

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Komposisi Ethylene Glycol dan Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air jenis aquadest, dimana air tersebut adalah air yang telah dimurnikan sehingga lebih aman dari bakteri dibandingkan dengan air biasa pada umumnya. Pada pengujian pendinginan baterai lithium ion dengan menggunakan fluida air dan ethylene glycol, perbandingan komposisi air dan ethylene yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan air dan ethylene glycol

No.	Air	Ethylene Glycol
1	60%	40%
2	40%	60%

Variasi perbandingan yang digunakan pada tabel tersebut bertujuan untuk mengetahui campuran konsentrasi terbaik yang dapat digunakan sebagai pendinginan baterai. Berdasarkan riset penelitian yang dilakukan oleh Ery Diniary, dijelaskan bahwa campuran Air dan Ethylene Glycol (60:40) mampu mengurangi panas yang paling tinggi yaitu sebesar 29,2%, sedangkan untuk campuran (40:60) hanya mengalami kenaikan sebesar 32,1%. Sehingga berdasarkan riset tersebut, yang paling bagus untuk digunakan sebagai pendingin yaitu perbandingan (40 :60).

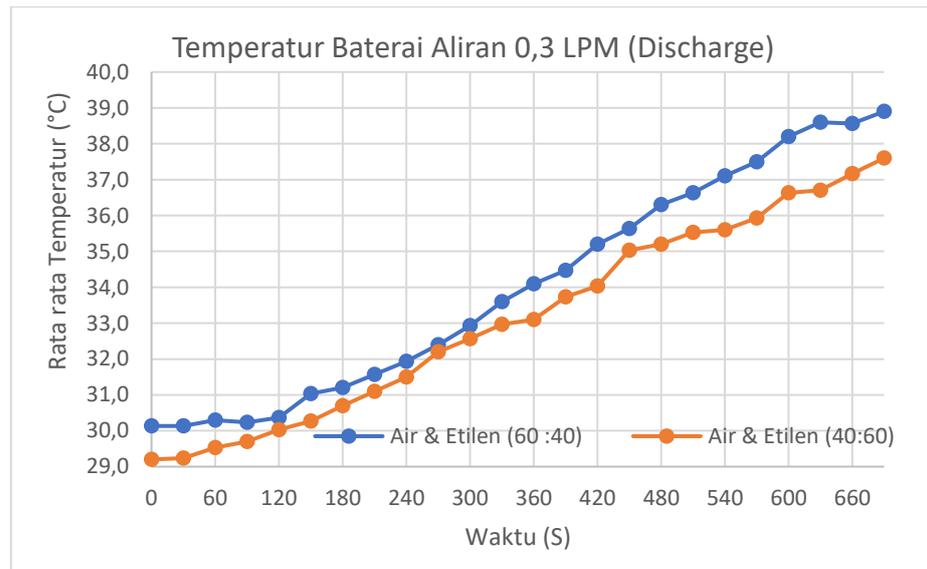
4.2 Efektivitas Thermal Air dan *Ethylene Glycol*

Pengujian air dan *ethylene glycol* ini diukur dengan menggunakan satu alat ukur yaitu *thermograf* jenis flir. Pada pengujian ini, fluida yang digunakan juga divariasikan yaitu air dan *ethylene glycol* dengan perbandingan (60:40) & (40:60). Setiap konsentrasi fluida menggunakan variasi laju aliran massa yang sama yaitu 0,3 Lpm, 0,6 Lpm, dan 0,9 Lpm. Pada laju aliran 0,3 Lpm terdapat

dua fase yang harus diukur yaitu pada saat *charge* dan *discharge*. Adapun hasil pengujian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

4.2.1 Laju Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*)

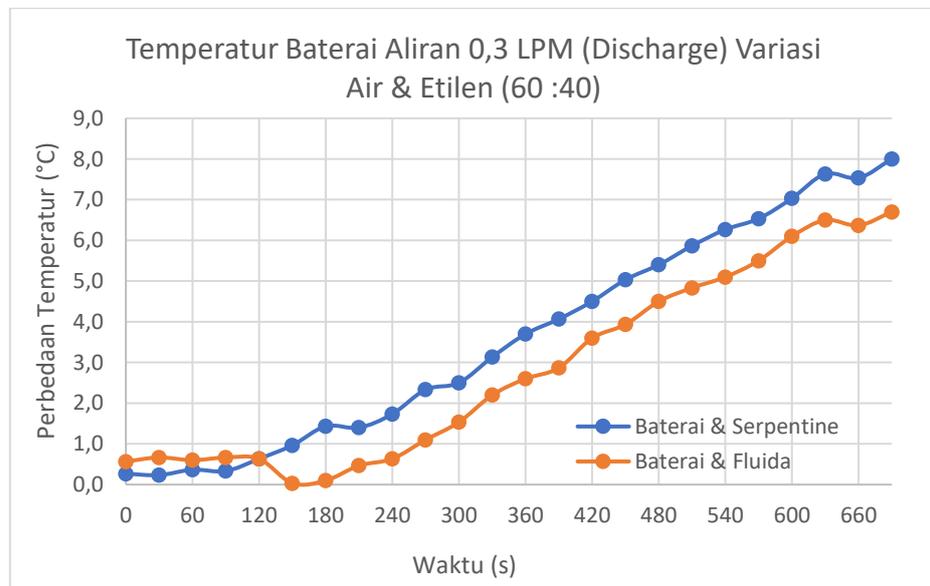
Pada aliran 0,3 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.1 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu 30,1°C dan temperatur tertinggi sebesar 38,9°C. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 29,2°C dan

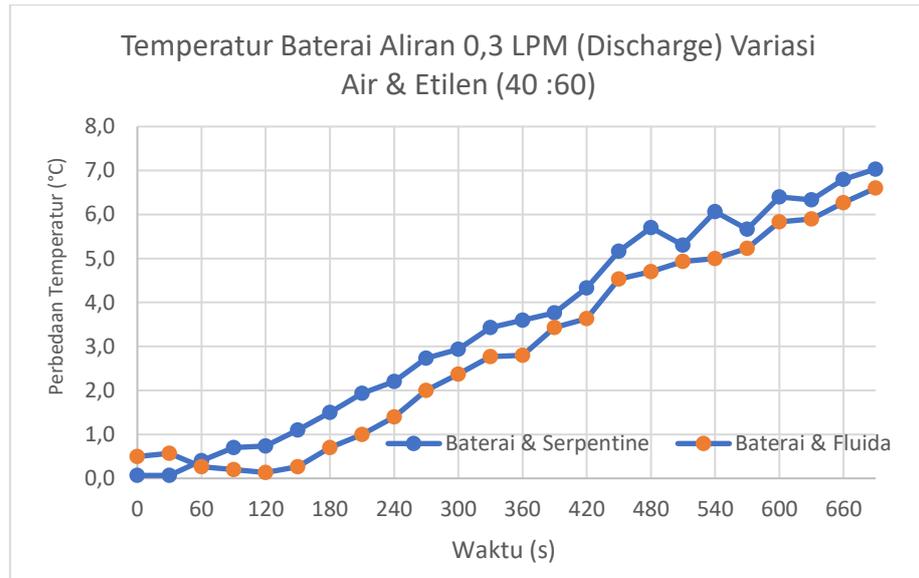
temperatur tertinggi sebesar $37,6^{\circ}\text{C}$. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Pengujian sampai detik ke-450 kedua konsentrasi larutan tersebut mempunyai perbedaan temperatur yang tidak begitu besar dimana dalam waktu tersebut perbedaan temperatur maksimalnya sebesar 1°C . Namun pada pengujian detik ke- 480 sampai selesai perbedaan temperatur dari kedua konsentrasi tersebut semakin meningkat dan mempunyai perbedaan temperatur maksimal sebesar $1,9^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.2 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

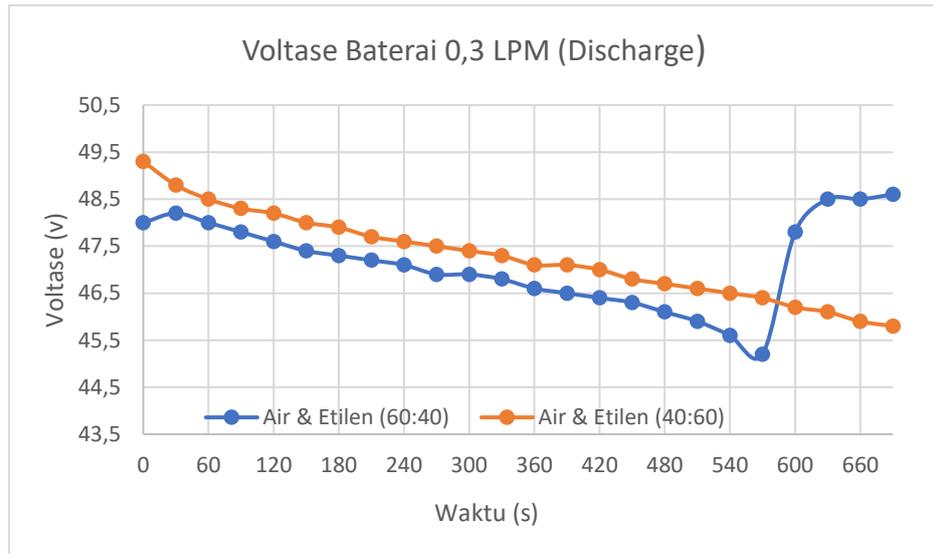
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.2 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Dalam 120 detik pertama baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan serpentine dan

mempunyai perbedaan temperatur yang kecil. Akan tetapi di detik 150 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian dan memiliki temperatur tertinggi sebesar 8°C. Sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 6,7°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.3 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.3 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Dalam 30 detik pertama baterai dengan serpentine mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan fluida. Akan tetapi di detik 60 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan temperatur dan memiliki temperatur maksimal sebesar 7°C, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 6,6°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



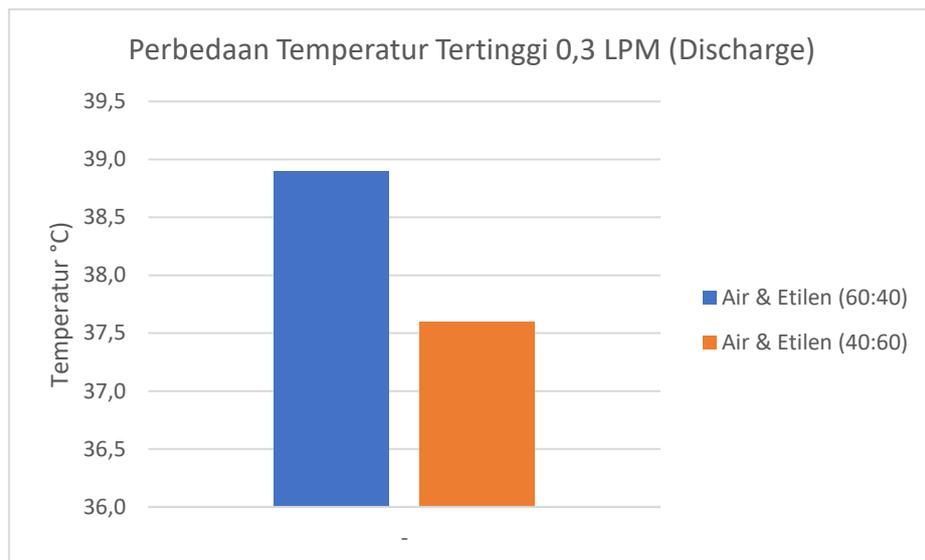
Gambar 4.4 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Didapatkan voltase yang mengalami penurunan voltase sampai dengan detik 570. Namun pada detik 600 voltase dari baterai tersebut mengalami kenaikan yang sangat signifikan sampai dengan 47,8V. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada detik ke 570, beban yang digunakan sudah mati ,sehingga voltase dari baterai tersebut menjadi naik kembali. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami penurunan temperatur sampai dengan detik 690. Pada waktu tersebut voltase baterai mempunyai voltase minimal sebesar 45,8V.

Tabel 4.2 Internal (R) Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*)

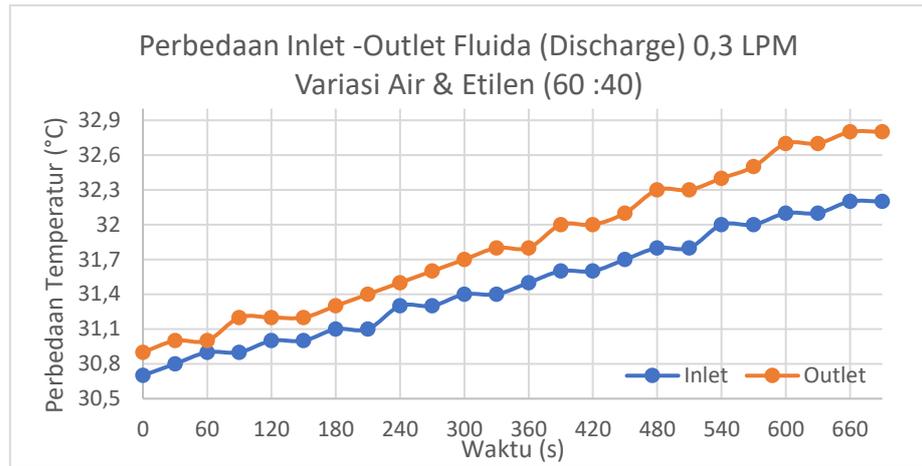
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 10-12	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 11-13	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm

Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*, dimana tabel tersebut menunjukan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan konstan pada baterai 1-6 sebesar 72,72 Ohm, kemudian pada baterai 7-13 mengalami kenaikan yang tidak signifikan menjadi sebesar 75,75 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan konstan pada baterai 1-13 sebesar 79,05 Ohm.



