

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

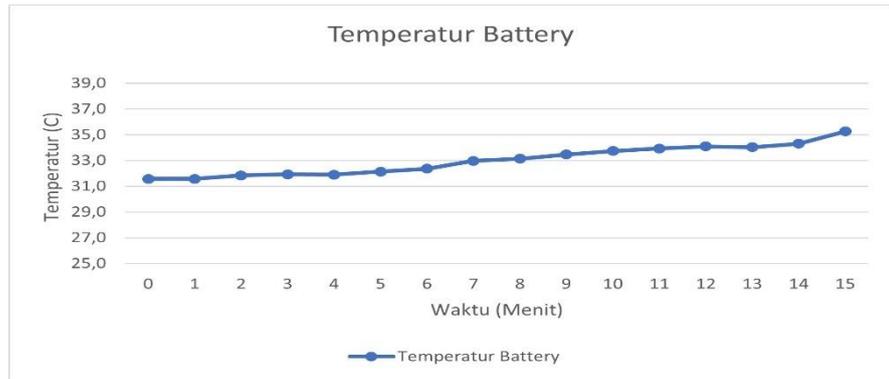
Pada pengujian yang sudah di dapatkan pada pengukuran temperatur baterai dengan udara. Adapun prinsip kerja dari alat uji yaitu kompresor yang ada di dalam kompresor mengalirkan udara menuju *wavy channel* dimana *wavy channel* tersebut menjepit baterai *lithium-ion* yang dalam keadaan panas. Kompresor yang dialirkan menuju *wavy channel* akan menyerap panas baterai. Kompresor yang sudah dialirkan ke *waterbath*. Untuk mengetahui suhu yang masuk dan keluar digunakan *thermocouple* digital, untuk mengetahui laju aliran yang masuk digunakan rotameter, sehingga akan didapatkan data-data yang diperlukan.

4.1.1 Laju aliran 5 Lpm (*Discharge*)

Di bawah ini adalah beberapa pengujian – pengujian yang dilakukan ketika pengurangan baterai (*discharge*) dengan laju aliran udara 5 LPM sebagai berikut:

a. Temperatur Rata – rata baterai

Untuk mengetahui suhu rata – rata baterai mengambil 3 sampel dengan alat ukur flir camera E5. Flir mengukur temperatur baterai dari beban lampu menyala sampai beban lampu mati. Grafik berikut menunjukkan temperatur rata – rata dan rata – rata 3 sampel baterai tersebut, yang diukur dengan alat ukur flir camera E5.

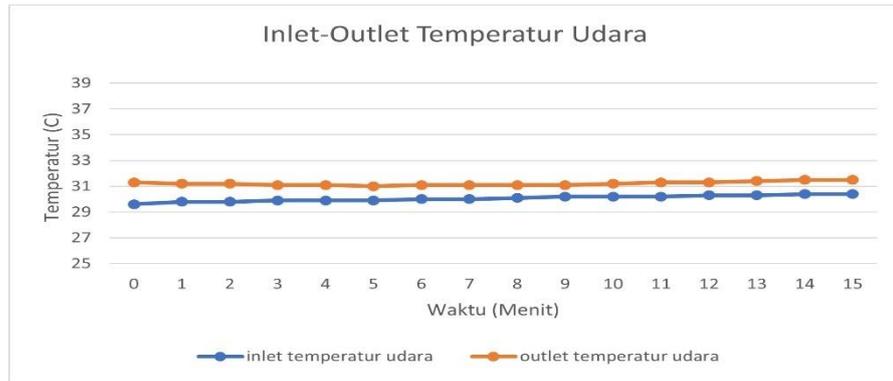


Gambar 4.1 Grafik temperatur rata-rata baterai *discharge* 5 LPM

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.1 bahwa ketika beban mulai dinyalakan, rata rata temperatur baterai didapatkan sekitar 31,6 °C. Berjalannya waktu, semakin lama beban dinyalakan maka rata-rata temperatur pada baterai yang dihasilkan semakin meningkat temperatur tertinggi yang dihasilkan sebesar 35,3 °C pada waktu 15 menit.

b. Temperatur In – Out Udara

Temperatur in – out udara dihasilkan dari pengukuran dengan menggunakan *thermocouple*. Termokopel dimasukan ke dalam selang yang dialirkan oleh udara. terdapat 2 *probe* yang dipasang di aliran kompresor yaitu probe dipasang ketika udara akan masuk ke dalam alumunium serpentine, dan probe lainnya dipasang ketika udara keluar dari alumunium serpentine. Di bawah ini gambar berupa grafik temperatur in-out udara sebagai berikut.



