

ANALISA COVER SUB ASSY BATTERY UNTUK KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT

Rizky Satrio Putra

Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, Jakarta

Email: rizkysp13@gmail.com

Abstrak - Baterai atau aki, atau bisa juga *accu* adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya. Didalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangan didalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan didalam masing masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit.

Kata kunci: sel listrik, elektrokimia, elektrokimia reversibel, elektroda

Abstract - Batteries or accumulators, or it could be *accu* is a power cell where it takes place in a reversible electrochemical process (it can turn over) with a high efficiency. An electrochemical reversible process is inside the battery can last the process of conversion of chemical into electrical power (emptying), and otherwise of electric power into energy chemistry, re-charging by the regeneration of the electrodes used, namely by passing electric in the direction (polarity) opposite in the cell. Or in a car battery is used to store electrical energy in the form of chemical energy, which will be used to supply (supply) system to the electric starter, ignition system, lights and other electrical components. Inside the car battery contained sulfuric acid electrolyte, the positive and negative electrodes in the shape of the plate. Plates are made of tin or tin comes from. Therefore batteries of this type are often called lead batteries, inside the room is divided into several cells (usually 6 cell, for car batteries) and within each cell there are some elements that are submerged in electrolyte.

Keywords: electro cell, elektrokimia, elektrokimia reversibel, elektroda

I. Pendahuluan

Mobil adalah kendaraan darat yang digerakkan oleh tenaga mesin, beroda empat atau lebih (selalu genap), biasanya menggunakan bahan bakar minyak (bensin atau solar) untuk menghidupkan mesinnya. di dalam mobil terdapat banyak komponen - komponen penting, diantaranya *engine*, *accu*, *transmisi*, *ax/lee* dan komponen-komponen lainnya sebagai pendukung. Adapun energi di dalam mobil yaitu, mekanik, kinetik, listrik & kimia. *System* di dalam mobil terdiri dari, pembakaran, pendinginan dan sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan merupakan suatu rangkaian yang secara sistematis menghubungkan satu komponen dengan komponen lain dengan

menggunakan arus listrik. Setiap komponen mempunyai cara kerja dan fungsi yang berbeda tetapi mempunyai tujuan untuk mendukung *system* secara keseluruhan. Untuk mendukung sistem kelistrikan dibutuhkan sumber listrik, yang diperoleh dari baterai.

Baterai atau aki, atau bisa juga *accu* adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian

kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen komponen kelistrikan lainnya.

Umur baterai dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Suhu yang ekstrim sangat mempengaruhi umur baterai, karena dapat merusak sel-sel pada baterai.

2. LANDASAN TEORI

Baterai atau aki, atau bisa juga *accu* adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat dibalikkan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen komponen kelistrikan lainnya.

Didalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat plat tersebut dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangannya didalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan didalam masing masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit

Pada mobil banyak terdapat komponen-komponen kelistrikan yang digerakkan oleh tenaga listrik. Diwaktu mesin mobil hidup komponen kelistrikan tersebut dapat digerakkan oleh tenaga listrik yang berasal dari alternator dan baterai (aki), akan tetapi pada saat mesin mobil sudah mati, tenaga listrik yang berasal dari alternator sudah tidak digunakan lagi, dan hanya berasal dari baterai saja. Contoh bentuk pemakaian energi listrik saat mesin mobil dalam kondisi *off* (mati) adalah pada lampu parkir, lampu ruangan, indikator

pada ruangan kemudi, peralatan audio (tape recorder), peralatan pengaman dan lain-lain.

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan ampere jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 ampere, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 ampere. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Besarnya kapasitas baterai sangat ditentukan oleh luas permukaan plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dengan bertambahnya luas plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai maka kapasitas baterai juga akan bertambah

Sedangkan tegangan *accu* ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt. Biasanya setiap sel baterai ditandai dengan adanya satu lubang pada kotak *accu* bagian atas untuk mengisi elektrolit aki.