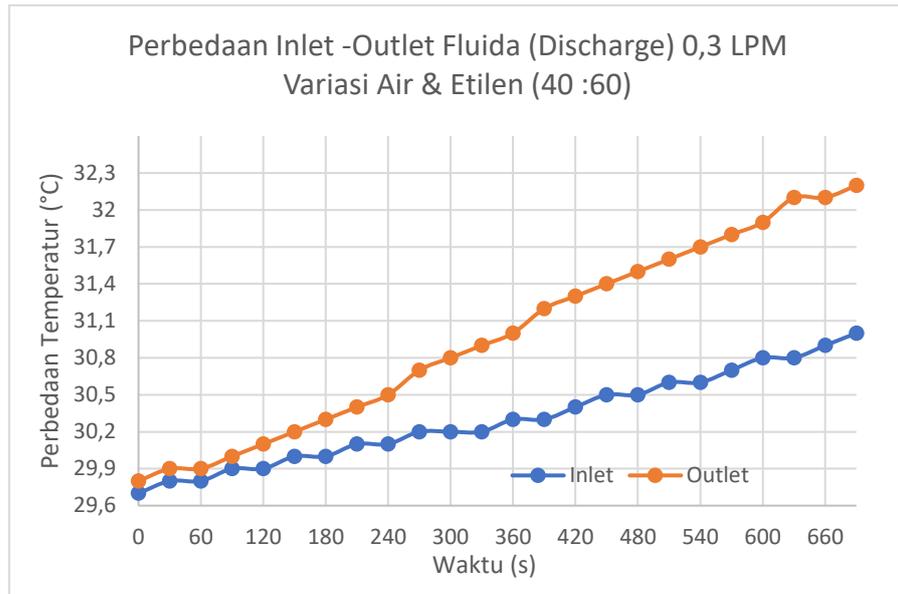
Gambar 4.5 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,3 Lpm
(Discharge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 38,9°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 37,6°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 1,3°C. Dapat disimpulkan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60).



Gambar 4.6 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.6 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 30,7°C dan temperatur tertinggi sebesar 32,2°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 30,9°C dan temperatur tertinggi sebesar 32,8°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur outlet dari fluida memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur inlet dari fluida tersebut.

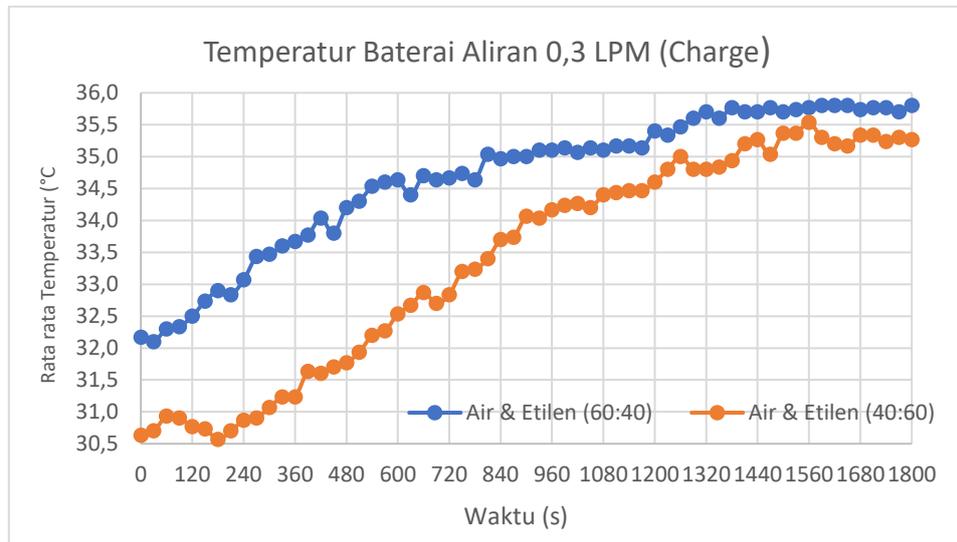


Gambar 4.7 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

Pada gambar 4.7 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 29,7°C dan temperatur tertinggi sebesar 31°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 29,8°C dan temperatur tertinggi sebesar 32,2°C. Perbedaan temperatur dari kedua fluida tersebut mengalami kenaikan, dimana semakin berjalannya waktu maka perbedaan temperaturnya akan semakin tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur outlet dari fluida memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur inlet dari fluida tersebut.

4.2.2 Laju Aliran 0,3 Lpm (*Charge*)

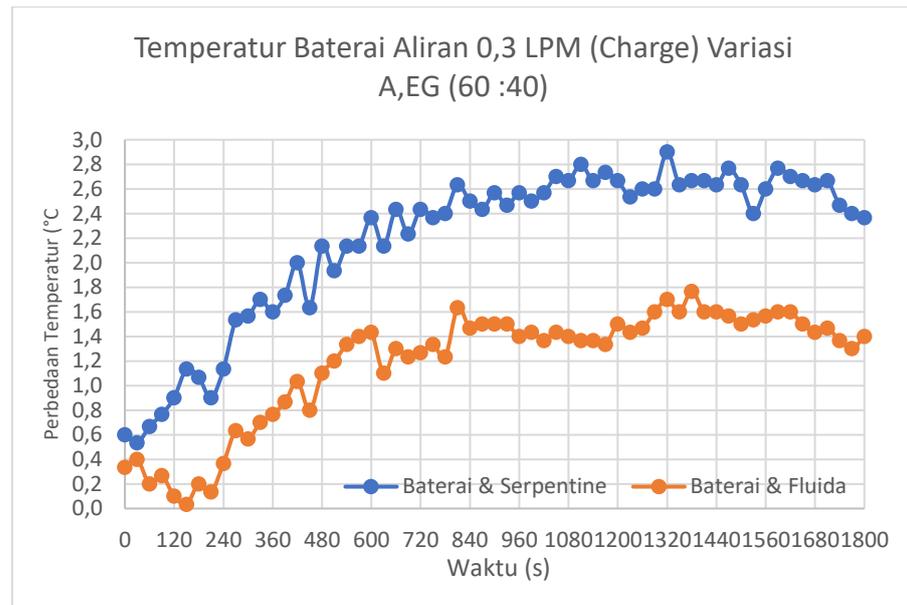
Pada aliran 0,3 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.8 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *Charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 1800 detik sampai baterai penuh. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu 32,2°C dan temperatur tertinggi sebesar 35,8°C. Dalam kurun waktu tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 30,6°C dan temperatur tertinggi sebesar 35,6°C. Baterai memiliki kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Hasil kedua pengujian

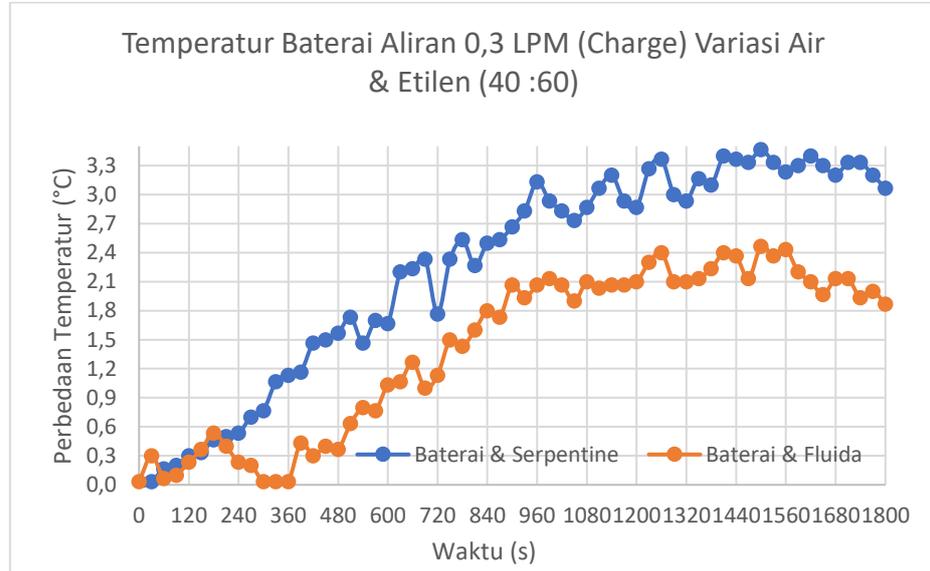
tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa seiring berjalannya waktu maka perbedaan kedua konsentrasi tersebut akan semakin kecil sampai dengan akhir pengujian.



Gambar 4.9 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

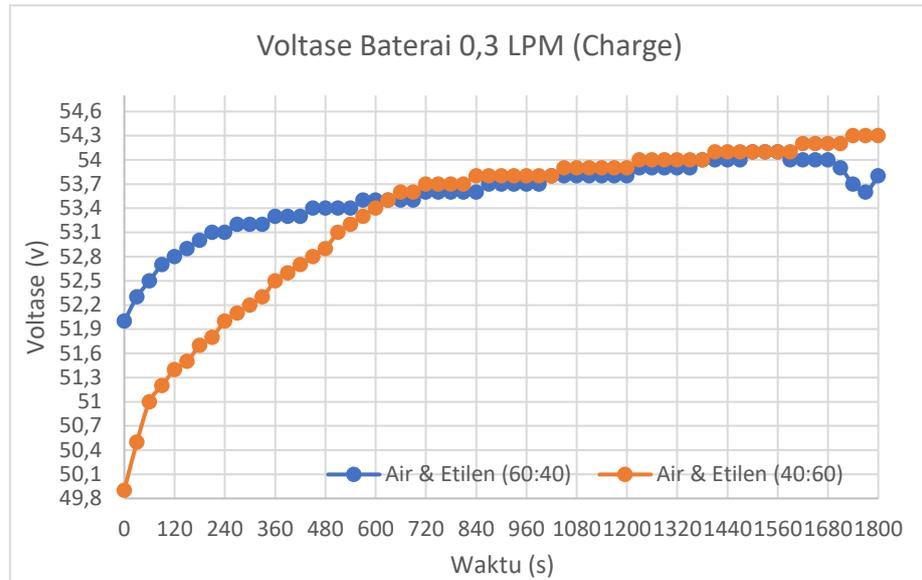
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.9 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Dalam waktu 1800 detik baterai dengan serpentine mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan fluida. Baterai dengan serpentine mengalami kenaikan sampai akhir pengujian dan memiliki temperatur tertinggi sebesar 2,9°C, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 1,8°C. Namun, sesekali temperatur tersebut mengalami penurunan tetapi tidak sangat signifikan dimana penurunan

temperatur tertinggi yang terjadi hanya sekitar 0,5°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.10 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.10 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Dalam 180 detik pertama baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang hampir sama. Akan tetapi di detik 210 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan yang tidak konstan karena temperatur yang didapatkan naik/turun, dan memiliki temperatur yang tertinggi sebesar 3,5°C pada detik ke 1500 dan mengalami penurunan yang tidak konstan sehingga pada detik 1800 memiliki suhu sebesar 3,1°C. Sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 2,5°C pada detik ke 1500 dan mengalami penurunan yang tidak konstan, sehingga pada detik ke 1800 memiliki temperatur sebesar 1,9°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



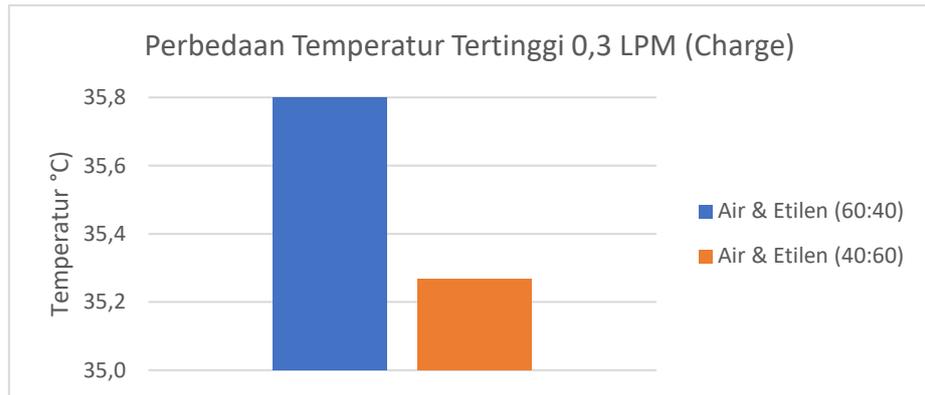
Gambar 4.11 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *charge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 1800 detik agar baterai yang digunakan penuh. Pada konsentrasi pertama didapatkan voltase yang mengalami peningkatann sampai dengan detik 1560 dengan temperatur 54,1 V. Namun pada detik 1590 voltase dari baterai tersebut mengalami penurunan yang tidak signifikan sampai dengan 54. Pada detik ke 1770 baterai mengalami penurunan voltase menjadi 53,7 V. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada saat voltase mempunyai nilai tertinggi artinya daya dari baterai tersebut sudah terisi penuh, sehingga apabila charger tidak dicabut pada saat voltase sudah penuh maka voltase dari baterai tersebut menjadi turun perlahan. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami peningkatan sampai dengan detik 1800 dengan voltase sebsar 54,3 V.