Gambar 4.2 temperatur In – Out Udara *Discharge* 5 LPM

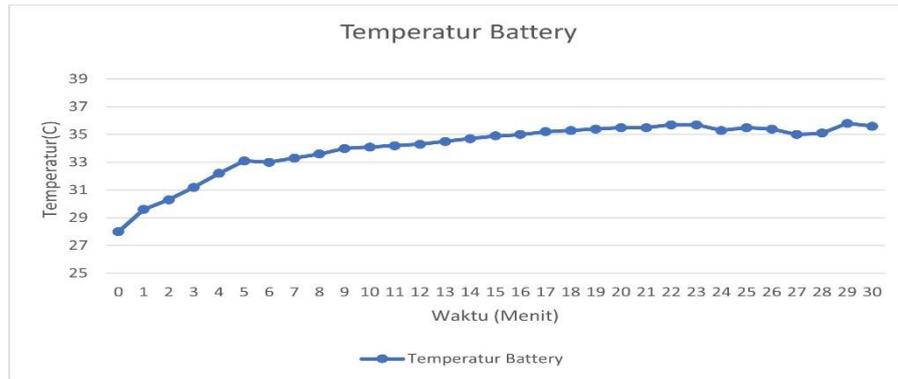
Berdasarkan grafik temperatur in-out udara pada gambar 4.2 yang terlihat bahwa temperatur udara yang masuk ke alumunium serpentine lebih dingin daripada temperatur udara yang keluar dari alumunium serpentine. Hal ini karena ketika udara masuk ke dalam alumunium serpentine, udara ini akan menyerap panas yang dihasilkan oleh baterai. Maka dari itu temperatur Out lebih panas daripada temperatur In. Berdasarkan grafik tersebut, ketika pengurangan baterai awal temperatur masuk 29,6 °C sedangkan temperatur akhir sebesar 30,04 °C. Semakin panas yang dihasilkan oleh baterai, maka semakin panas udara yang mengalir. Kemudian temperatur out awal sebesar 31,3 dan temperatur out akhir 31,5 °C. Pada saat waktu mencapai 15 menit.

4.1.2 Charge 5 LPM

Dibawah ini adalah beberapa pengujian pada saat pengisian daya baterai, dengan laju ariran udara sebesar 5 LPM

a. Temperatur Rata – rata Baterai

Adapun hasil dari pengujian yang telah dilaksanakan, dapat dilihat pada grafik berikut ini.

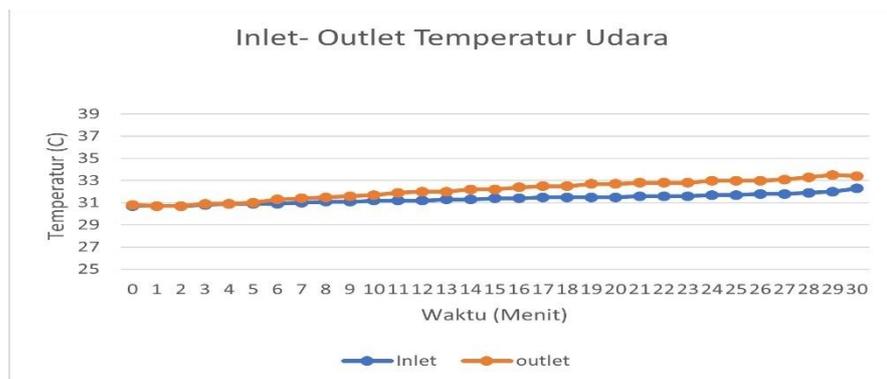


Gambar 4.3 Grafik temperatur rata-rata baterai *Charge 5* LPM

Berdasarkan Grafik tersebut, pada Gambar 4.3 dapat kita lihat bahwa temperature baterai awal dari 28°C hingga mencapai 35,06 °C selama 30 menit pada saat *charge 5* LPM.

b. Temperatur Inlet – Outlet Udara

Berikut ini adalah grafik antara temperature Inlet dan outlet yang penulis ukur dengan batas waktu 30 menit dalam kondisi *charge*.



Gambar 4.4 Grafik In – Out Udara

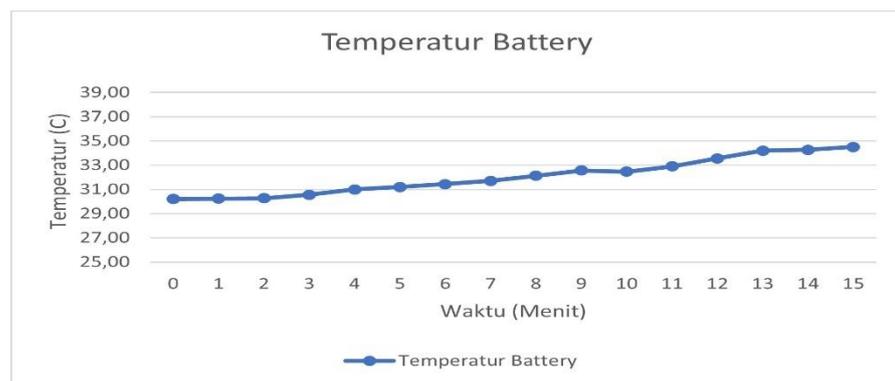
Dalam grafik tersebut (Gambar 4.4) yang dilihat di atas menunjukkan bahwa temperatur udara yang masuk ke dalam serpentine lebih rendah daripada temperatur udara yang keluar dari aluminium serpentine. Hal ini karena ketika udara masuk ke dalam aluminium serpentine, maka dari itu temperatur Out lebih panas daripada temperatur In. mengacu pada grafik, ketika pengecasan awal temperatur In diperoleh 30,7°C namun pada