3. METODOLOGI PENELITIAN

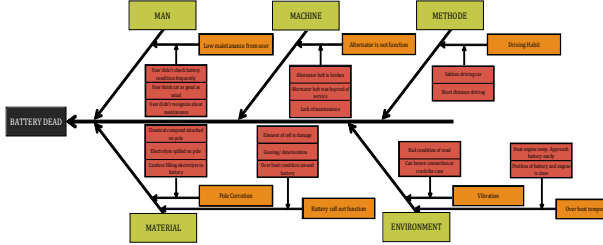
3.1. Metodologi Penelitian

Dalam bagian ini dikemukakan antara lain populasi, sampel dan cara pemilihannya, ukuran sampel, variabel dan instrumen yang akan digunakan. Jika menggunakan data sekunder atau primer yang dikumpulkan oleh peneliti lain atau lembaga tertentu, hal-hal tersebut juga dikemukakan banyak sekali metode yang digunakan, berdasar pengalaman sering digunakan metode analitis statistika, yang merupakan perhitungan-perhitungan matematis untuk melihat kecenderungan suatu obyek penelitian. Ditinjau dari variabel yang diteliti dapat juga digunakan metode analisis multivariat yang menghubungkan-hubungkan proses antara berbagai variabel

Untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan pada kendaraan, penulis

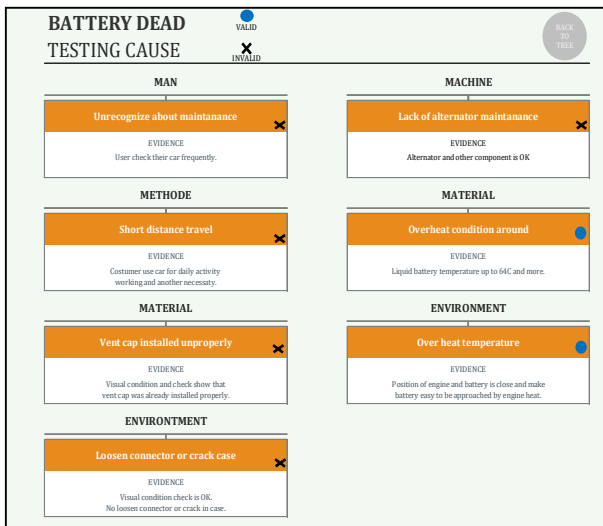
mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam pembahasan analisa problem kendaraan tidak dapat distater. Untuk mengetahui akar permasalahan ini penulis menggunakan metode *Fish Bone*.

3.2. Fish Bone



Gambar 3.1 Fish Bone

3.3. Testing Methode



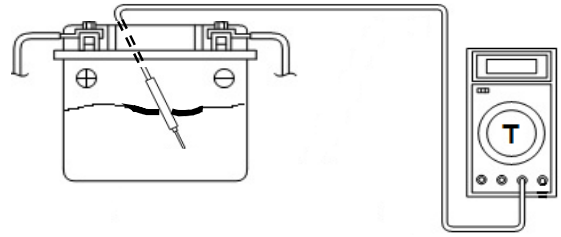
4. DATA & ANALISA

4.1. Pengambilan data *Testing Methode*

Tahap pengambilan data diperoleh dari pengamatan mengenai temperatur lingkungan, temperatur battery dengan *Cover S/A Battery current* & temperatur battery dengan *Cover S/A Battery improve*.

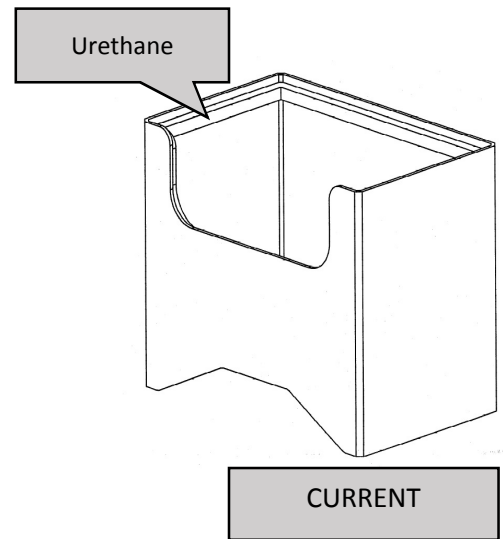


Gambar 4.1 Termometer



Gambar 4.2 Simulasi pengambilan data

Alat ukur yang digunakan untuk mengambil temperatur adalah termometer. Termometer dimasukkan kedalam baterai melalui celah kecil untuk mengukur temperatur baterai dan untuk mengukur temperatur lingkungan termometer ditempelkan pada tiang penyangga baterai. Kemudian data yang terkumpul nantinya akan dijadikan landasan untuk menentukan *Cover S/A Battery baru*. Sehingga dapat diperoleh penyelesaian pada permasalahan ini yaitu menentukan *Cover S/A Battery* yang dapat mengurangi transfer panas dari lingkungan ke battery. Adapun data yang telah diambil yaitu temperatur battery dengan menggunakan *Cover S/A Battery current* dan temperatur lingkungan sebagai berikut.