Tabel 4.3 Internal (R) Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*)

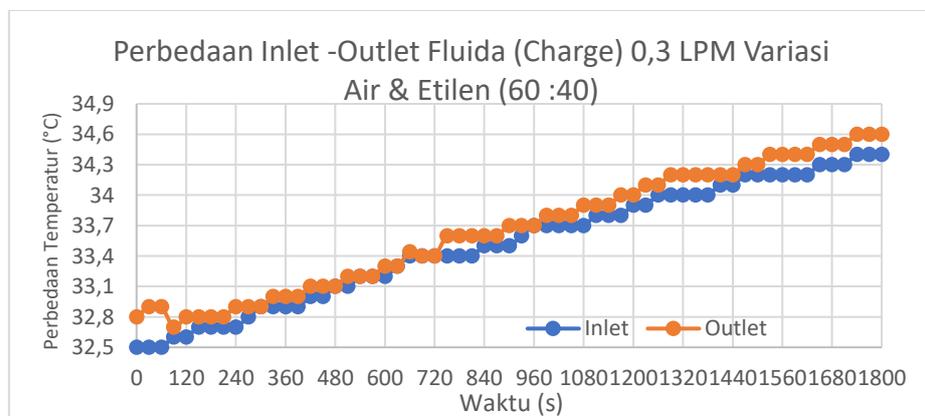
Charge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 4-6	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 7-9	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 10-12	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 11-13	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm

Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *charge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 72,72 Ohm dari baterai 1-6, dan pada baterai 7-12 mengalami kenaikan menjadi 75,75 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan sangat konstan pada baterai 1-13 sebesar 67,34 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 79,05 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan konstan pada baterai 1-13 sebesar 67,34 Ohm.



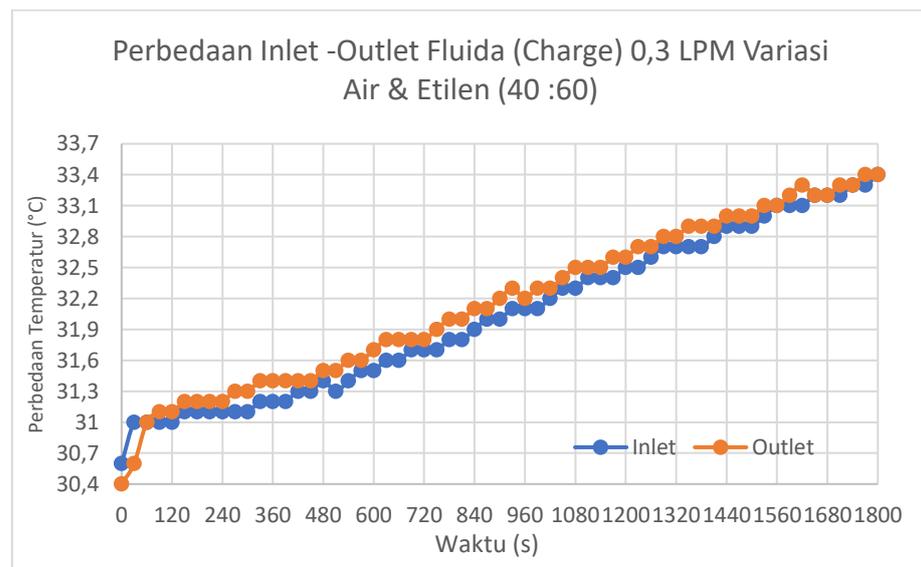
Gambar 4.12 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,3 Lpm (Charge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 35,8°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 35,3°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 0,5°C. Dapat disimpulkan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60).



Gambar 4.13 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (Charge) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.13 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,5°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,4°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 32,7°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,6°C.



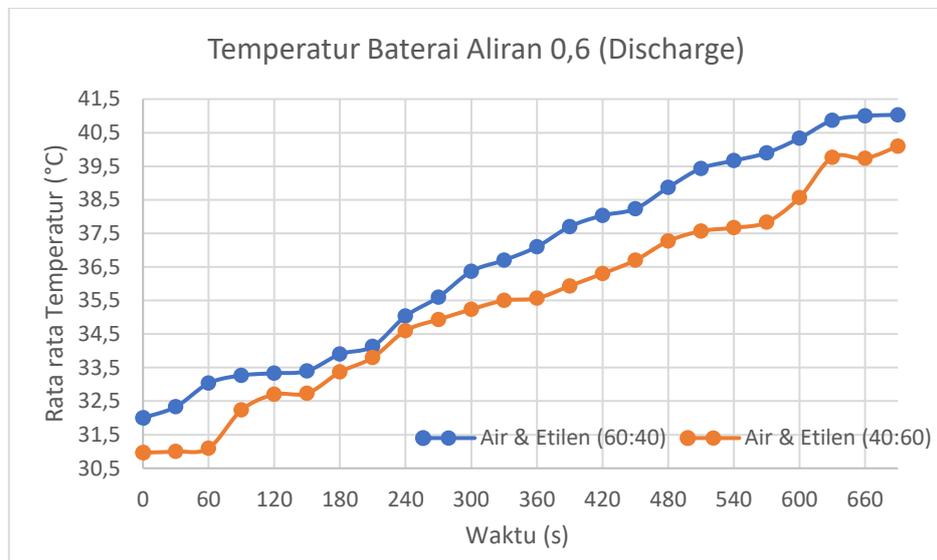
Gambar 4.14 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.7 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang

lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet, dikarenakan dari detik ke 120 sampai detik ke 1650 suhu outlet mempunyai suhu yang lebih tinggi dibandingkan suhu inlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar $30,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,3^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar $30,4^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,4^{\circ}\text{C}$.

4.2.3 Laju Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*)

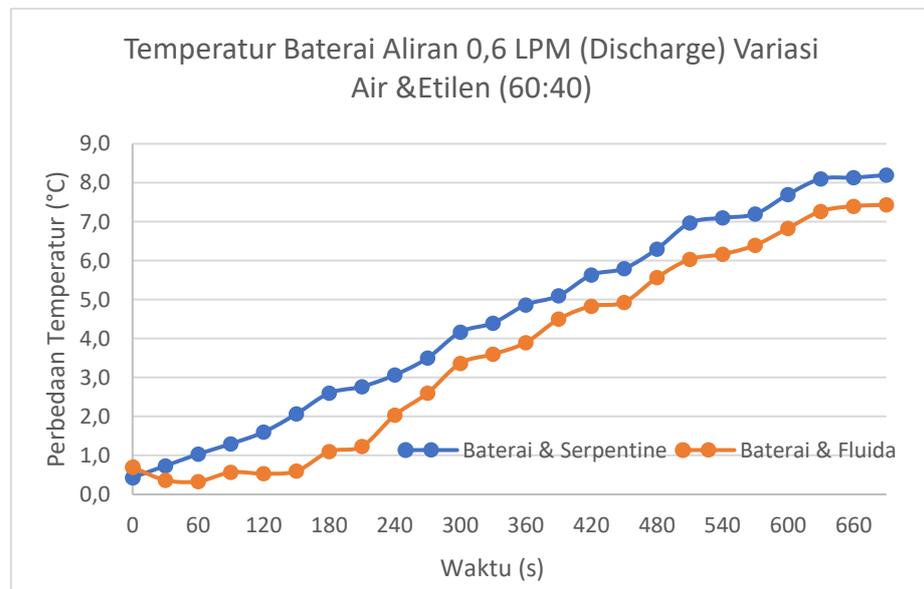
Pada aliran 0,6 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.15 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*)

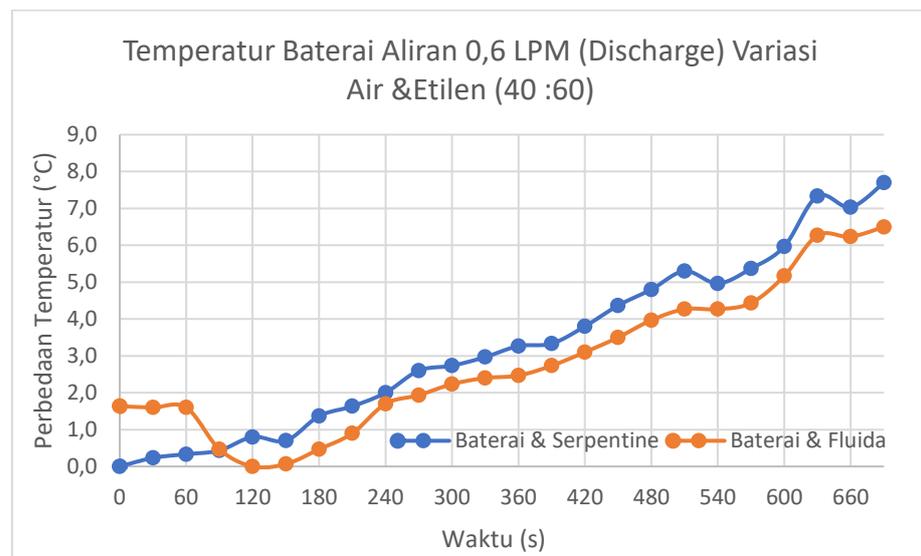
Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi

pertama didapatkan temperatur terendah yaitu 32°C dan temperatur tertinggi sebesar 41°C. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian, dan dalam kurun waktu tersebut temperatur baterai memiliki kenaikan temperatur yang konstan sampai detik ke 870, namun pada dua data berikutnya mengalami penurunan temperatur tetapi tidak begitu signifikan. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 31°C dan temperatur tertinggi sebesar 40,1°C. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Pengujian sampai detik ke-240 kedua konsentrasi larutan tersebut mempunyai perbedaan temperatur yang tidak lumayan besar dimana dalam waktu tersebut perbedaan temperatur maksimalnya sebesar 1,9°C. Namun pada pengujian detik ke- 270 sampai selesai perbedaan temperatur dari kedua konsentrasi tersebut semakin meningkat dan mempunyai perbedaan temperatur maksimal sebesar 2,1°C.



Gambar 4.16 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

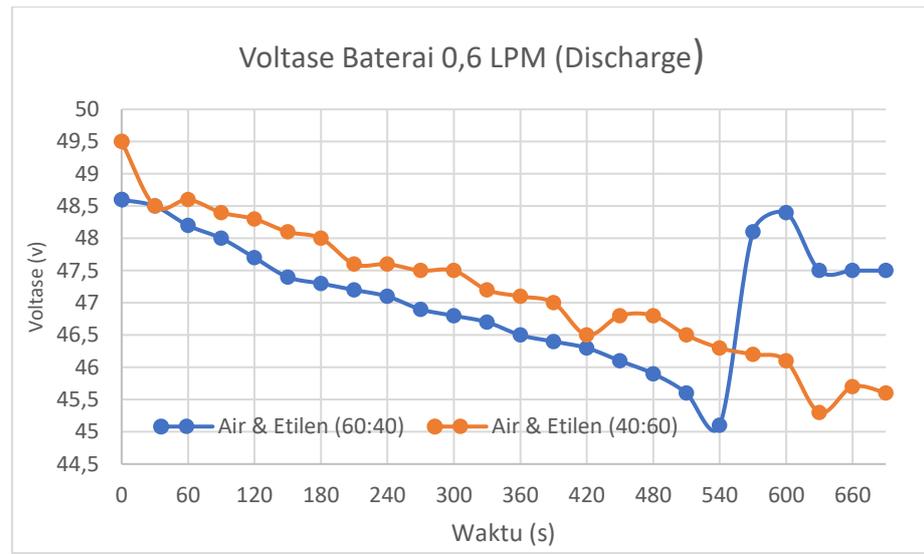
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.16 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,6 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Dalam detik 30 pertama baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan serpentine. Akan tetapi di detik ke 60 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan sampai akhir pengujian dan memiliki temperatur tertinggi sebesar 8,2°C, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 7,4°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine, karena memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar 1,5 °C.



Gambar 4.17 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.17 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Dalam 60 detik pertama baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan serpentine. Akan tetapi di detik 90 sampai akhir ,baterai dengan serpentine

mengalami kenaikan yang cukup konstan ,namun sesekali mengalami penurunan tetapi tidak begitu signifikan dan memiliki temperatur tertinggi sebesar 7,7°C, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar 6,5°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine, karena memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar 1,2°C.



