Suling dan Air Mineral pada Larutan Elektrolit terhadap Tegangan Aki

Hildar Saputra¹ Yano Hurung Anoi², Ratnawati³, Siti Norhidayah⁴

^{1,2,3}Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang

⁴Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

¹hildarsaputra@gmail.com, ²yanodayak@yahoo.com, ³stibratna@gmail.com, ⁴norhidayah@uniba-bpn.ac.id

Abstract

Accumulator/battery is a type of battery that is widely used for motorized vehicles. Motorcycle batteries are generally divided into two types, namely wet batteries and dry batteries. Inside a wet battery there is a liquid called electrolyte, this electrolyte is made from acid and water. However, the acid content produced is sometimes not the same due to the inappropriate selection of the water mixture used. The aim of this research is to find out the most effective electrolyte mixture for battery voltage performance by comparing the use of distilled water and mineral water. This research method is experimental by comparing variations in electrolyte solutions in two batteries with a capacity of 35Ah and 45Ah. The output used for comparison is the measurement of the voltage value produced by the two batteries being tested. Testing was carried out within a period of 15 minutes to 120 minutes before and after charging. Measurements on a car with a capacity of 1200 cc with a rotation of 1000 rpm to 3000 rpm, the electrolyte solution in distilled water obtained a higher voltage value than mineral water, with the voltage during the first pour after 120 minutes being 12.9 volts and after being charged it rose to 13.6 volts. The conclusion of this research is that for long-term use, distilled water electrolyte is better than mineral water electrolyte which heats up easily when used for long periods of time and at high rpm.

Keywords: variations in electrolyte, voltage, 35Ah and 45Ah batteries

Abstrak

Accumulator/aki adalah suatu jenis baterai yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Aki motor secara umum dibedakan menjadi dua jenis yaitu aki basah dan aki kering. Di dalam aki basah terdapat cairan yang disebut elektrolit, elektrolit ini terbuat dari kandungan asam dengan air. Namun kandungan asam yang dihasilkan terkadang tidak sama dikarenakan pemilihan campuran air yang digunakan kurang tepat. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui campuran elektrolit paling efektif terhadap performa tegangan pada aki dengan membandingkan penggunaan antara air suling dan air mineral. Metode penelitian ini bersifat eksperimental dengan membandingkan variasi larutan elektrolit pada dua aki berkapasitas 35Ah dan 45Ah. Output yang menjadi perbandingan yaitu pengukuran nilai tegangan yang dihasilkan oleh dua buah aki yang diuji. Pengujian dilakukan dalam kurun waktu 15 menit sampai 120 menit sebelum dan setelah charge. Pengukuran pada mobil berkapasitas 1200 cc dengan putaran 1000 rpm sampai 3000 rpm, larutan elektrolit pada air suling mendapatkan nilai tegangan yang lebih tinggi daripada air mineral, dengan tegangan saat penuangan pertama setelah 120 menit yaitu 12.9 volt dan setelah discharge naik menjadi 13.6 volt. Kemudian di mobil pada putaran 1000 rpm mendapatkan tegangan stabil 14.5 volt dan saat start engine pertama 10.2 volt. Kesimpulan dari penelitian ini elektrolit air suling terbilang lebih cocok digunakan untuk air aki ketimbang elektrolit air mineral. Untuk pemakaian jangka lama elektrolit air suling lebih baik dibandingkan elektrolit air mineral yang mudah panas saat digunakan pada jangka waktu yang lama dan diputaran rpm tinggi.

Kata Kunci: variasi larutan elektrolit, tegangan, aki 35Ah dan 45Ah

1. Pendahuluan

Energi merupakan aspek mendasar bagi kehidupan manusia. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan peradaban manusia, kebutuhan terhadap energi akan semakin meningkat. *Accumulator* atau yang sering disebut aki (*Accu*) adalah perangkat konversi energi yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Pada sel aki, baik anoda ataupun katodanya sama-sama terbuat dari bahan timbal (Pb) berpori. Namun yang digunakan sebagai kutub negatif adalah logam Pb murni dan kutub positif adalah logam Pb yang dilapisi timbal oksida PbO_2 , serta elektrolitnya adalah larutan asam sulfat dengan air sulingan. Pada temperature $200^{\circ}C$, berat jenis elektrolit pada baterai yang terisi penuh ialah 1.260 atau 1.280. Perbedaan berat jenis ini disebabkan perbandingan antara air sulingan dengan asam sulfat pada masing-masing tipe berbeda [1]. Perbedaan tersebut dikarenakan perbedaan kandungan senyawa asam dengan air $H_2SO_4 + H_2O$ untuk elektrolit aki. Namun kandungan asam yang dihasilkan terkadang tidak sama dikarenakan pemilihan campuran air yang digunakan kurang tepat.

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Asam sulfat termasuk dalam golongan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan listrik. Hal inilah yang menjadi alasan asam sulfat sering digunakan sebagai bahan akumulator (*accu/aki*) dan baterai. Secara teori semua jenis larutan elektrolit kuat berasal dari golongan asam kuat, yang mana pada golongan asam ini memiliki sifat korosi yang besar terhadap bahan-bahan lain. Selanjutnya larutan elektrolit hasil pemurnian tersebut digunakan sebagai larutan elektrolit pada sel *Accumulator* (sel aki) sebagai pengganti larutan elektrolit kuat yang tidak ramah lingkungan dan juga berbahaya untuk selanjutnya diukur nilai arus (I) dan tegangan (V) yang dihasilkan [2]. Jumlah larutan elektrolit tidak boleh kurang dari batas minimum yang sudah ditentukan karena jika elektrolit kurang dari batas maka aki tidak mampu menghasilkan energi listrik. Berkurangnya bisa terjadi kapan dan dimana saja tanpa disadari oleh pengguna nya. Salah satu hal yang menarik untuk diteliti adalah pengaruh perbedaan variasi larutan jika menggunakan campuran yang berbeda yaitu, campuran air suling atau campuran air mineral. Seperti yang diketahui, bahwa asam sulfat menjadi bahan utama aki baik pada aki basah maupun aki kering. Dalam hal ini, variasi konsentrasi larutan

H_2SO_4 dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tegangan dan arus keluaran pada aki.