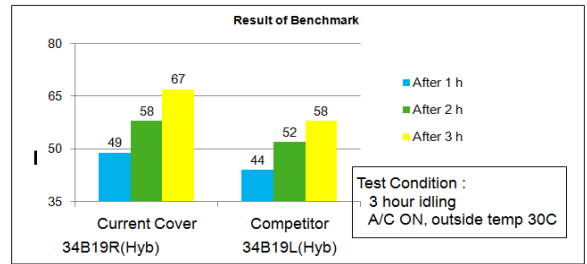
Gambar 4.3 Cover S/A Battery current

Condition: AC ON.
 : Outside temp. 28 -31 C
 : Time 180 minutes
 : Idle up to 980 rpm
 : 11.00 ~ 14.00 WIB
 : Tanjung Priuk area

Gambar 4.4 Condition Trial

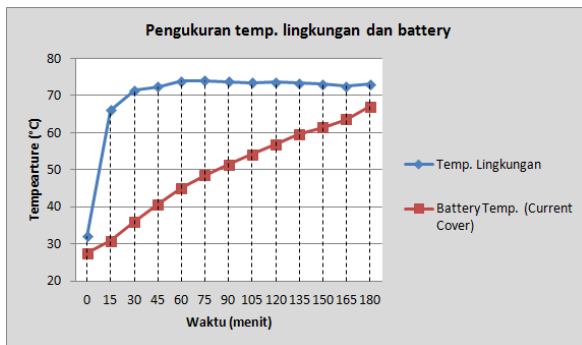
Tabel 4.1 Pengukuran Temp. Lingkungan dan battery

Waktu (Menit)	Temp. Lingkungan °C	Battery Temp. (current cover)°C
0	32	27.5
15	66	30.8
30	71.3	36
45	72.3	40.7
60	73.8	45
75	74	48.4
90	73.7	51.4
105	73.4	54.1
120	73.6	56.8
135	73.2	59.5
150	73	61.4
165	72.5	63.5
180	73	67

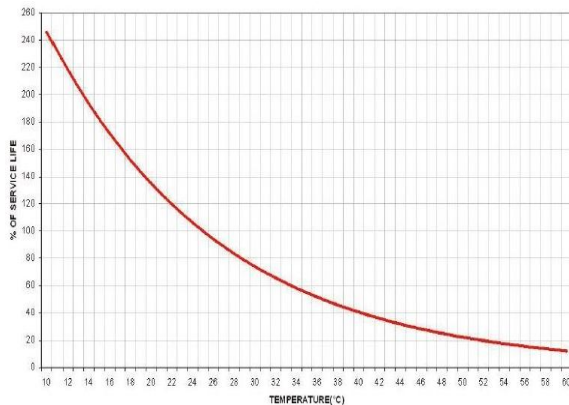


Tabel 4.2 Trial menentukan Cover S/A Battery

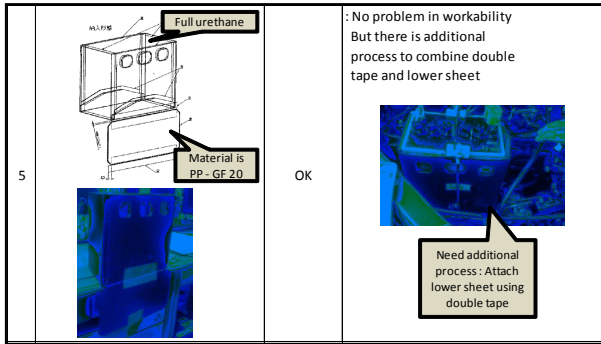
No.	Sample	Workability	Reason
1		NG	: Cover battery didn't fit to carrier Cover battery can't down and come inside carrier because of dimension of cover didn't match with carrier.
2		NG	: Operator hard to install cover, need two hands and additional lead time to make sure cover battery touch and come inside carrier.
3		NG	: No problem in workability But lower sheet is PP Lower sheet possible to Creep
4		NG	: Cover battery couldn't come inside carrier battery. same with sample 2 Cover couldn't come inside carrier



Hubungan antara Temp. Dengan Life time Battery



Dari data-data yang diambil dapat diperkirakan bahwa Cover S/A Battery current tidak effective. Setelah pengetesan selama tiga jam temperatur liquid battery meningkat sampai 67°C. Countermeasure untuk masalah ini ialah dengan memodifikasi Cover S/A Battery. Dengan design baru diharapkan dapat menyamai atau lebih baik dari Cover S/A Battery competitor yaitu 58°C.