Gambar 4.18 Voltase Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*)

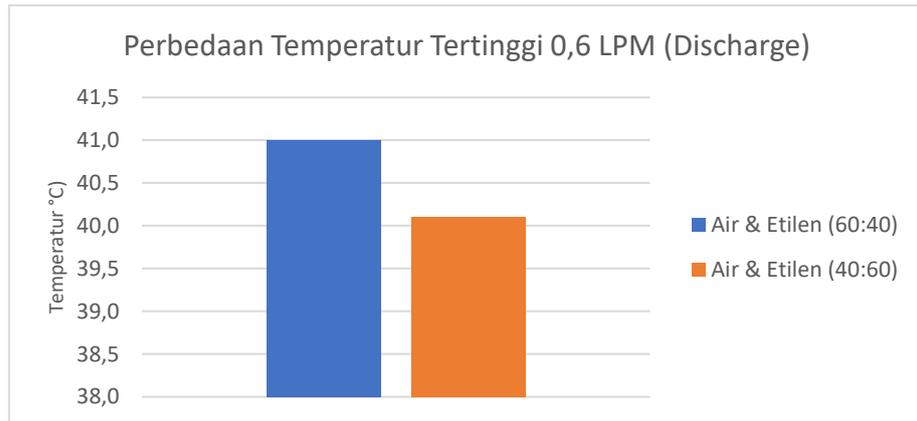
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Pada konsentrasi pertama didapatkan voltase yang mengalami penurunan sampai dengan detik 540. Namun pada detik 570 voltase dari baterai tersebut mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari 45,1°C sampai dengan 48,1V. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada detik ke 570, beban yang digunakan sudah mati ,sehingga voltase dari baterai tersebut

menjadi naik kembali. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami penurunan sampai dengan detik 690. Pada waktu tersebut voltase baterai mempunyai voltase minimal sebesar 45,6V.

Tabel 4.4 Internal (R) Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Discharge*)

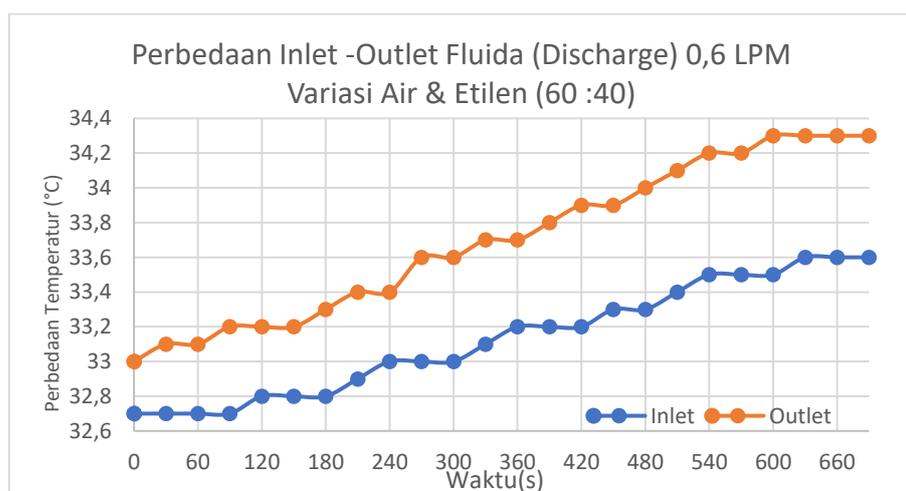
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 10-12	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 11-13	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm

Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan konstan pada baterai 1-6 sebesar 72,72 Ohm, kemudian pada baterai 7-13 mengalami kenaikan yang tidak signifikan menjadi sebesar 75,75 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan konstan pada baterai 1-13 sebesar 79,05 Ohm.



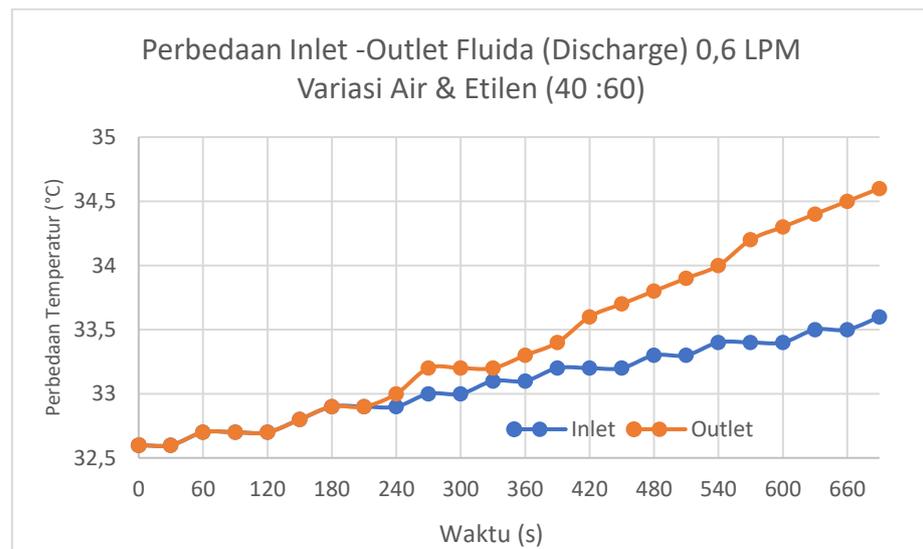
Gambar 4.19 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,6 Lpm (Discharge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 41°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 40,1°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 0,9°C.



Gambar 4.20 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (Discharge) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.20 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,7°C dan temperatur tertinggi sebesar 33,6°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 33°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,3°C. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 600 sebesar 0,8 °C.



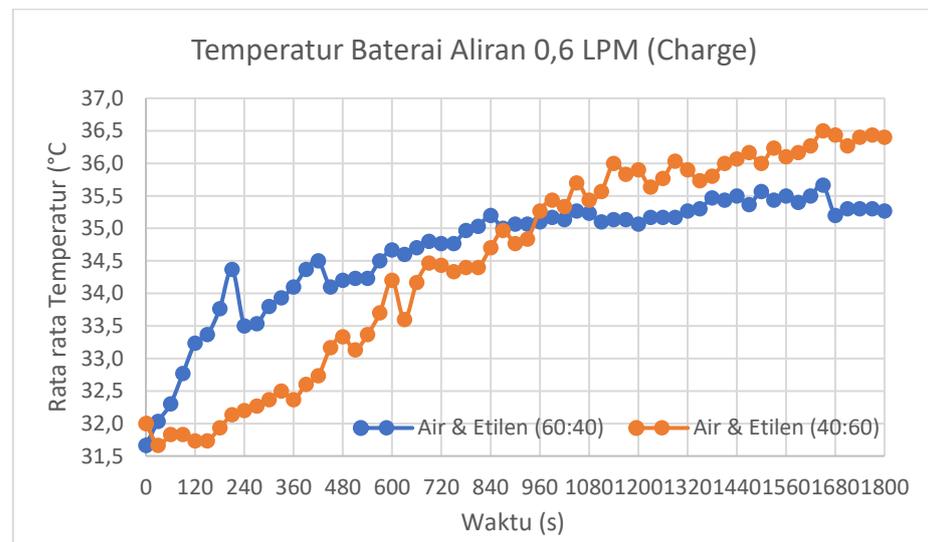
Gambar 4.21 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

Pada gambar 4.21 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,6 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik

tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,6°C dan temperatur tertinggi sebesar 33,6°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 32,6°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,6°C. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 870 sebesar 1 °C.

4.2.4 Laju Aliran 0,6 Lpm (*Charge*)

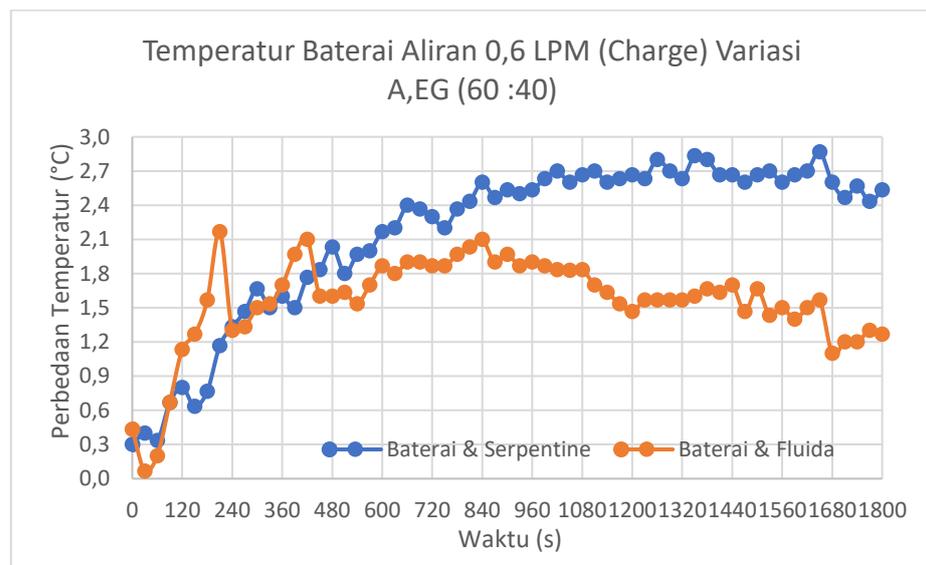
Pada aliran 0,6 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.22 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Charge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *Charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 1800 detik sampai baterai penuh. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama

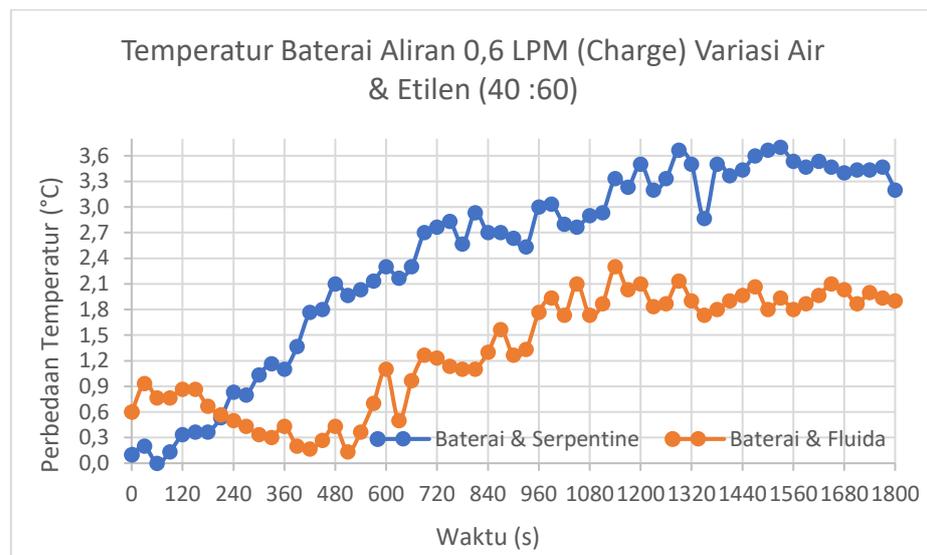
didapatkan temperatur terendah yaitu $31,7^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $35,7^{\circ}\text{C}$. Baterai memiliki kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 32°C dan temperatur tertinggi sebesar $36,5^{\circ}\text{C}$. Baterai memiliki kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sampai detik ke 870 perbedaan temperatur kedua fluida tersebut semakin kecil, namun sebaliknya pada detik ke 900 sampai selesai perbedaannya semakin besar.



Gambar 4.23 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.23 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,6 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Dalam waktu 1800 detik baterai dengan serpentine mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi

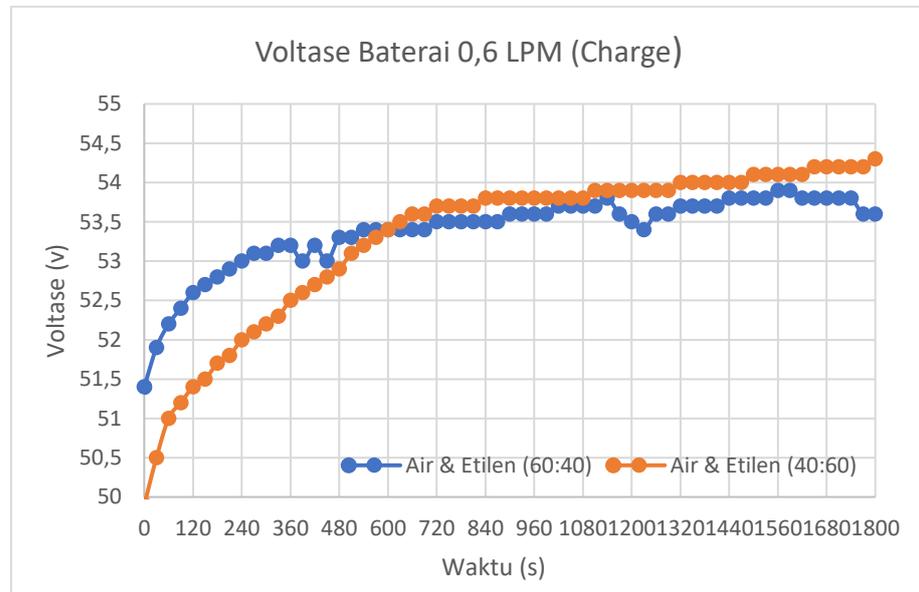
dibandingkan baterai dengan fluida. Baterai dengan serpentine mengalami kenaikan dan memiliki temperatur tertinggi sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $2,2^{\circ}\text{C}$. Namun, sesekali temperatur tersebut mengalami penurunan yang sangat signifikan dimana penurunan temperatur tertinggi yang terjadi sebesar $0,9^{\circ}\text{C}$. Kendati demikian dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.24 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar 4.24 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,6 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Dalam 180 detik pertama baterai dengan serpentine memiliki perbedaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan perbedaan temperatur baterai dengan fluida. Akan tetapi di detik 210 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan yang tidak konstan karena temperatur yang didapatkan naik/turun, dan memiliki temperatur yang tertinggi sebesar $3,7^{\circ}\text{C}$ pada detik ke 1290 dan mengalami penurunan yang tidak konstan sehingga pada detik 1350 memiliki suhu sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$. Sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $2,3^{\circ}\text{C}$

dan mengalami penurunan/kenaikan temperatur yang tidak konstan, sehingga pada detik ke 1800 memiliki temperatur sebesar $1,9^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.25 Voltase Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Charge*)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *charge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 1800 detik agar baterai yang digunakan penuh. Pada konsentrasi pertama didapatkan voltase yang mengalami peningkatan sampai dengan detik 1170 dengan temperatur 53,9 V. Namun pada detik 1230 voltase dari baterai tersebut mengalami penurunan yang tidak signifikan sampai dengan 53,4V dan naik lagi pada detik ke 1290. Pada detik ke 1770 baterai mengalami penurunan voltase menjadi 53,6 V. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada saat voltase mempunyai nilai tertinggi artinya daya