Penelitian ini membandingkan dua jenis larutan elektrolit dan menggunakan dua aki dengan kapasitas yang berbeda dengan pengukuran kadar berat jenis elektrolit terhadap nilai tegangan keluaran aki mobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui campuran elektrolit yang efektif terhadap performa tegangan pada aki menggunakan air suling dan air mineral yang berkonsentrasi pada nilai tegangan yang dihasilkan dari masing-masing larutan dalam kurun waktu 15 sampai 120 menit. Penelitian menggunakan 2 aki mobil (*lead acid*) jenis basah bekas yang berbeda jumlah muatannya yaitu aki 35Ah dan aki 45Ah. Pengukuran pada mesin menggunakan mobil dengan kapasitas 1200 CC, dengan batas pengukuran dari 1000 Rpm, 1500 Rpm, 2000 Rpm, 2500 Rpm, dan 3000 Rpm. Selanjutnya diteliti campuran elektrolit antara menggunakan air suling dan air mineral untuk menghasilkan nilai tegangan yang sesuai dengan penggunaan dan pengaruh pemakaian jangka lama dan diharapkan dapat menemukan larutan yang cocok untuk digunakan sebagai bahan utama akumulator (*accu/aki*) dan baterai.

Baterai (*accumulator*) 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. *Accumulator* (*accu*, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia [1]. Menurut Martha Tahun 2018 Baterai adalah perangkat konversi energy yang dapat mengubah energy kimia baterai menjadi listrik arus searah (DC). Pada baterai isi ulang, proses tersebut dapat dibalik yaitu mengubah energi listrik DC menjadi energi kimia [3]. Menurut Faqih tahun 2015, akumulator (aki) adalah sebuah alat yang dapat menerima, menyimpan dan mengeluarkan energi listrik, melalui proses kimia [4]. Demikian juga menurut Nasrah Anjani tahun 2014 mengungkapkan aki adalah sebuah sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Aki pertama kali ditemukan oleh ahli fisika

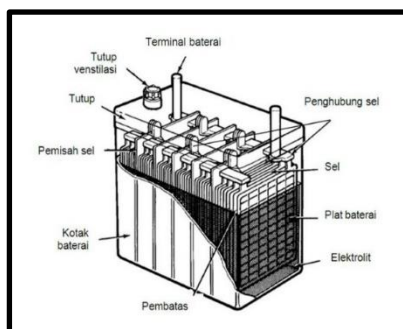
- Perancis, bernama Gaston Plante pada tahun 1859 [5]. Aki mempunyai fungsi sesuai waktunya yaitu;
- Pada saat mesin mati, aki berfungsi mengaktifkan sistem kelistrikan seperti lampu, audio, alarm dan sistem kelistrikan lainnya.
 - Pada saat mesin hidup, fungsinya adalah sebagai penyuplai listrik dan *stabilizer* karena aki mendapatkan arus dari alternator yang tidak selalu tetap.
 - Pada saat *start*, aki berfungsi menghidupkan mesin yang terhubung pada alternator dan generator.

Dalam aki terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif mengandung mengandung oksid timah coklat PbO_2 , sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb). Pelat-pelat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar di seliling pelat [6].

Kegunaan aki dibedakan atas beberapa jenis, diantaranya adalah:

1. Aki basah, aki jenis ini merupakan jenis paling umum digunakan. Aki basah masih perlu diberi air aki yang dikenal dengan sebutan *accu zuur*.
2. Aki kering (*Free Maintenance*), Jenis aki kering jenis ini didalam terdapat sebuah jel yang berbahan utama *lead acid*, di dalamnya racikan utama *lead acid* dan airnya disimpan dalam bentuk jel yang berupa elektrolit dan silica. Bahan perak yang dipakai buat elektroda membuat airnya tidak menguap. Kalaupun menguap akan dikembalikan lagi ke dalam. Keuntungannya adalah aki jenis ini tidak butuh perawatan.

Berikut ini bagian-bagian dari komponen aki/baterai:



Gambar 1. Konstruksi Aki Basah
Sumber: Lutfi Anhar Izudin, 2014

1. Elektrolit aki, dibuat dari campuran air (H_2O) dan asam sulfat (SO_4). Kotak aki, merupakan bagian yang berfungsi sebagai wadah untuk setiap elemen yang ada pada aki.

Plat aki, Terdapat 2 buah plat baterai yaitu plat positif dan plat negatif. Bahan yang digunakan untuk membuat plat positif adalah antimoni yang dilapisi dengan lapisan aktif oksida timah (*lead dioxide*, PbO_2) yang memiliki warna coklat. Sedangkan plat negatif terbuat dari *sponge lead* (Pb) yang memiliki warna abu-abu. Kemampuan dari baterai untuk dapat mengalirkan arus dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran dari plat baterai tersebut.

Separator, Separator terletak di antara plat positif dan plat negatif. Separator baterai juga berfungsi mencegah terjadinya hubungan singkat antara plat positif bertemu plat negatif.

Sel baterai atau elemen baterai terdiri dari plat positif dan plat negatif dan diantara kedua plat tersebut dibatasi dengan separator. Sel-sel baterai saling dihubungkan secara seri sehingga jumlah dari sel-sel baterai akan menentukan besar tegangan baterai.

Penghubung sel. Penghubung sel atau cell connector merupakan bagian yang menghubungkan plat-plat yang ada di dalam baterai. Penghubung antara plat negatif dan plat positif dihubungkan secara seri.

Pemisah sel, berfungsi sebagai pemisah untuk tiap sel-sel dalam baterai.

Terminal aki, terdiri dua buah terminal yaitu terminal (+) positif dan terminal negatif (-).

Tutup aki (*vent plug*), berfungsi sebagai penutup lubang pengisian elektrolit baterai. Pada tutup baterai terdapat lubang ventilasi untuk keluarnya gas hidrogen yang terbentuk saat proses pengisian berlangsung. Karena jika gas hidrogen tidak dikeluarkan dari dalam baterai maka baterai dapat meledak.