Dari lima sampel diatas bisa ditentukan yang mana yang akan digunakan untuk *Cover S/A Battery*, yaitu sampel nomer lima.

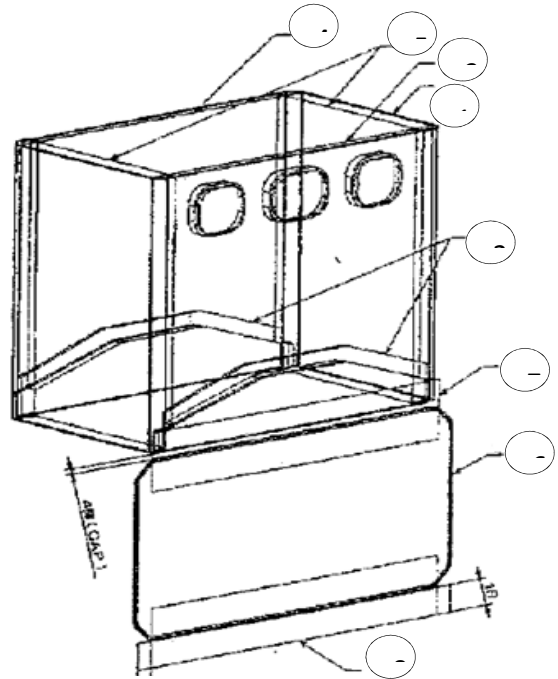
Lalu menentukan isolator dengan menggunakan berbagai macam bahan isolator sebagai bahan trial, berikut enam bahan yang digunakan dalam trial

Tabel 4.3 Thermal Conductivity isolator

No.	Nama	Gambar	Thermal Conductivity k W/(m K)
1	Cotton Wool insulation		0.029
2	Fiber insulating board		0.048
3	Foam Glass		0.045
4	Plastics, foamed		0.03
5	Styrofoam		0.033
6	Urethane foam		0.021

Sumber : ASHRAE Fundamentals Hanbook (SI Edition), 1997

Keenam isolator diatas lalu diinstall pada design baru, kemudian trial kembali dengan metode dan kondisi yang sama seperti trial awal dengan menggunakan current cover S/A battery.



No.	Nama	Material
1	Cover	Polypropylene (PP)
2	Cover ext	Polypropylene (PP)
3	Insulator	-
4	Insulator	-
5	Insulator	-
6	Lower Sheet	PP GF-20
7	Tape	Tape
8	Tape	Tape

Gambar 4.5 Cover S/A Battery improve

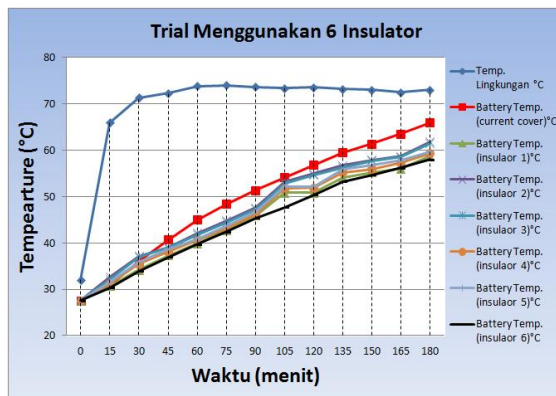
Tabel 4.4 Thermal Conductivity cover

No.	Nama	Gambar	Thermal Conductivity k W/(m K)
1	Polypropylene (PP)		0.249
2	PP GF-20		0.442