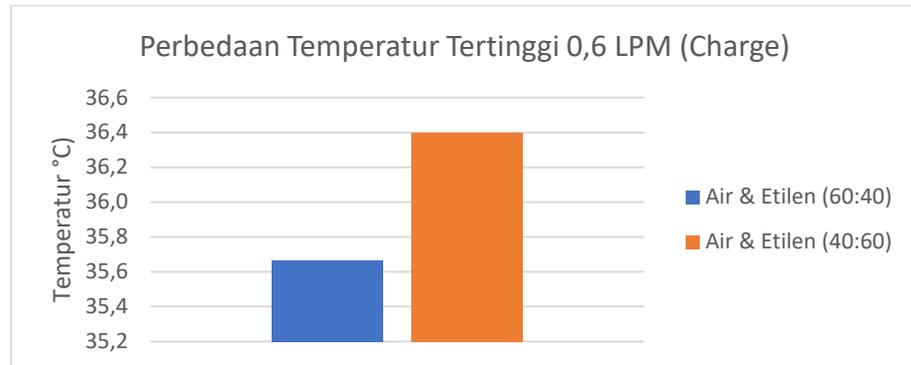
dari baterai tersebut sudah terisi penuh, sehingga apabila charger tidak dicabut pada saat voltase sudah penuh maka voltase dari baterai tersebut menjadi turun perlahan. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami peningkatan yang sangat konstan sampai dengan detik 1800 dengan voltase sebesar 54,3 V.

Tabel 4.5 Internal (R) Baterai Aliran 0,6 Lpm (*Charge*)

Charge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,93 Ohm
Baterai 4-6	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 7-9	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	64,93 Ohm
Baterai 10-12	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 11-13	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm

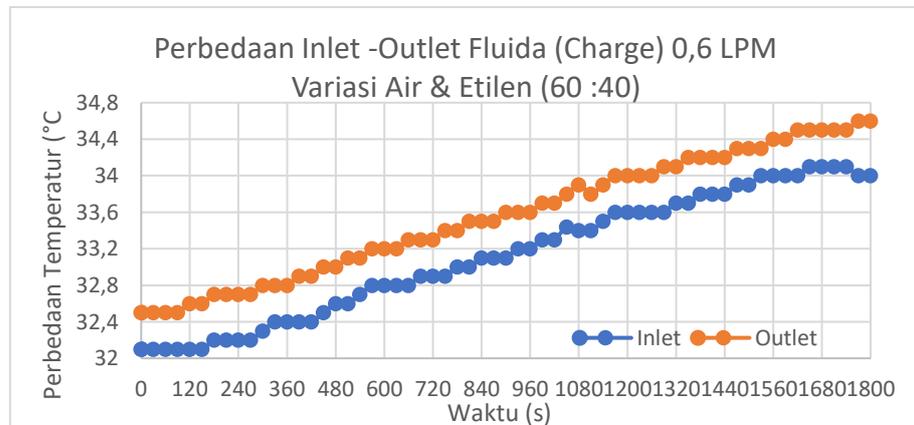
Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *charge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 72,72 Ohm dari baterai 1-6, dan pada baterai 7-13 mengalami kenaikan menjadi 75,75 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan sangat konstan pada baterai 1-13 sebesar 67,34 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 79,05 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan konstan

pada baterai 4-6 dan 10 -13 sebesar 67,34 Ohm, sedangkan pada baterai 1-3 dan 7-9 sebesar 67,93 Ohm.



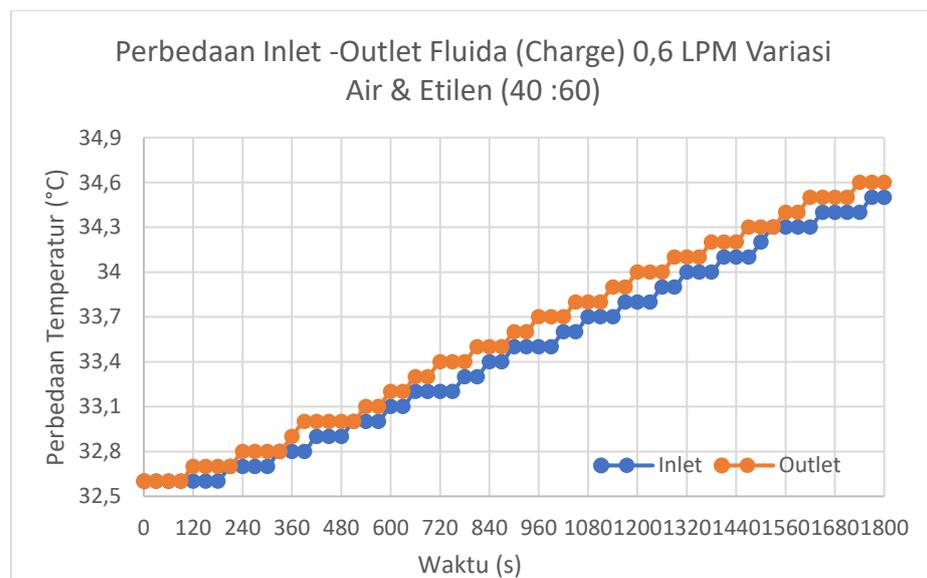
Gambar 4.26 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,6 Lpm (Charge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 35,7°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 36,4°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 0,7°C.



Gambar 4.27 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (Charge) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.27 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,3 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,1°C dan temperatur tertinggi sebesar 34°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 32,5°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,6°C. Perbedaan temperatur maksimal pada inlet - outlet fluida maksimal adalah sebesar 0,6°C pada detik ke 1770. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur inlet lebih kecil dibandingkan temperatur outlet.



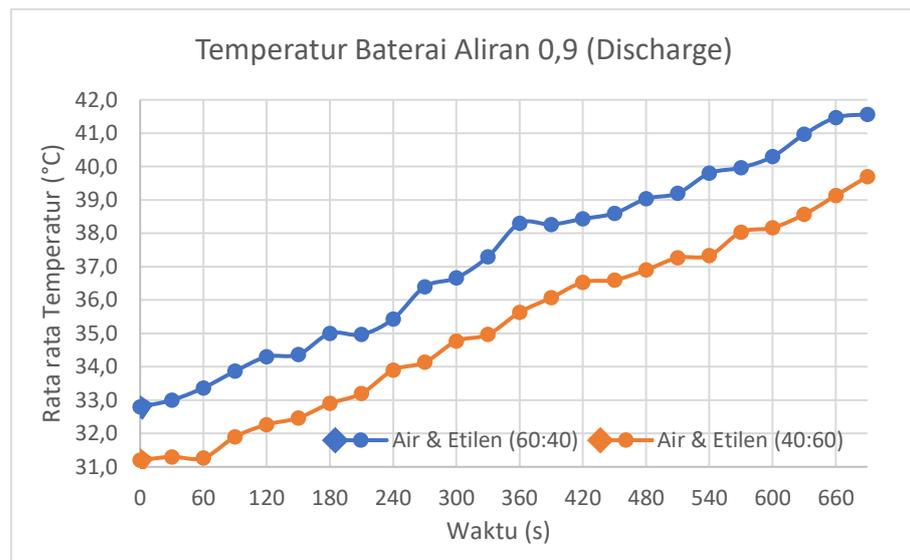
Gambar 4.28 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.28 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,6 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data

dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet, Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar $32,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $34,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar $32,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $34,6^{\circ}\text{C}$. Perbedaan temperatur maksimal pada inlet - outlet fluida maksimal adalah sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur inlet lebih kecil dibandingkan temperatur outlet.

4.2.5 Laju Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*)

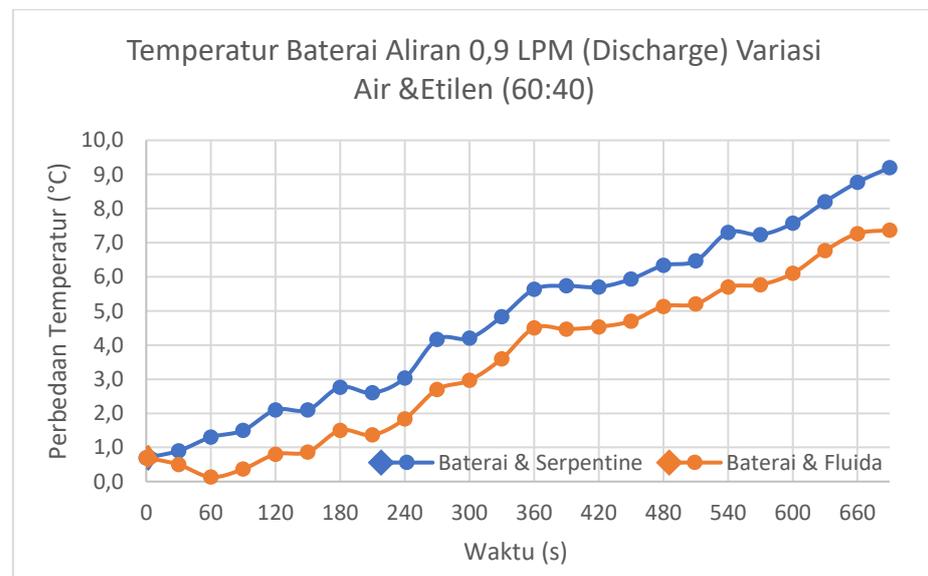
Pada aliran 0,9 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.29 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar

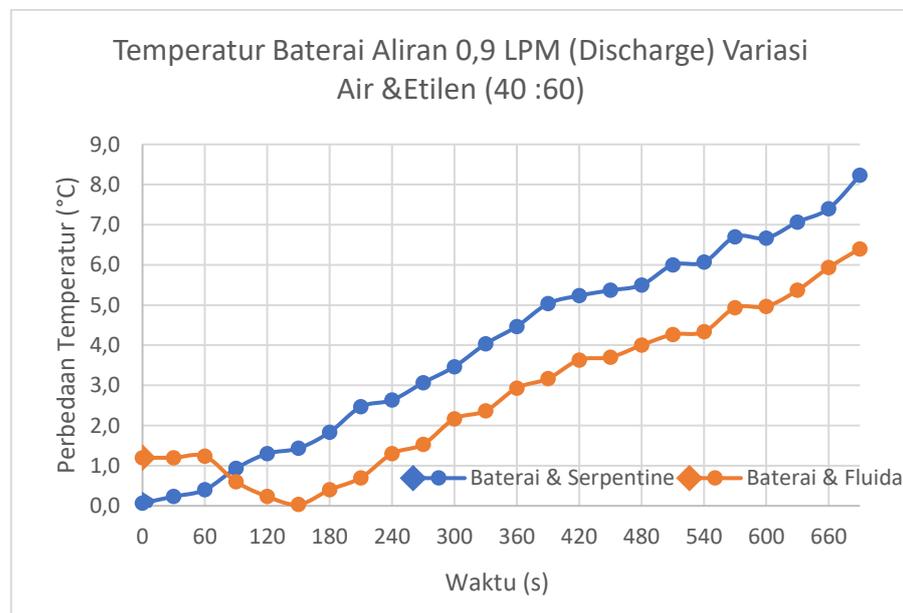
690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu 33°C dan temperatur tertinggi sebesar 41,6°C. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 31,2°C dan temperatur tertinggi sebesar 39,75°C. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Pengujian sampai detik ke-690 kedua konsentrasi larutan tersebut mempunyai perbedaan temperatur yang tidak begitu besar dimana dalam waktu tersebut perbedaan temperatur maksimalnya sebesar 2,7°C.



Gambar 4.30 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.30 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,9 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40).