Menurut Syahman, kapasitas aki merupakan banyaknya muatan yang tersimpan dalam baterai, biasanya ada dalam satuan Ah (*Ampere-hour*) [7]. Satuan SI untuk muatan adalah *Coulomb*, tetapi pada teknologi baterai sering digunakan satuan Ah. Karena $1C = 1 \text{ ampere-second}$, maka $1Ah = 3600C$. Kapasitas baterai tidak sama dengan banyaknya energi yang dapat disimpan oleh baterai, misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian. Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (*Amperehour*). Untuk mendapatkan ukuran ampere aki yang cocok dengan mobil, maka bisa menggunakan rumus:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Daya listrik (P) merupakan perkalian antara tegangan pada aki dan arus listrik yang mampu dikeluarkan oleh aki. V adalah tegangan aki dan I mengacu pada arus listrik yang mampu dikeluarkan aki. Misal, ukuran aki 12 volt 40 Ah artinya aki tersebut bisa mengeluarkan arus 40 ampere dalam waktu satu jam. Dengan begitu, daya listrik yang bisa dikeluarkan aki tersebut adalah. $12 \times 40 = 480$ watt

$$P = V \times I = 12 \times 40 = 480 \text{ watt} \quad (2)$$

Bila, kebutuhan listrik mobil atau dinamo starter membutuhkan 1.200 Watt, maka gunakan rumus;

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1200}{12} = 100 \text{ Ampere} \quad (3)$$

dimana:

I = Arus listrik yang mampu dikeluarkan aki

P = Daya listrik

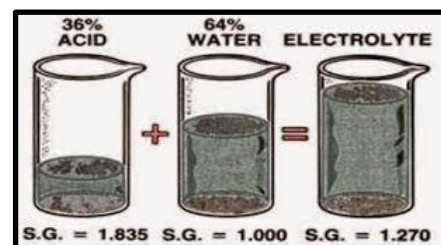
V = Tegangan aki

Besar tegangan baterai/aki yang dikeluarkan oleh baterai disebut tegangan nominal. Biasanya kelipatannya 12 volt paling umum. Tegangan atau voltase yang memiliki satuan volt merupakan perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik [7]. Voltase ini mengartikan terjadinya aliran listrik dalam sebuah konduktor yang dihasilkan dari sebuah medan listrik. Suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai sangat rendah, menengah, tinggi hingga sangat tinggi tergantung pada beda potensial listriknya [8]. Untuk mengisi baterai agar kapasitas dan tegangannya tetap terjaga penuh sehingga performa aki pada unit pembangkit tetap terjamin dalam hal ini aki harus selalu tersambung ke rectifier atau di charge untuk menambah masa umur aki [3]. Selanjutnya prinsip dasar aki sama seperti prinsip pasangan logam, ketika dua logam yang berbeda dicelupkan ke dalam larutan asam maka akan menimbulkan reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik. Sumber tegangan yang mengeluarkan energi listrik berdasarkan prinsip pasangan logam seperti aki disebut sel atau elemen [9].

Tegangan atau sering disebut voltase adalah beda potensial listrik yang terdapat diantara kedua titik dalam sebuah rangkaian listrik, dimana besarnya beda potensial tersebut akan menentukan besar kecilnya arus listrik yang mengalir. Untuk menentukan nilai beda potensial dalam suatu rangkaian listrik maka dapat diukur antara ujung-ujung suatu konduktor. Jadi beda potensial dalam suatu rangkaian listrik sangat mempengaruhi jumlah aliran arus listrik yang mengalir [2]

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 terdapat 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. Accu mobil pada umumnya menyediakan tegangan sebesar 12 volt. Tegangan ini didapat jika keenam sel terhubung. Jika aki sudah tidak bisa menyimpan tegangan 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. secara “seri”. Setiap sel menyediakan 2,1 volt, jadi apabila di *charge* penuh, akan menghasilkan 2,1 volt x 6 sel = 12,6 volt. Selanjutnya hal yang berperan adalah elektrolit. Elektrolit adalah suatu zat yang terlarut dalam bentuk ion-ionnya dan merupakan konduktor yang baik. Elektrolit biasanya berfasa cair, bisa berupa garam, asam, basa, atau senyawa kimia lainnya [7]. Elektrolit baterai merupakan campuran antara air suling H_2O dengan asam sulfat SO_4 , komposisi antara keduanya adalah 64 % H_2O dan 36 % SO_4 . Sehingga air aki mendapatkan nilai berat jenis 1,270 [1]. Larutan elektrolit terbuat dari asam sulfat dengan kepekatan 30%, ketika aki digunakan, terjadi reaksi antara larutan elektrolit dengan timbal dioksida dan timbal murni sehingga menghasilkan arus listrik dalam air. Aki bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada saat aki dipakai, maka tegangan aki berkurang, dimana kedua elektrodanya ber reaksi terhadap asam sulfat. Hal ini disebabkan kedua elektroda bereaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektrode timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya aki menghasilkan arus listrik [6].



Gambar 2. Komposisi Elektrolit Baterai
Sumber: Lutfi Anhar Izudin, 2014

Elektrolit memiliki peran utama dalam aki kendaraan, peran elektrolit pada aki kendaraan:

1. Sebagai pengantar arus listrik, elektrolit memungkinkan ion-ion listrik (ion hidrogen dan

ion sulfat) untuk bergerak di dalamnya. Saat aki diisi, ion-ion ini bergerak antara plaka positif dan negatif, menciptakan aliran arus listrik.

2. Proses kimia dalam aki, elektrolit adalah medium di mana reaksi kimia terjadi antara plat positif yang terbuat dari oksida plumbum (timbal dioksida) dan plat negatif yang terbuat dari oksida timbal (timbal dioksida). Sehingga menghasilkan arus listrik.

Air Suling dan Air Mineral

Air suling memiliki kandungan yang hampir mirip dengan air isi ulang aki dengan akuades yaitu mempunyai konduktivitas $3,96 \times 10^{-5}$ S/m, memiliki pH 7,73 dan TDS 1,28 ppm[10]. Berdasarkan konduktivitas dan TDS, kualitas air suling setelah melewati kolom berisi resin lebih mendekati sifat fisika air isi ulang aki dari pada air kondensat AC sebelum melewati resin. Air kondensat AC tidak akan menghasilkan kerak seperti air mineral karena air kondensat AC merupakan air yang minim mineral. Sama halnya dengan kandungan air isi ulang aki yang merupakan air demineralisasi atau air suling yang bebas unsur logam dan mineral atau disebut dengan aquades.