Sumber : ASHRAE Fundamentals Hanbook (SI Edition), 1997

Tabel 4.5 Trial menggunakan 6 insulator

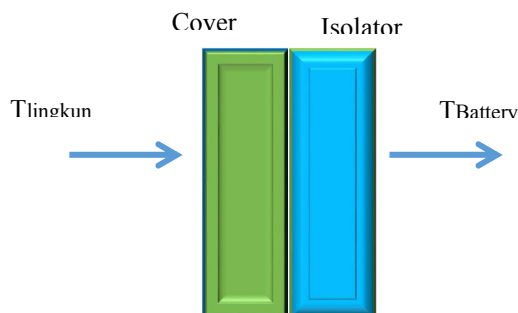
Waktu (Menit)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Temp. Lingkungan °C	32	66	71.3	72.3	73.8	74	73.7	73.4	73.6	73.2	73	72.5	73
Battery Temp. (current cover) °C	27.5	30.8	36	40.7	45	48.4	51.4	54.1	56.8	59.5	61.4	63.5	66
Battery Temp. (insulaor 1) °C	27.5	30.7	34.2	37.3	39.9	42.8	45.9	50.8	50.8	54.1	55.2	56	58.7
Battery Temp. (insulaor 2) °C	27.5	32.6	37.1	39.1	42.1	44.8	47.6	53.2	54.9	56.7	57.9	58.7	61.8
Battery Temp. (insulaor 3) °C	27.5	32.1	36.9	39	41.8	44.5	47.3	52.9	54.7	56.3	57.7	58.5	61.5
Battery Temp. (insulaor 4) °C	27.5	31.2	35.4	38.1	40.6	43.1	46.3	51.7	51.9	55.2	55.9	57.3	59.3
Battery Temp. (insulaor 5) °C	27.5	31.5	35.9	38.7	40.8	43.7	46.7	52.1	52.2	55.8	56.7	57.8	59.6
Battery Temp. (insulaor 6) °C	27.5	30.3	33.9	36.9	39.7	42.4	45.4	47.7	50.4	53.2	54.7	56.2	58



Dari tabel dan grafik diatas dapat dilihat temperatur yang tercapai dari masing-masing insulator yang digunakan setiap 15 menit sekali selama 3 jam.

4.2. Analisa

Dengan data-data tersebut dapat dicari *heat transfer* dari masing-masing *cover battery*. Perhitungan di bawah ini menggunakan data temperatur dimenit ke 180, dengan rincian sebagai berikut :



$$Q = \frac{(Tl - Tb)}{\left(\frac{\Delta\mu PP}{kPP \cdot A} + \frac{\Delta\mu i1}{ki1 \cdot A}\right)}$$

$$Q = \frac{1}{A} \left(\frac{\Delta\mu PP}{kPP} + \frac{\Delta\mu i1}{ki1}\right)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(Tl - Tb)}{\left(\frac{\Delta\mu PP}{kPP} + \frac{\Delta\mu i1}{ki1}\right)}$$

1. Perhitungan *heat transfer* dengan menggunakan improve *Cover S/A Battery insulator 1*

Tlingkungan = 73°C
 = 346K
 Tbattery = 58.7°C
 = 331.7K

$\Delta T = Tl - Tb$
 = 346K - 331.7K
 = 14.3K

$\Delta\mu PP = 0.0025 \text{ m}$
 $kPP = 0.249 \text{ W/(m.K)}$
 $\Delta\mu i1 = 0.006 \text{ m}$
 $ki1 = 0.029 \text{ W/(m.K)}$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(Tl - Tb)}{\left(\frac{\Delta\mu PP}{kPP} + \frac{\Delta\mu i1}{ki1}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 331.7K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.029 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(14.3K)}{(0.01m^2 \cdot K/W + 0.21m^2 \cdot K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(14.3K)}{(0.22m^2 \cdot K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = 65 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = 0.065 \text{ kW/m}^2$$

2. Perhitungan *heat transfer* dengan menggunakan improve *Cover S/A Battery insulator 2*

Tlingkungan = 73°C
 = 346K
 Tbattery = 61.8°C
 = 334.8K

$\Delta T = Tl - Tb$
 = 346K - 334.8K
 = 11.2K

$\Delta\mu PP = 0.0025 \text{ m}$
 $kPP = 0.249 \text{ W/(m.K)}$
 $\Delta\mu i2 = 0.006 \text{ m}$
 $ki2 = 0.048 \text{ W/(m.K)}$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(Tl - Tb)}{\left(\frac{\Delta\mu PP}{kPP} + \frac{\Delta\mu i1}{ki1}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 334.8K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.048 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(11.2K)}{(0.01m^2.K/W + 0.125m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(11.2K)}{(0.135m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = 82.96 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = \mathbf{0.083 \text{ kW/m}^2}$$