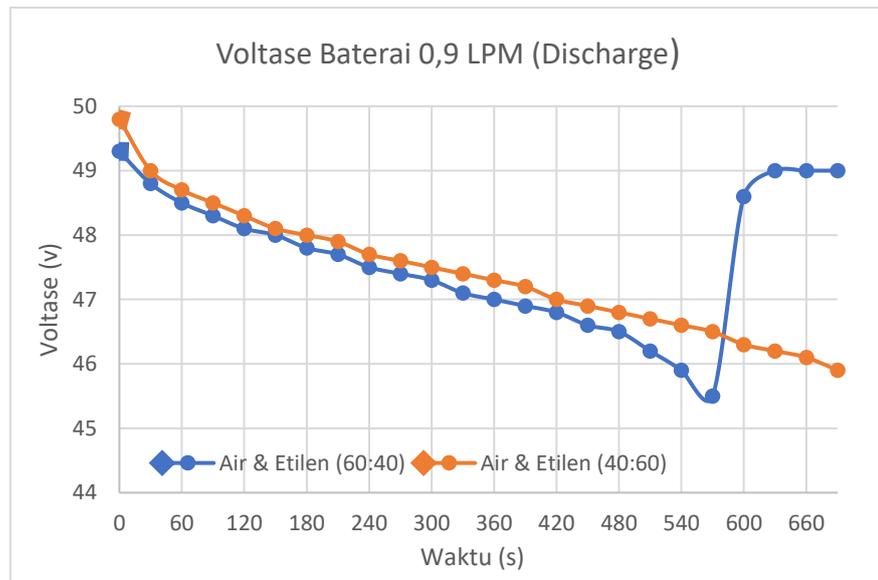
Dalam data yang pertama baterai dengan fluid mempunyai perbedaan temperatur yang sama antara baterai dengan serpentine. Akan tetapi di data yang kedua sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan temperatur dan memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar 9,2°C, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki perbedaan temperatur maksimal sebesar 7,4°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine, karena memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar 1,8 °C .



Gambar 4.31 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.31 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,9 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Dalam 60 detik pertama baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan serpentine. Akan tetapi di detik 90 sampai akhir ,baterai dengan serpentine memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan fluida dan mengalami kenaikan temperatur sehingga memiliki perbedaan

temperatur tertinggi sebesar $8,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki perbedaan temperatur maksimal sebesar $6,4^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine, karena memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar $1,8^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.32 Voltase Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*)

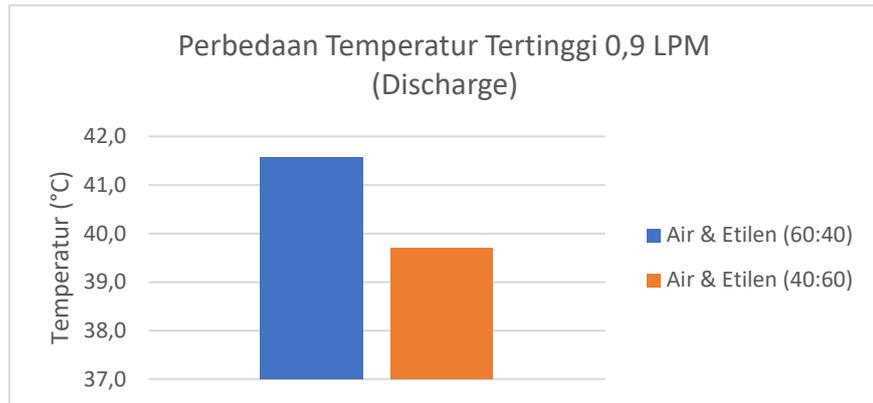
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Pada konsentrasi pertama didapatkan voltase yang mengalami penurunan temperatur sampai dengan detik 570. Namun pada detik 600 voltase dari baterai tersebut mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari $45,5^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $48,6\text{V}$. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada detik ke 600, beban yang digunakan sudah mati ,sehingga voltase dari baterai tersebut menjadi naik kembali. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang

mengalami penurunan yang sangat konstan sampai dengan detik 690 dan didapatkan voltase baterai sebesar 45,9V.

Tabel 4.6 Internal (R) Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Discharge*)

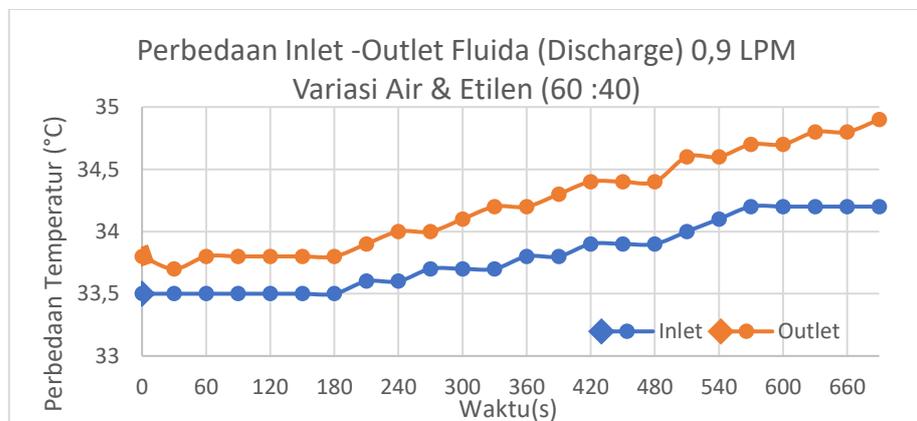
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,93 Ohm	75,75 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	72,72 Ohm	64,93 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 10-12	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 11-13	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm

Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan konstan pada baterai sebesar 72,72 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 67,34 Ohm pada baterai 4-6 dan baterai 10-13. Sedangkan pada baterai 1-3 dan 7-9 sebesar 67,93 Ohm. Sementara setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan pada baterai 1 sebesar 75,75 Ohm dan konstan pada baterai 2-13 sebesar 79,05 Ohm.



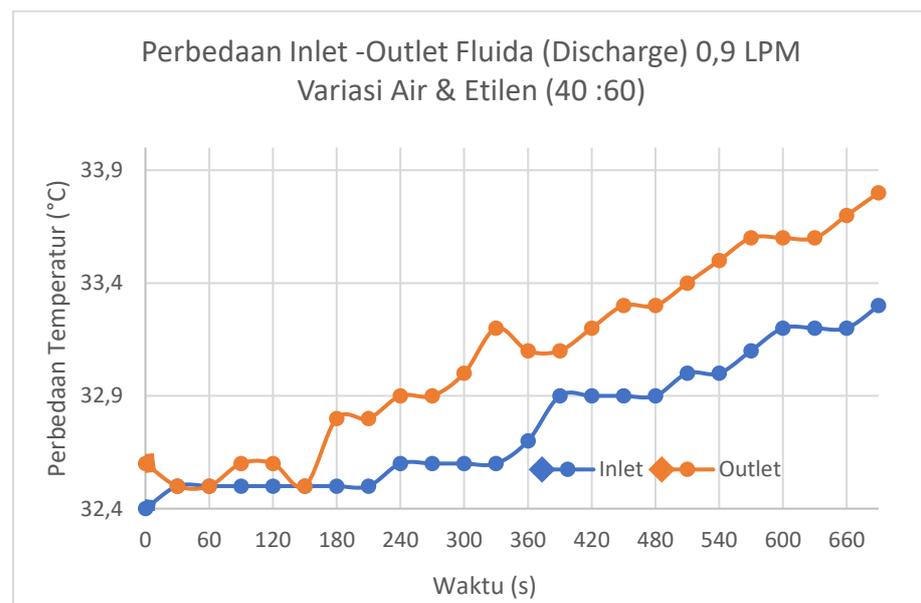
Gambar 4.33 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,9 Lpm (Discharge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 41,6°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 39,7°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 1,9°C. Berdasarkan hasil pengujian tersebut air dan *ethylene* (60:40) memiliki temperatur yang lebih tinggi dengan air dan *ethylene* (40:60).



Gambar 4.34 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (Discharge) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.34 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,9 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 33,5C dan temperatur tertinggi sebesar 34,2°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 33,8°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,9°C. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 690 sebesar 0,7 °C.



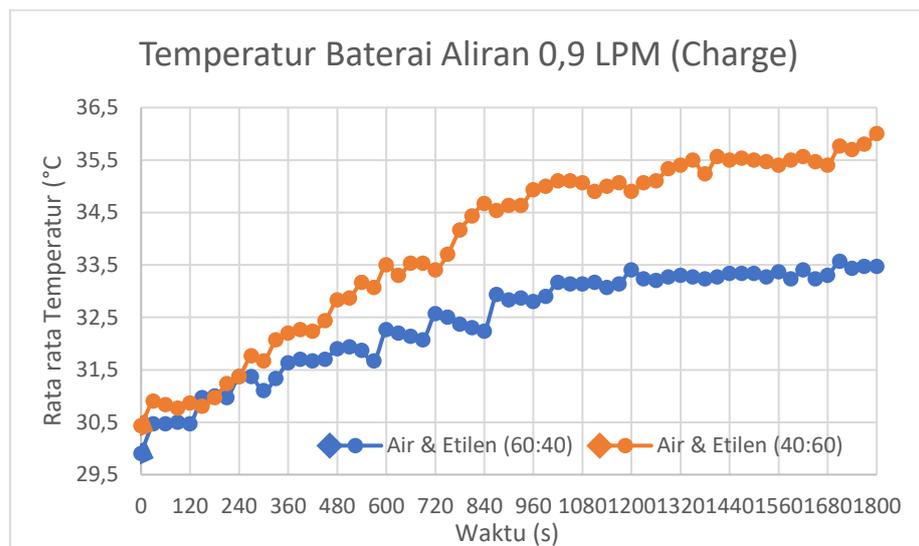
Gambar 4.35 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

Pada gambar 4.35 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,9 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama

690 detik (sampai lampu mati). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,4°C dan temperatur tertinggi sebesar 33,3°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 32,6°C dan temperatur tertinggi sebesar 33,8°C. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 900 sebesar 0,5 °C.

4.2.6 Laju Aliran 0,9 Lpm (Charge)

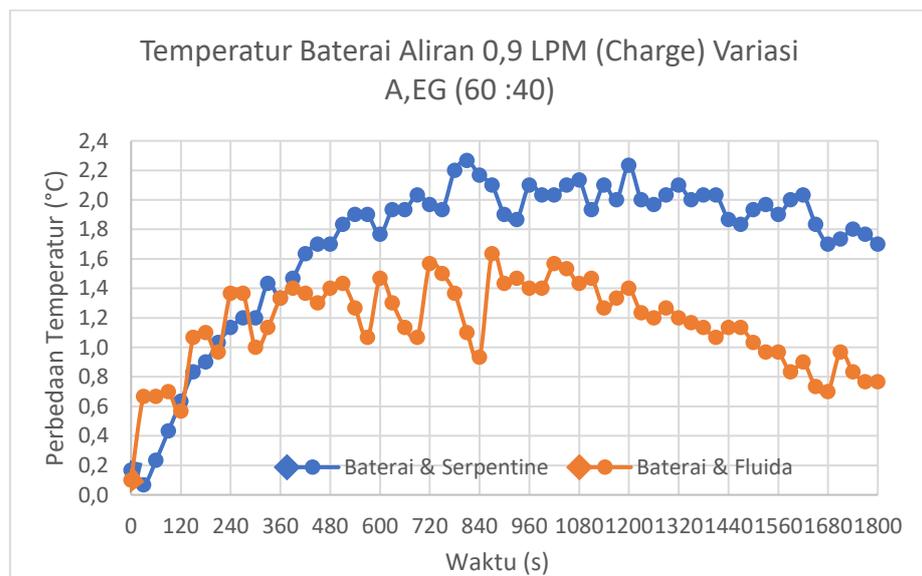
Pada aliran 0,9 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.36 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (Charge)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *Charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 1800 detik sampai baterai penuh. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & ethylene glycol

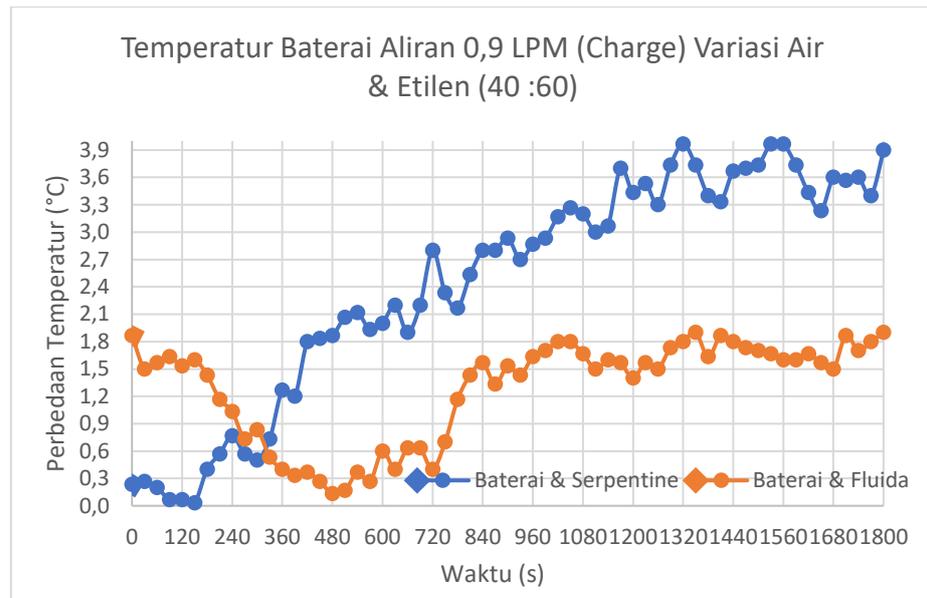
(60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu $29,9^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$. Baterai mengalami kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu $30,4^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar 36°C . Baterai memiliki kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama pengujian maka perbedaan temperatur kedua fluida tersebut semakin besar .