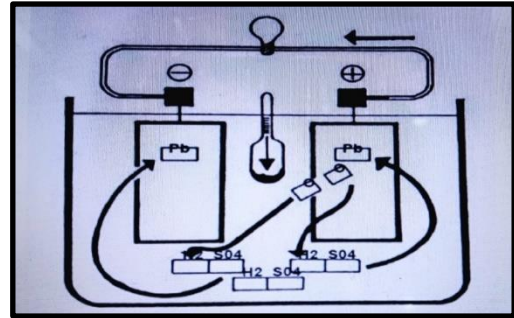
Air Suling memiliki kualitas pH yang hampir sama dengan air isi ulang aki, di mana pH dari air isi ulang Aki atau akuades sebesar 7,69 sedangkan pH air kondensat AC sebesar 7,44 – 7,62. dari perolehan data tersebut diketahui bahwa nilai pH dari air kondensat AC masih bersifat Basa lemah tetapi pH dari air kondensat AC lebih mendekati sifat netral daripada air isi ulang aki sebelumnya. Semakin kecil nilai pH maka akan semakin bagus daya hantar listriknya sehingga arus yang dihasilkan juga akan semakin besar. sehingga dapat dikatakan air suling lebih baik untuk digunakan sebagai air isi ulang aki [11].

Menurut Standard Nasional Indonesia no: 01-3553-2006, air minum dalam kemasan adalah air baku yang diproses, dikemas, dan aman diminum mencakup air mineral dan air demineral. Air mineral merupakan air minum dalam kemasan yang mengandung mineral dalam jumlah tertentu tanpa menambahkan mineral sedangkan air demineral merupakan air minum dalam kemasan yang diperoleh melalui proses pemurnian secara destilasi, deionisasi, *reverse osmosis* atau proses setara dengan pH berkisar 6,5 – 8,5 [10].

Reaksi Aki Saat Charge

Pada dasarnya adalah berupa DC *power supply* biasa. Terdiri dari transformator *step down* dengan rangkaian penyearah untuk memberikan tegangan DC yang digunakan untuk

mengisi baterai. Metode seperti ini sering digunakan pada pengisi daya pada aki mobil murah [12]. Prinsip dasar yang digunakan di dalam aki yaitu prinsip polarisasi, polarisasi akan menyebabkan bahan kimia yang berada di dalam elektrolit akan berubah sifat dan susunannya, sehingga bahan-bahan tersebut dapat membangkitkan potensial listrik.



Gambar 3. Reaksi Aki Saat Charge
Sumber: Nur Hamid, 2017

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

1. Oksigen (O) dalam air H_2O terlepas karena bereaksi/bersenyawa/ bergabung dengan timah (Pb) pada pelat positif dan secara perlahan-lahan kembali menjadi oksida timah colat PbO_2 .
2. Asam SO_4 yang menempel pada kedua pelat (pelat positif maupun negatif) terlepas dan bergabung dengan hidrogen (H) pada air (H_2O) di dalam cairan elektrolit dan kembali terbentuk menjadi asam sulfat H_2SO_4 sebagai cairan elektrolit. Akibatnya berat jenis cairan elektrolit bertambah menjadi sekitar 1,285 (pada baterai yang terisi penuh)[13]

Sistem Pengisian Konvensional

Sistem pengisian merupakan salah satu sistem yang penting dalam sebuah kendaraan bermotor, karena apabila system pengisian rusak maka system kelistrikan lain akan terganggu. misalnya jika sistem pengisian terganggu maka sistem penerangan, sistem stater, dan system kelistrikan yang lainnya akan ikut terganggu, oleh karena itu sistem pengisian harus berkerja dengan baik [14]. Pembangkit listrik pada alternator menggunakan prinsip induksi yaitu perpotongan antara penghantar dengan garis-garis gaya magnet. Besarnya arus induksi tergantung pada kekuatan medan magnet, jumlah konduktor pemotong mesin medan magnet dan kecepatan perpotongan. Kerja sebuah alternator adalah medan magnet berputar (rotor) sedangkan penghantar (stator) diam. Alternator kumparan penghantar statis dipasang pada

rangkaian disebut stator, medan magnet disebut motor yang bergerak di tengah stator. [15]

Menurut Daryanto, sistem pengisian akan mengisi baterai selama kendaraan berjalan atau mesin berputar supaya baterai terisi penuh untuk memberikan arus yang cukup pada bagian-bagian kelistrikan selama mesin bekerja. Mengingat kegunaan dari baterai yang mempunyai fungsi yaitu menyuplai arus listrik pada kendaraan tersebut tentu akan menyebabkan turunnya kemampuan atau tegangan baterai. Sistem pengisian pada mobil mempunyai peranan yang sangat penting, untuk itu kondisinya harus diperhatikan. [16].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan menggunakan aki mobil berkapasitas 35Ah dan 45Ah. pengukuran variabel pada penelitian ini bersifat kualitatif nominal, berfokus pada kualitas nilai tegangan yang dimiliki kedua aki yang memiliki campuran larutan yang berbeda dan diklasifikasikan menggunakan skala nilai. Variabel dalam penelitian ini ada dua yaitu:

- Variabel bebas, dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi larutan elektrolit.
- Variabel terikat, dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah tegangan pada aki 35Ah dan 45Ah.

Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan kedua larutan elektrolit dengan campuran yang berbeda yaitu air suling dan air mineral. Setelah kedua larutan telah dibuat, kemudian dibiarkan selama kurun waktu 4 jam. Proses pengujian dilakukan dengan cara membandingkan kadar berat jenis yang ada pada masing-masing larutan elektrolit. Pengujian kadar berat jenis pada larutan elektrolit campuran dengan air suling 600 ml dan larutan acid dengan konsentrasi 40%. Juga uji kadar berat jenis pada larutan elektrolit campuran dengan air mineral 600ml dan larutan acid dengan konsentrasi 40%. Kemudian dilakukan proses pemindahan elektrolit dari wadah pembuatan larutan ke dalam aki 35Ah untuk campuran air suling dan aki 45Ah untuk campuran air mineral.

- Pengujian yang pertama yaitu mengukur besar tegangan aki 35Ah yang diberi elektrolit campuran air suling dan aki 45Ah yang diberi elektrolit air mineral. Penelitian pada kedua aki berkonsentrasi pada nilai tegangan yang dihasilkan pada masing-masing larutan yang berbeda, dengan jangka waktu 15 menit sampai 120 menit selama kurun waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit,

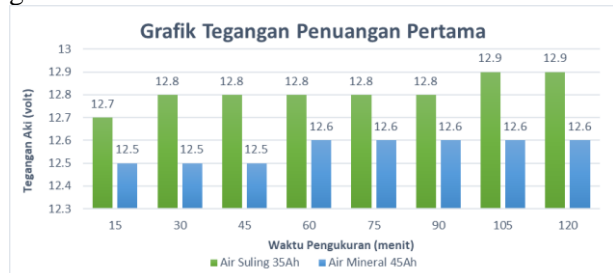
105 menit, 120 menit dengan menggunakan multimeter digital.