3. Perhitungan heat transfer dengan menggunakan improve Cover S/A Battery insulator 3

$$\begin{aligned} T_{\text{lingkungan}} &= 73^\circ\text{C} \\ &= 346\text{K} \\ T_{\text{battery}} &= 61.5^\circ\text{C} \\ &= 334.5\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_I - T_b \\ &= 346\text{K} - 334.5\text{K} \\ &= 11.5\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta\mu_{PP} &= 0.0025 \text{ m} \\ k_{PP} &= 0.249 \text{ W/(m.K)} \\ \Delta\mu_{i3} &= 0.006 \text{ m} \\ k_{i3} &= 0.045 \text{ W/(m.K)} \end{aligned}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(T_I - T_b)}{\left(\frac{\Delta\mu_{PP}}{k_{PP}} + \frac{\Delta\mu_{i3}}{k_{i3}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 334.5K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.045 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(11.5K)}{(0.01m^2.K/W + 0.13m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(11.5K)}{(0.14m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = 82.14 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = \mathbf{0.082 \text{ kW/m}^2}$$

4. Perhitungan heat transfer dengan menggunakan improve Cover S/A Battery insulator 4

$$\begin{aligned} T_{\text{lingkungan}} &= 73^\circ\text{C} \\ &= 346\text{K} \\ T_{\text{battery}} &= 59.3^\circ\text{C} \\ &= 332.3\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_I - T_b \\ &= 346\text{K} - 332.3\text{K} \\ &= 13.7\text{K} \end{aligned}$$

$$\Delta\mu_{PP} = 0.0025 \text{ m}$$

$$k_{PP} = 0.249 \text{ W/(m.K)}$$

$$\Delta\mu_{i4} = 0.006 \text{ m}$$

$$k_{i4} = 0.03 \text{ W/(m.K)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(T_I - T_b)}{\left(\frac{\Delta\mu_{PP}}{k_{PP}} + \frac{\Delta\mu_{i4}}{k_{i4}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 332.3K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.03 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(13.7K)}{(0.01m^2.K/W + 0.2m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(13.7K)}{(0.21m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = 65.24 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = \mathbf{0.065 \text{ kW/m}^2}$$

5. Perhitungan heat transfer dengan menggunakan improve Cover S/A Battery insulator 5

$$\begin{aligned} T_{\text{lingkungan}} &= 73^\circ\text{C} \\ &= 346\text{K} \\ T_{\text{battery}} &= 59.6^\circ\text{C} \\ &= 332.6\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_I - T_b \\ &= 346\text{K} - 332.6\text{K} \\ &= 13.4\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta\mu_{PP} &= 0.0025 \text{ m} \\ k_{PP} &= 0.249 \text{ W/(m.K)} \\ \Delta\mu_{i6} &= 0.006 \text{ m} \\ k_{i6} &= 0.033 \text{ W/(m.K)} \end{aligned}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(T_I - T_b)}{\left(\frac{\Delta\mu_{PP}}{k_{PP}} + \frac{\Delta\mu_{i4}}{k_{i4}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 332.6K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.033 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(13.4K)}{(0.01m^2.K/W + 0.18m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(13.4K)}{(0.19m^2.K/W)}$$

$$\frac{Q}{A} = 70.53 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = \mathbf{0.070 \text{ kW/m}^2}$$

6. Perhitungan heat transfer dengan menggunakan improve Cover S/A Battery insulator 6

Tlingkungan = 73°C
= 346K

Tbattery = 58°C
= 331K

$\Delta T = T_l - T_b$
= 346K – 331K
= 15K

$\Delta\mu_{PP} = 0.0025 \text{ m}$

$k_{PP} = 0.249 \text{ W/(m.K)}$

$\Delta\mu_i6 = 0.006 \text{ m}$

$k_i6 = 0.021 \text{ W/(m.K)}$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(T_l - T_b)}{\left(\frac{\Delta\mu_{PP}}{k_{PP}} + \frac{\Delta\mu_i4}{k_i4}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(346K - 331K)}{\left(\frac{0.0025 \text{ m}}{0.249 \text{ W/(m.K)}} + \frac{0.006 \text{ m}}{0.021 \text{ W/(m.K)}}\right)}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(15K)}{(0.01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} + 0.28 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W})}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{(15K)}{(0.29 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W})}$$