Gambar 4.37 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (60:40)

Pada gambar 4.37 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,9 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Dalam waktu 1800 detik baterai dengan serpentine mempunyai perbedaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan baterai dengan fluida. Baterai dengan serpentine mengalami kenaikan yang cukup konstan dan memiliki

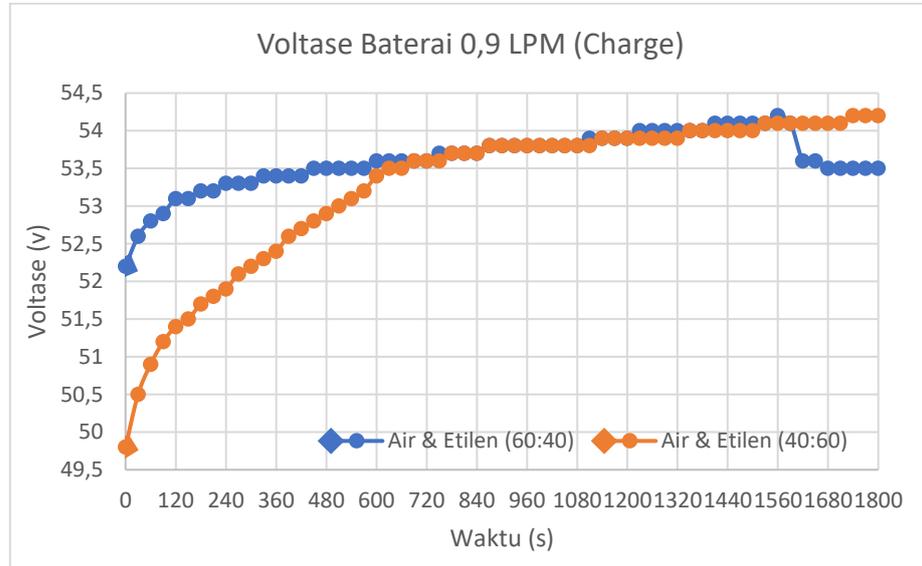
temperatur tertinggi sebesar $2,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $1,6^{\circ}\text{C}$. Namun, sesekali temperatur tersebut mengalami penurunan yang sangat signifikan dimana penurunan temperatur tertinggi yang terjadi sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. Kendati demikian dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.38 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Charge*) Variasi Air & Etilen (40:60)

Pada gambar 4.38 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,9 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Dalam 270 detik pertama baterai dengan serpentine memiliki perbedaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan perbedaan temperatur baterai dengan fluida. Akan tetapi di detik 300 sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan yang tidak konstan karena temperatur yang didapatkan naik/turun, dan memiliki temperatur yang tertinggi sebesar 4°C pada detik ke 1320 dan mengalami penurunan yang tidak konstan sehingga pada detik 1410 memiliki suhu sebesar $3,3^{\circ}\text{C}$. Sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $1,9^{\circ}\text{C}$

pada detik 1350 dan mengalami penurunan/kenaikan temperatur yang tidak konstan, sehingga pada detik ke 1800 memiliki temperatur sebesar 1,9°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



Gambar 4.39 Voltase Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Charge*)

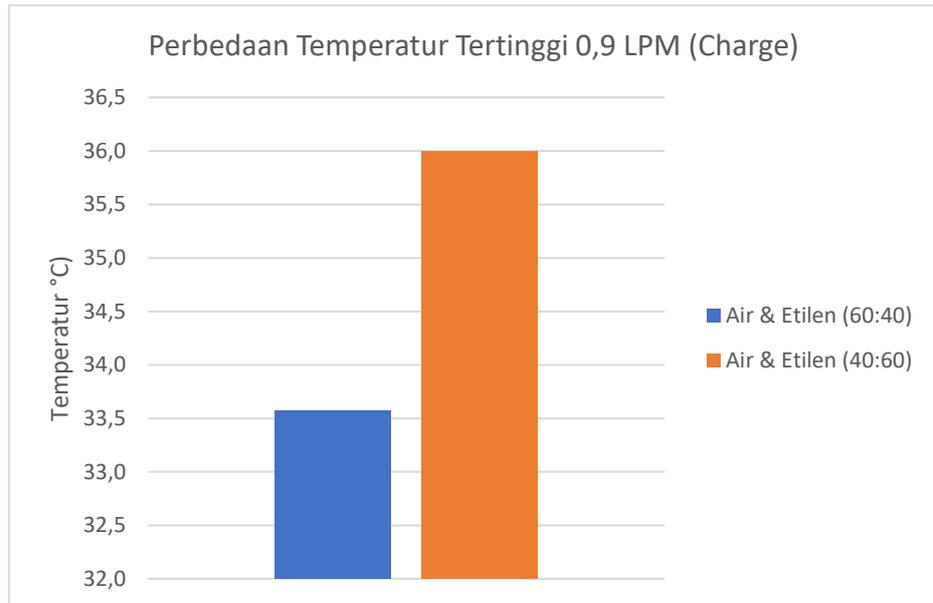
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *charge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan voltase yang mengalami peningkatann sampai dengan detik 1590 dengan temperatur 54,1 V. Namun pada detik 1620 voltase dari baterai tersebut mengalami penurunan yang tidak signifikan sampai dengan 53,6V dan pada detik ke 1800 menjadi 53,5 V. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan ,hal tersebut terjadi karena pada saat voltase mempunyai nilai tertinggi artinya daya dari baterai tersebut sudah terisi penuh, sehingga apabila charger tidak dicabut pada saat voltase sudah penuh maka voltase dari baterai tersebut menjadi turun

perlahan. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami peningkatan sampai dengan dengan voltase sebesar 54,7 V.

Tabel 4.7 Internal (R) Baterai Aliran 0,9 Lpm (*Charge*)

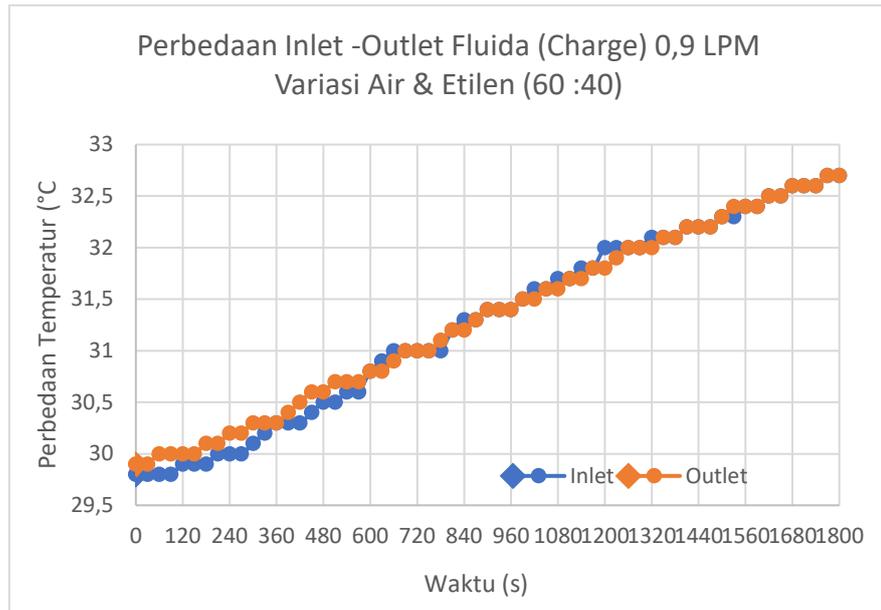
Charge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	72,72 Ohm	67,34 Ohm	75,75 Ohm	64,93 Ohm
Baterai 4-6	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	64,34 Ohm
Baterai 7-9	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	64,93 Ohm
Baterai 10-12	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 11-13	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm

Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *charge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan dalam dua fase yaitu sebelum dan sesudah pengujian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengambil internal baterai dari 3 baterai sekaligus, hal tersebut diakibatkan karena *battery tester* yang digunakan hanya mampu mengukur baterai lithium ion maksimal sebesar 12,17V. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama sebelum pengujian didapatkan hasil yang konstan sebesar 72,72 Ohm pada baterai 1-13. Sedangkan setelah melakukan pengujian hasil yang didapatkan sangat konstan pada baterai 1-13 sebesar 67,34 Ohm. Pada konsentrasi kedua sebelum pengujian pada baterai pertama didapatkan sebesar 75,75 Ohm dan hasil yang konstan sebesar 79,05 Ohm pada baterai 2-13. Sedangkan setelah melakukan pengujian, hasil yang didapatkan konstan pada baterai 4-6 dan 10 -13 sebesar 67,34 Ohm, sedangkan pada baterai 1-3 dan 7-9 sebesar 67,93 Ohm.



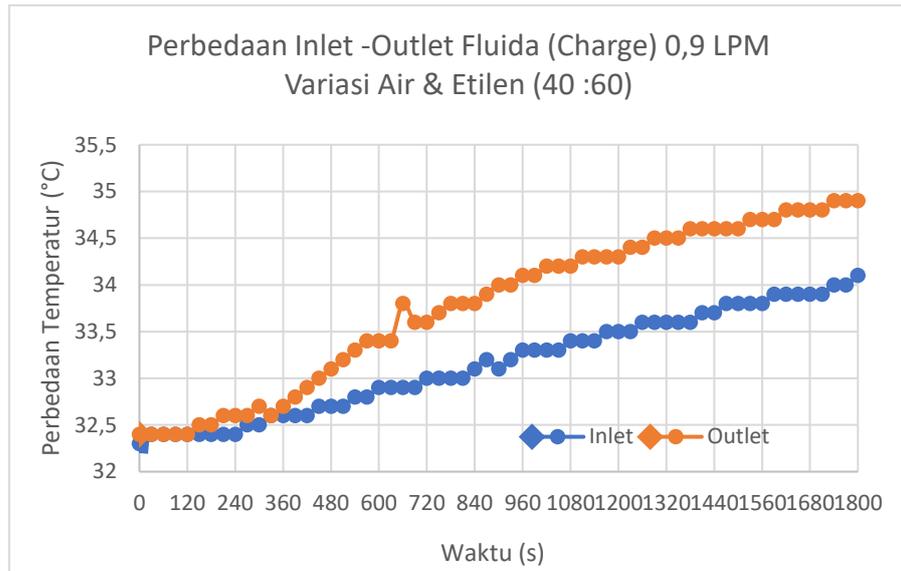
Gambar 4.40 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,9 Lpm
(Charge)

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian temperatur tertinggi baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data tertinggi dari baterai. Terdapat dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama baterai memiliki temperatur tertinggi sebesar 33,6°C, sedangkan pada konsentrasi kedua baterai memiliki temperatur maksimal sebesar 36°C. Melalui data tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki perbandingan temperatur maksimal sebesar 2,4°C.



Gambar 4.41 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.51 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,9 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet. Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 29,8°C dan temperatur tertinggi sebesar 32,7°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 29,9°C dan temperatur tertinggi sebesar 32,7°C. Perbedaan temperatur maksimal pada inlet - outlet fluida maksimal adalah sebesar 0,2°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur inlet lebih kecil dibandingkan temperatur outlet.



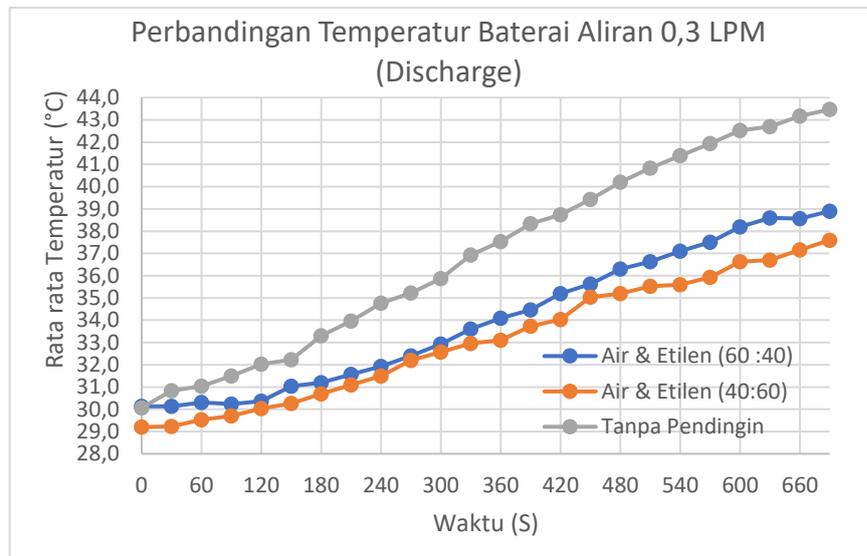
Gambar 4.42 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

Pada gambar 4.42 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur fluida aliran 0,9 Lpm pada saat *charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (40:60). Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari fluida yang digunakan, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan data tersebut yaitu sekali dalam 30 detik. Pengambilan data dilakukan selama 1800 detik (sampai baterai penuh). Berdasarkan grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa temperatur inlet mempunyai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur outlet, Temperatur inlet memiliki suhu terendah sebesar 32,3°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,1°C. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar 32,4°C dan temperatur tertinggi sebesar 34,9°C. Perbedaan temperatur maksimal pada inlet - outlet fluida maksimal adalah sebesar 0,8°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur inlet lebih kecil dibandingkan temperatur outlet.