- Pengujian kedua yaitu dilakukan pada kedua aki saat discharge selama satu jam, setelah itu dilakukan pengukuran tegangan kembali menggunakan multimeter digital dengan jangka waktu 15 menit sampai 120 menit.
- Proses pengujian selanjutnya yaitu menggunakan mobil 1.200CC, dilakukan saat mobil di start dan saat mobil dalam keadaan mesin running dari 1000 Rpm, 1500 Rpm, 2000 Rpm, 2500 Rpm, 3000 Rpm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

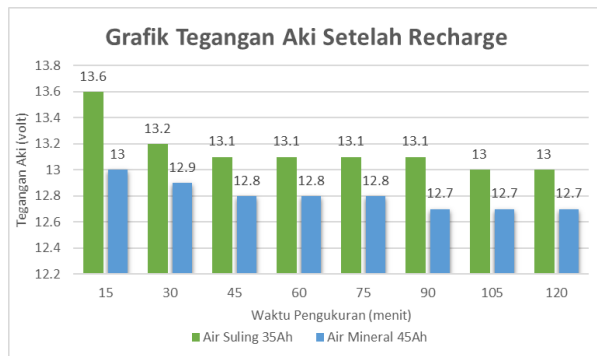
Hasil penelitian perbandingan kualitas tegangan pada kedua larutan pada aki 35Ah dan aki 45Ah, kemudian dilakukan uji coba pada mobil berkapasitas 1200cc. Sedangkan mobil yang digunakan dalam penelitian ini adalah mobil Toyota Calya tahun 2019 dengan fokus pengujiannya pada perbandingan tegangan yang dihasilkan saat aki diaplikasikan pada mobil. Berikut disajikan nilai pengukuran tegangan yang dihasilkan pada penguangan pertama disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Tegangan Penuangan Pertama

Pada gambar 4, campuran elektrolit pada kedua aki berpengaruh terhadap tegangan keluaran saat penuangan pertama. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit. Dari Gambar 4.1 di atas didapatkan hasil bahwa pada penuangan pertama aki 35Ah mendapatkan nilai tegangan yang ideal dibandingkan aki 45Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air mineral. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Setelah mendapatkan perbedaan tegangan yang signifikan maka kedua aki layak dilakukan uji coba ke tahap selanjutnya.

Pada pengujian tahap selanjutnya, kedua aki dengan campuran larutan yang berbeda di charge selama kurun waktu 1 jam. Setelah itu akan dilakukan pengujian ulang terhadap kedua aki selama kurun waktu 15 menit sampai 120 menit. Hasil yang didapat disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 5. Grafik Tegangan Aki Setelah *Recharge*

Hasil menunjukkan bahwa kedua aki yang diberi larutan berbeda berpengaruh saat kedua aki di charge kembali selama kurun waktu satu jam. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit. Aki 35Ah dinilai dapat memberikan tegangan yang sangat besar pada aki. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Juga pada hasil penelitian ini membuktikan dan sesuai dengan penelitian sebelumnya [15] bahwa charge pada aki dalam kurun waktu satu jam dengan kapasitas 5 ampere akan menambah nilai tegangan keluaran aki, hanya saja pemilihan larutan yang tepat akan berpengaruh terhadap pengisian dan nilai ideal pada aki tersebut. Terbukti bahwa tegangan yang dihasilkan cukup besar, saat dibiarkan dan diukur selama 2 jam tegangan aki menurun namun tetap stabil.

3.1.1. Pengukuran Tegangan Aki 35Ah pada

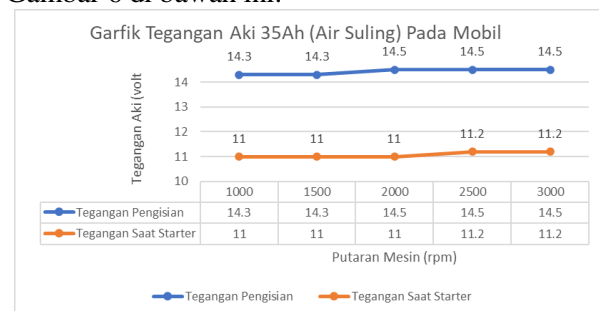
Mobil 1200cc dengan menggunakan campuran air suling

Untuk memastikan penelitian ini berjalan sebagaimana mestinya, harus dipastikan bahwa objek atau mobil yang digunakan memiliki sistem pengisian yang baik pada alternatornya. Pada tabel 1 berikut ini disajikan hasil pengukuran tegangan aki mobil 1200 CC dengan campuran elektrolit air suling.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Aki pada Mobil 1200cc

No	Putaran Mesin (Rpm)	Pengukuran Tegangan	
		Tegangan pada Rpm (volt)	Tegangan saat starter (volt)
1	1000	14.3	11.0
2	1500	14.3	11.0
3	2000	14.5	11.0
4	2500	14.5	11.2
5	3000	14.5	11.2

Dari tabel 1, Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter dan pengambilan data dilakukan dengan variasi putaran 1000Rpm, 1500Rpm, 2000Rpm, 2500Rpm, 3000Rpm. Pengukuran tegangan pada aki 35Ah yang diberikan elektrolit dengan campuran air suling, mendapatkan tegangan yang besar di putaran mesin 1000 sampai 3000 Rpm yaitu berkisar antara 14,3 volt sampai 14,5 volt. Termasuk saat starter disetiap jeda putaran mesin. Hasil pengukuran tegangan Aki 35 Ah yang menggunakan campuran air suling disajikan pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Tegangan Aki 35Ah Pada Mobil

Hasil yang didapatkan dari grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa aki 35 Ah yang diberi air suling dapat men *supply* tegangan aki pada saat starter dengan nilai tegangan yang normal sebelum mencapai putaran mesin 1000 rpm. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi putaran 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm. Aki 35Ah yang diberi elektrolit campuran air suling dinilai dapat memberikan tegangan yang sangat besar pada aki. Hasil yang didapat sesuai dengan penelitian yang terdahulu yang menyatakan bahwa perbandingan dari hasil keluaran dari output alternator secara jelas terlihat dalam putaran mesin, ketika putaran mesin bertambah dengan kelipatan 300 rpm[15].

Perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh alternator ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah putaran rotor yang diputar oleh pully alternator, dan

semakin besar putaran digunakan maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling.

3.1.2. Pengukuran Tegangan Aki 45Ah Pada

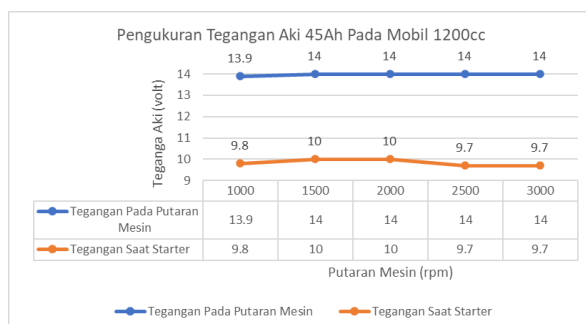
Mobil 1200cc dengan menggunakan campuran air mineral.

Untuk memastikan penelitian ini berjalan sebagaimana mestinya, harus dipastikan bahwa objek atau mobil yang digunakan memiliki sistem pengisian yang baik pada alternatornya. Berikut pada Tabel 2 disajikan hasil pengukuran tegangan aki 45 Ah pada mobil 1200 cc.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Aki 45Ah Pada Mobil 1200 cc

No	Putaran Mesin (Rpm)	Pengukuran Tegangan Tegangan pada Rpm (volt)	Tegangan saat starter (volt)
1	1000	13.9	9.8
2	1500	14.0	10.0
3	2000	14.0	10.0
4	2500	14.0	9.7
5	3000	14.0	9.7

Dari tabel 2, menunjukkan bahwa pengukuran tegangan pada aki 45Ah yang diberikan elektrolit dengan campuran air mineral, mendapatkan tegangan yang cukup besar di putaran 1000 sampai 3000 Rpm. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter dan pengambilan data dilakukan dengan variasi putaran 1000Rpm, 1500Rpm, 2000Rpm, 2500Rpm, 3000Rpm. Namun saat starter, terjadi penurunan tegangan saat aki distarter kembali setelah mencapai putaran 2000Rpm.



Gambar 7. Grafik Tegangan Aki 45Ah Pada Mobil

Hasil menunjukkan bahwa aki berkapasitas 45Ah yang diberi larutan elektrolit dengan campuran air mineral cukup berpengaruh terhadap pengisian di

mobil 1200cc. tegangannya stabil ketika mesin running di putaran 1000 sampai 3000rpm, namun tegangan turun saat pengujian engine start setelah beberapa kali mesin di starter. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter dan pengambilan data dilakukan dengan variasi putaran 1000Rpm, 1500Rpm, 2000Rpm, 2500Rpm, 3000Rpm. Hasil yang didapat sesuai dengan penelitian yang terdahulu oleh [15] Perbandingan dari hasil keluaran dari output alternator secara jelas terlihat dalam putaran mesin, ketika putaran mesin bertambah dengan kelipatan 300 rpm. Perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh alternator ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah putaran rotor yang diputar oleh pully alternator, dan semakin besar putaran digunakan maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Hanya saja hasil yang diperoleh dari aki 45Ah ini yang diberi larutan elektrolit campuran air mineral dibandingkan dengan aki 35Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air suling lebih stabil. Karena aki 45Ah ketika mencapai putaran tinggi dan maka voltase yang dihasilkan menurun dari voltase awal.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada elektrolit dengan campuran air suling dan air mineral terhadap tegangan pada aki 35Ah dan 45Ah dengan pengukuran tegangan dalam kurun waktu 15 menit sampai 30 menit. Dari hasil yang didapat bahwa aki 35Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air suling waktu 15menit pertama mendapatkan tegangan 12.7 volt dimana tegangan ini merupakan tegangan ideal pada aki saat penuangan pertama. Kemudian setelah 30 menit tegangan aki bernilai 12.8 volt, kemudian setelah 45 menit tegangan aki mencapai 12.8, pada menit 60 sampai 90 menit aki stabil pada tegangan 12.8volt. Setelah itu dilakukan pengukuran kembali di waktu 105 menit sampai 120 menit tegangan aki naik menjadi 12.9 volt.

Sedangkan hasil yang diperoleh dari aki 45Ah yang diberi larutan elektrolit dengan campuran air mineral pada waktu 15 menit setelah penuangan pertama, diperoleh hasil pengukuran tegangan aki senilai 12.5 volt. Angka ini merupakan nilai yang cukup rendah untuk sebuah aki. Kemudian dilakukan pengukuran kembali pada kurun waktu 30 menit sampai 45 menit aki mendapatkan tegangan tetap yaitu 12.5volt. Setelah itu dilakukan pengukuran kembali pada waktu 60 menit sampai

120 menit tegangan aki naik mencapai 12.6volt. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Setelah mendapatkan perbedaan tegangan yang signifikan maka kedua aki layak dilakukan uji coba ke tahap selanjutnya.

Hal ini membuktikan bahwa untuk pengujian pertama elektrolit campuran air suling pada aki 35Ah mendapatkan nilai yang ideal untuk aki pada umumnya dibandingkan aki 45Ah yang diberi elektrolit campuran air mineral yang kadar konsentrasi acid keduanya sama yaitu 40%. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit.

1. Pengukuran tegangan kedua aki setelah recharge dalam kurun waktu 15 menit sampai 30 menit.

Dari hasil yang didapat setelah kedua aki di charge kembali selama 1 jam, kemudian dilakukan lagi pengukuran selama 15 sampai 120menit. Waktu 15 menit pertama aki 35Ah dengan elektrolit campuran air suling mendapatkan nilai yang sangat tinggi yaitu 13.6volt, kemudian saat 30 menit dilakukan pengukuran kembali tegangan aki turun menjadi 13.2volt, kemudian di waktu 45menit sampai 90menit aki stabil dengan nilai 13.1volt, kemudian di waktu 105menit sampai 120menit tegangan yang didapat yaitu 13volt.