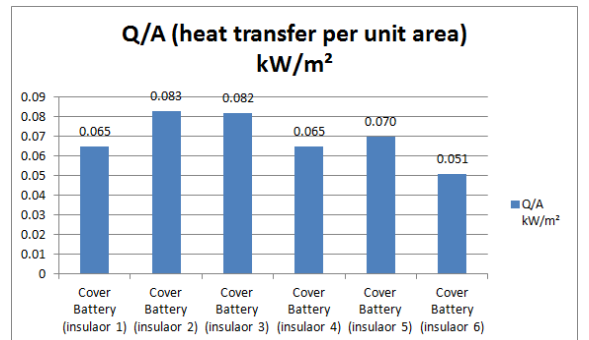
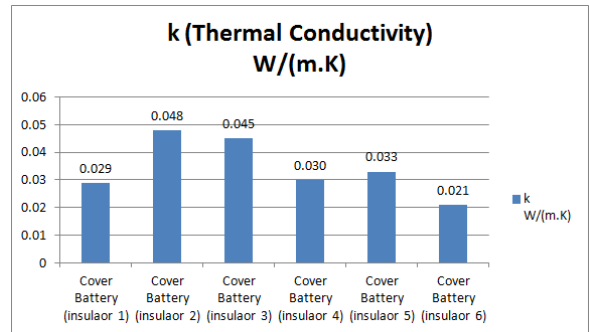
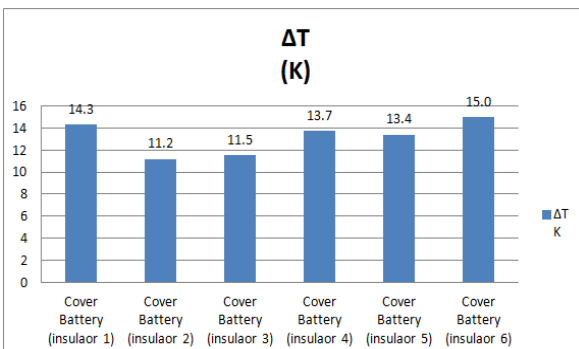
$$\frac{Q}{A} = 51.72 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{Q}{A} = 0.051 \text{ kW/m}^2$$

Dari data dan perhitungan dapat kita kumpulkan dalam sebuah tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan

	ΔT K	$\Delta\mu$ m	k W/(m.K)	Q/A kW/m ²
Cover Battery (insulaor 1)	14.3	0.006	0.029	0.065
Cover Battery (insulaor 2)	11.2	0.006	0.048	0.083
Cover Battery (insulaor 3)	11.5	0.006	0.045	0.082
Cover Battery (insulaor 4)	13.7	0.006	0.030	0.065
Cover Battery (insulaor 5)	13.4	0.006	0.033	0.070
Cover Battery (insulaor 6)	15.0	0.006	0.021	0.051



5. KESIMPULAN

Dari serangkaian trial dan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan menentukan Cover S/A Battery sebagai berikut:

1. Dalam menentukan Cover S/A Battery yang akan digunakan maka harus diketahui konduktivitas termal, tebal dinding, temperatur battery, temperatur lingkungan dan heat transfer per unit area.
2. Pemilihan Cover S/A Battery berdasarkan temperatur battery yang paling rendah dan heat transfer per unit area paling rendah. Adapun selisih antara temperatur lingkungan dengan temperatur baterai yaitu 15°C dan heat transfer per meter persegi yang paling rendah yaitu 0.051 kW/m².
3. Dari Pemilihan Cover S/A Battery ini didapat penambahan design pada cover bawah dan cover samping.
4. Adapun penambahan insulator pada cover samping dengan insulator urethane foam.

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE Fundamentals Hanbook (SI Edition), 1997.

D Althouse, Andrew; H Turnquist, Carl; F Bracciano, Alford; "Modern Refrigeration and Air Conditioning",

The Goodheart Wilcox Company, South Holland, 1982

<http://www.solar-electric.com/deep-cycle-battery-faq.html>

<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=cb2de59622bd4853934356bf44f61d45&ckck=1>