4.3 Perbandingan Temperatur Baterai Tanpa Pendingin & Menggunakan Pendingin

Pengujian air dan *ethylene glycol* ini diukur dengan menggunakan satu alat ukur yaitu *thermograf* jenis flir. Pada pengujian ini, fluida yang digunakan

juga divariasikan yaitu air dan *ethylene glycol* dengan perbandingan (60:40) & (40:60). Fluida yang digunakan sebagai pendingin tersebut akan dibandingkan dengan temperatur dari baterai tanpa pendingin .Oleh karena itu maka akan didapatkan efisiensi dari pendingin tersebut. Adapun hasil yang didapatkan pada pengujian adalah sebagai berikut:

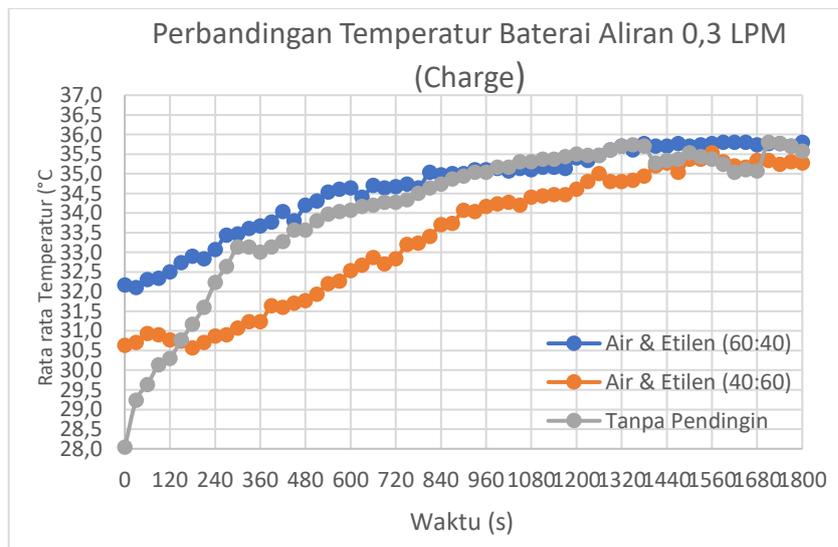


Gambar 4.43 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (Discharge)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua kosentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 30,1°C dan suhu maksimal sebesar 43,5°C. Semakin lama waktu pengujian yang dilakukan maka akan semakin tinggi temperatur yang dihasilkan. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 30,1 °C, dan temperatur maksimal

yang didapatkan adalah sebesar 38,9°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 4,6 °C (11,82%) .Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan.

Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 29,2 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 37,6°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 5,9 °C (15,69%) Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (40;60), karena mampu menurunkan suhu sebesar 15,69%.

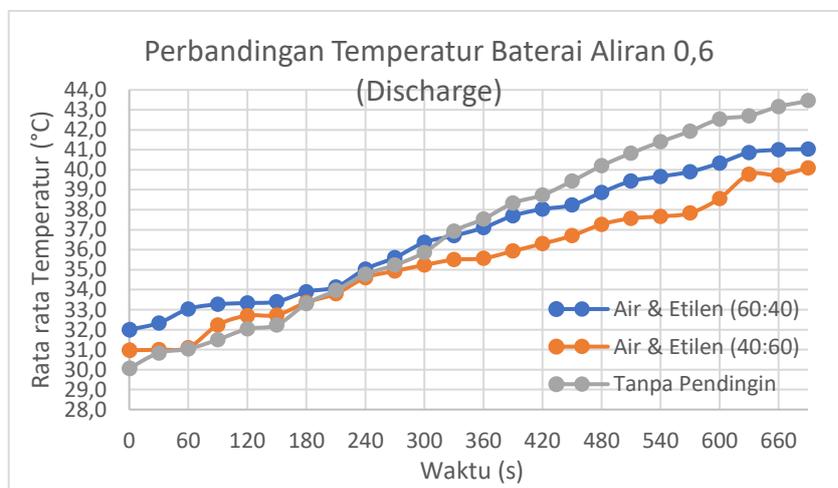


Gambar 4.44 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm
(Charge)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,3 lpm pada saat *charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada

pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua konsentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 28°C dan suhu maksimal sebesar 35,8°C. Pada pengujian detik ke 30 sampai 1380 temperatur yang dihasilkan meningkat menjadi 35,7 °C, namun menurun pada detik ke 1410 sampai detik ke 1680 menjadi 35,1°, kemudian meningkat kembali sampai pengujian selesai menjadi 35,6°C. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 32,2 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 35,8°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi lebih panas daripada tanpa pendingin. Hal tersebut dikarenakan suhu ruangan yang berbeda sehingga temperatur maksimal yang didapatkan sama.

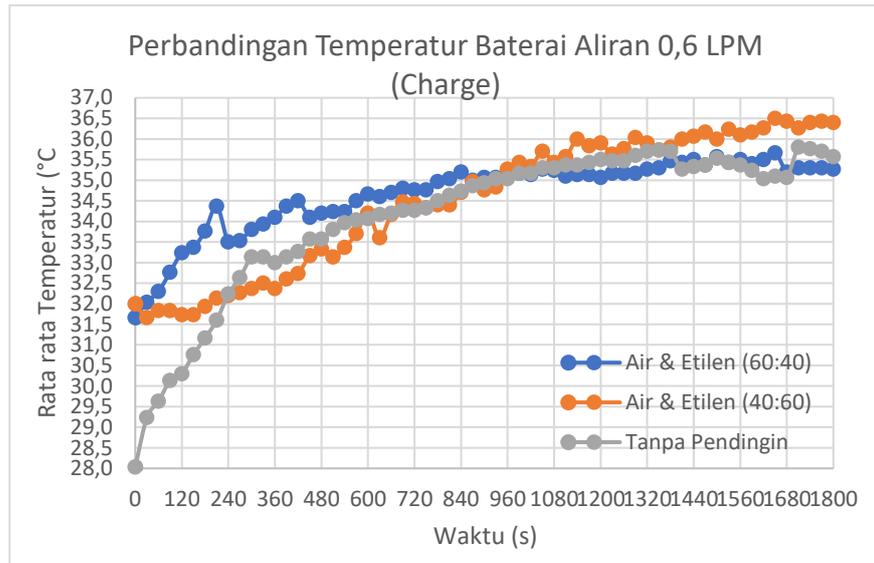
Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 30,6 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 35,5°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 0,1 °C. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (40:60), karena mampu menurunkan suhu maksimal sebesar 0,1 °C, sehingga persentase pendinginan baterai yang dihasilkan adalah sebesar 0,28%..



Gambar 4.45 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm
(*Discharge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua konsentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 30,1°C dan suhu maksimal sebesar 43,5°C. Semakin lama waktu pengujian yang dilakukan maka akan semakin tinggi temperatur yang dihasilkan. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 32 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 41°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 2,5 °C atau sebesar (6,09%). Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dari detik ke 330, semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan.

Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 31 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 40,1°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 3,4 °C. Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dari detik ke 180 ,semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (40;60), karena mampu menurunkan suhu sebesar 3,4 °C. sehingga persentase pendinginan baterai yang dihasilkan adalah sebesar 8,47%.

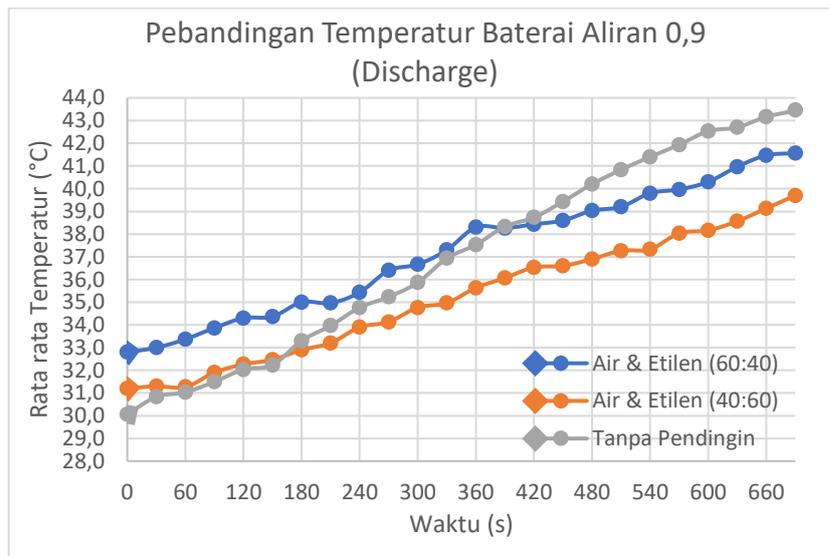


Gambar 4.46 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm
(Charge)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua kosentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 28°C dan suhu maksimal sebesar 35,8°C. Pada pengujian detik ke 30 sampai 1380 temperatur yang dihasilkan meningkat menjadi 35,7 °C, namun menurun pada detik ke 1410 sampai detik ke 1680 menjadi 35,1°, kemudian meningkat kembali sampai pengujian selesai menjadi 35,6°C. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 31,7 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 35,7°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut tidak mempunyai selisih perbandingan maksimal. Hal

tersebut dikarenakan suhu ruangan yang berbeda sehingga temperatur maksimal yang didapatkan sama.

Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 31,7 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 36,5°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin maka temperatur tanpa pendingin lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi tersebut. Hal itu disebabkan karen perbedaan suhu ruangan , dimana pada saat pengujian tanpa pendingin memiliki suhu ruangan sebsar 28°C, sedangkan disaat menggunakan pendingin sebesar 31°C. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (60;40), karena selisih perbandingan yang didapatkan lebih kecil.

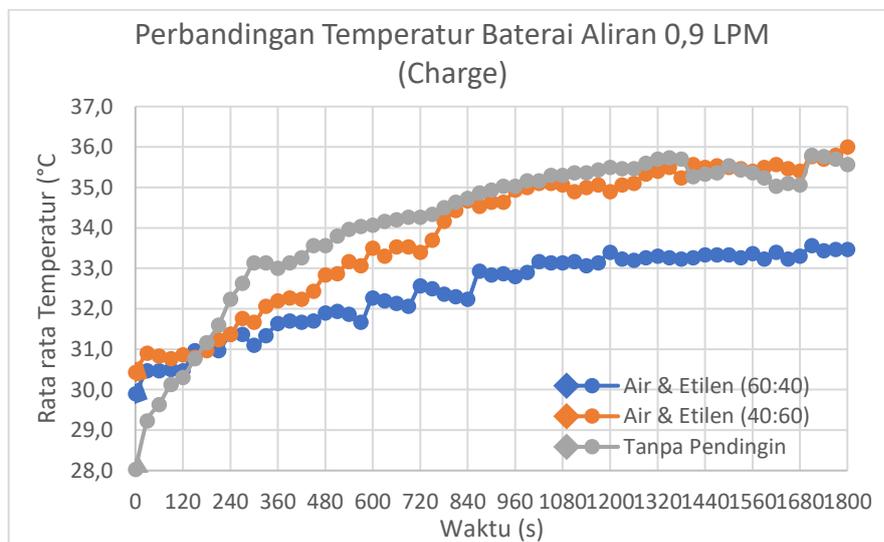


Gambar 4.47 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm
(Discharge)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 09 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut,

dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua konsentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 30,1°C dan suhu maksimal sebesar 43,5°C. Semakin lama waktu pengujian yang dilakukan maka akan semakin tinggi temperatur yang dihasilkan. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 32,8 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 41,6°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 1,9°C atau sebesar (4,56%). Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa mulai detik ke 390 ,semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan.

Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 31,2 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 39,7°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 3,8 °C. Berdasarkan grafik tersebut dapat dari detik ke 150 disimpulkan bahwa semakin lama pengujian yang dilakukan maka akan semakin besar selisih temperatur yang akan didapatkan. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (40;60), karena mampu menurunkan suhu sebesar 3,8 °C atau sebesar 9,57%.



Gambar 4.48 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm
(*Charge*)

Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *charge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data yaitu sekali dalam 30 detik. Pada pengujian ini membutuhkan waktu sebesar 690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Kedua kosentrasi larutan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa pendingin. Pengujian baterai tanpa pendingin memiliki suhu terendah sebesar 28°C dan suhu maksimal sebesar 35,8°C. Pada pengujian detik ke 30 sampai 1380 temperatur yang dihasilkan meningkat menjadi 35,7 °C, namun menurun pada detik ke 1410 sampai detik ke 1680 menjadi 35,1°, kemudian meningkat kembali sampai pengujian selesai menjadi 35,6°C. Pada konsentrasi pertama temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 29,9°C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 33,6°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 2,1°C. sehingga persentase pendinginan baterai yang dihasilkan adalah sebesar 6,25%.

Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 30,4 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 36°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin maka temperatur tanpa pendingin lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi tersebut. Hal itu disebabkan karena perbedaan suhu ruangan , dimana pada saat pengujian tanpa pendingin memiliki suhu ruangan sebsar 28°C, sedangkan disaat menggunakan pendingin sebesar 31°C. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil bahwa konsentrasi fluida yang paling efisien yang digunakan sebagai pendingin adalah air dan *ethylene* (60:40), karena mampu mendinginkan baterai sebesar 6,25%.