Sedangkan pada aki 45Ah dengan campuran air mineral setelah di charge selama 1jam suhu aki lebih panas dibandingkan aki 35Ah. di waktu 15menit mendapatkan nilai 13volt, setelah itu dilakukan pengukuran kembali di waktu 30menit tegangan aki turun menjadi 12.9volt, kemudian pada waktu 45menit sampai 75menit tegangan aki turun kembali menjadi 12.8volt, setelah itu tegangan aki kembali turun setelah diukur kembali di waktu 105menit sampai 120menit menjadi 12.7volt.

Pada pengujian yang kedua aki 35Ah dengan campuran elektrolit air suling mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan aki 45Ah yang diberi air elektrolit campuran air mineral. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Kosasih, 2018) yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa charge pada aki dalam kurun waktu satu jam dengan kapasitas 5 ampere akan menambah nilai tegangan keluaran aki, hanya saja pemilihan larutan yang tepat akan berpengaruh terhadap pengisian dan nilai ideal pada aki tersebut. Terbukti bahwa tegangan yang dihasilkan cukup besar, saat dibiarkan dan diukur selama 2 jam tegangan aki menurun namun tetap stabil. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit.

2. Pengukuran Tegangan Aki 35Ah Pada Mobil 1200cc

Dari hasil yang didapat pada pengukuran aki 35Ah yang diberi air suling saat diaplikasikan ke mobil 1200 cc mendapatkan nilai yang stabil. Saat di starter pertama kali tegangan mencapai 10.2volt. Saat putaran 1000rpm tegangan aki mendapat pengisian dari mobil senilai 14,3volt. Saat mesin dimatikan kembali setelah running aki menyuplai tegangan ke mesin senilai 11volt, angka ini ternilai tinggi untuk nilai tegangan saat mesin start.

Kemudian saat mencapai putaran 1500rpm tegangan aki terisi 14.3volt sama seperti saat di putaran 1000 rpm. Kemudian mesin dimatikan kembali dan di start kembali aki menyuplai tegangan hingga 11 volt. Kemudian saat mencapai putaran 2000rpm tegangan aki bertambah menjadi 14.5volt. Mesin dimatikan dan dinyalakan kembali, aki men-supply tegangan lebih tinggi dari sebelumnya yaitu mencapai tegangan 14.5 volt. Kemudian saat mencapai putaran 3000rpm tegangan aki stabil terisi sebanyak 14.5 volt, Kemudian setelah di starter kembali aki men supply tegangan 11.2 volt. Hasil yang didapat sesuai dengan penelitian yang terdahulu oleh (Muhadrin et al., 2018) Perbandingan dari hasil keluaran dari output alternator secara jelas terlihat dalam putaran mesin, ketika putaran mesin bertambah dengan kelipatan 300 rpm.

Perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh alternator ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah putaran rotor yang diputar oleh pully alternator, dan semakin besar putaran digunakan maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Kosasih, 2018) yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan

data dilakukan dengan variasi putaran 1000rpm, 1500rpm, 2000rpm, 2500rpm, 3000rpm.

3. Pengukuran Tegangan Aki 45Ah Pada Mobil 1200cc

Dari hasil yang didapat dari grafik di halaman sebelumnya, Tegangan yang diperoleh aki 45Ah yang diberi elektrolit campuran air mineral saat diaplikasikan ke mobil bernilai lebih rendah dari aki satunya. Saat mesin pertama kali di start aki men supply tegangan 8.8volt dan saat starter awal terjadi jeda. Saat mencapai putaran 1000rpm aki mendapatkan tegangan bernilai 13.9 volt, kemudian mesin dimatikan kembali dan di start ulang. Aki men supply tegangan 9.8volt, nilai ini lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Setelah itu mesin di running kan sampai 1500rpm, tegangan yang didapat bernilai 14volt. Nilai ini dikategorikan cukup untuk pengisian pada aki. Kemudian mesin dimatikan dan di start kembali, aki men supply tegangan sebesar 10volt sama seperti sebelumnya, setelah itu mesin running hingga mencapai putaran 2000 rpm, aki mendapatkan tegangan sebesar 14 volt sama seperti sebelumnya. Mesin dimatikan dan dihidupkan kembali aki men supply tegangan sebesar 10volt. Setelah itu mesin running sampai putaran 2500 rpm tegangan aki mencapai 14volt seharusnya dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa aki terisi oleh alternator.

Kemudian mesin dimatikan dan dinyalakan kembali namun terjadi jeda lagi saat mesin di starter aki men supply tegangan 9.7 volt, nilai ini lebih rendah dibandingkan sebelumnya bahkan saat starter awal. Setelah itu mesin running sampai putaran 2500 rpm tegangan aki bernilai 14volt. Kemudian mesin dimatikan dan dinyalakan kembali aki men supply tegangan sebesar 9.7volt. Setelah itu mesin running sampai putaran 3000rpm aki mendapatkan pengisian 14 volt. Pada putaran ini suhu aki meningkat seperti saat di charge. Kemudian mesin dimatikan kembali. Perbandingan dari hasil keluaran dari output alternator secara jelas terlihat dalam putaran mesin, ketika putaran mesin bertambah dengan kelipatan 300 rpm. Perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh alternator ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah putaran rotor yang diputar oleh pully alternator, dan semakin besar putaran digunakan maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan.

Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [1] yang membandingkan variasi larutan elektrolit dengan kadar yang berbeda-beda khususnya pada kadar larutan variasi 35% menggunakan air suling. Hanya saja hasil yang

diperoleh dari aki 45Ah ini yang diberi larutan elektrolit campuran air mineral dibandingkan dengan aki 35Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air suling lebih stabil. Karena aki 45Ah ketika mencapai putaran tinggi dan maka voltase yang dihasilkan menurun dari voltase awal. Pengujian tegangan ini menggunakan volt meter digital dan pengambilan data dilakukan dengan variasi putaran 1000rpm, 1500rpm, 2000rpm, 2500rpm, 3000rpm.

Dari pembahasan yang sudah di dapat maka bisa dilihat bahwa aki 35Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air suling, lebih unggul dalam kualitas tegangan dibandingkan aki 45Ah yang diberi larutan elektrolit campuran air mineral. Setelah pengujian dilakukan dan data sudah didapat serta pengolahan data sudah proses, maka pada penelitian ini penulis dapat mengambil kesimpulan sesuai data yang telah diperoleh pada bab berikutnya.

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan pengujian perbandingan larutan elektrolit dengan campuran air suling dan air mineral terhadap tegangan pada aki 35Ah dan 45Ah, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan kedua aki mendapatkan perbandingan nilai yang cukup jauh. Elektrolit campuran air suling berpengaruh pada aki 35Ah dan tegangan semakin naik saat diukur selama 120 menit, sedangkan aki 45Ah yang diberi elektrolit campuran air mineral tegangan ideal nya (awal) terbilang rendah dan saat diukur selama 120 menit tegangan yang didapat hanya bertambah sedikit. Hal ini membuktikan larutan elektrolit dengan campuran air suling memberikan pengaruh lebih pada tegangan aki.
2. Tegangan kedua aki setelah recharge selama 1jam, aki 35Ah mendapatkan tegangan yang jauh lebih besar dibandingkan aki 45Ah yang diberi elektrolit campuran air mineral, hal ini membuktikan aki yang diberi air suling dapat menyimpan tegangan lebih baik.
3. Keluaran tegangan aki 35Ah lebih besar dengan variasi putaran rpm dibandingkan aki 45Ah yang diberi elektrolit air mineral terdapat penurunan tegangan saat akan di starter dan suhu aki semakin panas saat digunakan pada putaran 2500rpm sampai 3000rpm. Hal ini memungkinkan bahwa air mineral tidak

semestinya digunakan pada aki untuk jangka panjang.

4.2. Saran

Untuk mengoptimalkan tegangan keluaran pada aki ada beberapa saran yang penulis berikan, beberapa tindak lanjut yang dapat dilakukan antara lain:

1. Menguji tegangan aki pada saat beban yang ada pada mobil diaktifkan seperti lampu, AC dan komponen kelistrikan lainnya.
2. Menggunakan larutan yang sama dengan konsentrasi asam atau air murni yang bervariasi jika yang ingin diteliti adalah kadar berat jenis yang mempengaruhi tegangan keluaran aki.
3. Dalam melakukan penelitian pastikan area kerja bersih, karena jika terdapat kotoran seperti pasir atau lumpur masuk ke dalam sel aki maka akan mengganggu performa pada aki.

Daftar Rujukan

- [1] D. P. Kosasih, "Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit pada Accumulator Terhadap Arus dan Tegangan," *Mesa J. Fak. Tek. Univ. Subang*, vol. 2, no. 2, pp. 33–45, 2018.
- [2] Y. S. Ningsih, Gusnaedi, and Darvina Yenni, "Pengaruh Penambahan Aquadest Dan Air Accu (H 2 So 4 30%) Terhadap Arus Dan Tegangan Dari Sel Accu Dengan Menggunakan Air Singkong Karet (Manihot Glaziovii. M.a)," *Pillar Phys.*, vol. 1, no. April, pp. 105–112, 2014.
- [3] I. Paserangi and M. Yusuf Ali, "Pembuatan Cas Cepat Baterai Vrla (Valve Regulated Lead Acid) Pada Motor Listrik (Byvin) Teknik Mesin Unifa Quick Charging of Vrla (Valve Regulated Lead Acid) Battery on Electric Motor (Byvin) Teknik Mesin Unifa," *J. Apl. Tek. Dan Sains JATS*, vol. 4, no. 2, 2023.
- [4] M. Cahyadi, S. Meilufi, I. Saputra, and S. Saputra, "Pelatihan Perbaikan dan Perawatan Akumulator Aki Sepeda Motor bagi Masyarakat Setu Tangerang Selatan".
- [5] Unknown, "Nasrah Anjani's home: Makalah tentang Accumulator/Aki," Nasrah Anjani's home. Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <https://nasrahanjani.blogspot.com/2014/10/makalah-tentang-accumulator-aki.html>
- [6] I. Setiono, J. P. Sudarto, and T. Semarang, "Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya," *Metana*, vol. 11, no. 01, pp. 31–36, 2015.
- [7] Syahman Samhan Muhammad, *Teknologi Baterai*. issue, 2018.
- [8] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, "Pemanfaatan Air Rendaman Sabut Buah Siwalan sebagai Energi Terbarukan Pengganti Air Zuur," *J. GEEJ*, vol. 7, no. 2, pp. 5–15, 2020.
- [9] M. Ginting and S. Jurusan Fisika, "Penentuan Besar Energi Listrik Aki Dengan Memvariasikan Jumlah Air Suling (H 2 O) Dan Asam Sulfat (H 2 So 4)," *Jom Fmipa*, vol. 1, no. 2, p. 199, 2014.
- [10] V. Musli, "Analisis Kesesuaian Parameter Kualitas Air Minum dalam Kemasan yang Dijual di Kota ambon dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) kualitas air minum dalam kemasan di kota Ambon ; mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air minum dalam kemasan," vol. 10, no. 1, 2016.
- [11] W. Wayan, A. W. I. Putu, and W. I. Gede, "(*3) *1,2,3)," vol. 3, pp. 94–102, 2021.
- [12] E. P. Suwanto, *Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Berbasis Smart Charging Dengan Metode Pengisian Arus Konstan*, no. July. 2016.
- [13] J. Haryanto and W. B. Dwandaru, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit H2SO4 terhadap Tegangan dan Arus Keluaran Aki Kering Bekas Setelah Ditambah Larutan Nanopartikel Perak," skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, 2018. Accessed: Dec. 24, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.uny.ac.id/56285/>
- [14] E. Tarigan and A. Sebayang, "Pengaruh diameter pulley terhadap tegangan pengisian baterai pada engine stand 1500 CC," *Pros. Konf. Nas. Soc. ...*, pp. 675–683, 2021.
- [15] Muhadrin, Kadir, and M. Hasbi, "Pengaruh Variasi Diameter Pully Altenator Konvensional Terhadap Pengisian Pada Toyota Kijang 5K," *J. ENTHALPY*, vol. 2, no. 2, pp. 30–36, 2018.
- [16] S. E. E. Profile, "Analisa Daya Alternator Terhadap Beban Pemakaian Kelistrikan Pada Mesin Kijang 4K the Alternator Power Analysis To the Electricity Usage Charges on Kijang 4K Engine Analisa Daya Alternator Terhadap Beban Pemakaian Kelistrikan Pada Mesin Kijang 4K the Alte," no. October, 2020.