akhir temperature berada pada 32,3°C. semakin panas yang dihasilkan oleh baterai, maka semakin panas udara yang mengalir. Kemudian temperatur Outlet awal yang dihasilkan sebesar 30,8 °C dan temperatur Out akhir sebesar 33,4 °C pada waktu mencapai 30 menit.

4.1.3 Discharge 10 LPM

a. Temperatur Rata – rata Baterai

Di bawah ini merupakan grafik temperatur baterai discharge 10 LPM dari penggunaan baterai dalam waktu 15 menit.

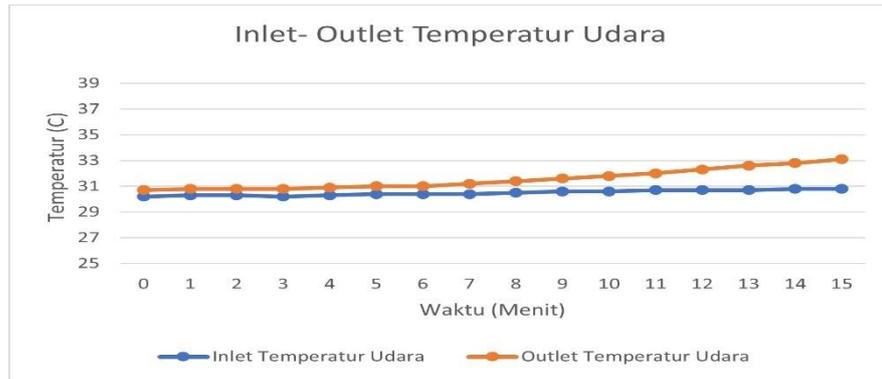


Gambar 4.5 Grafik Rata – rata Temperatur Baterai

Dalam grafik tersebut yaitu pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa ketika beban mulai menyala rata – rata temperatur baterai didapatkan temperature awal 30,20 °C, semakin lama beban menyala maka rata – rata temperatur pada baterai yang dihasilkan semakin meningkat. Ketika beban mati dengan sendirinya, rata – rata temperatur tertinggi yang dihasilkan sebesar 34,50 °C pada waktu 15 menit.

b. Temperatur Inlet – Outlet Udara

Berikut ini adalah grafik kondisi temperatur udara Inlet dan Outlet, yang penulis ukur dengan batas waktu pengukuran selama 15 menit, dengan kondisi *charge* pada aliran 10 LPM.



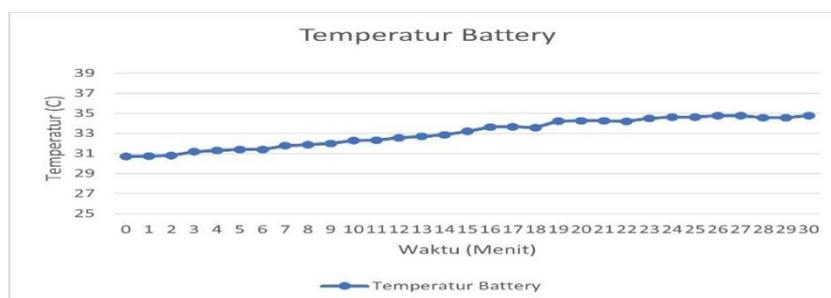
Gambar 4.6 Grafik Temperatur In – Out Udara 10 LPM

Dapat kita lihat bahwa pada Gambar 4.6, temperatur in – out udara ketika discharge 10 LPM didapatkan bahwa temperatur in awal pengujian diperoleh sebesar 30,2°C. Temperatur awal in semakin naik apabila terus berlangsung, sehingga di waktu 15 menit adalah temperatur tertinggi pada udara yang masuk *serpentine* mencapai 30,8°C sedangkan pada temperatur out awal pengujian pengujian yaitu 30,7°C dan temperatur tertinggi yang keluar dari *serpentine* sebesar 33,1°C.

4.1.4 Charge 10 LPM

a. Temperatur Rata – rata Baterai

Berikut ini adalah grafik peningkatan temperatur baterai pada kondisi charge dengan aliran 10 LPM, waktu temperatur baterai yang digunakan saat mengukur yaitu 30 menit.



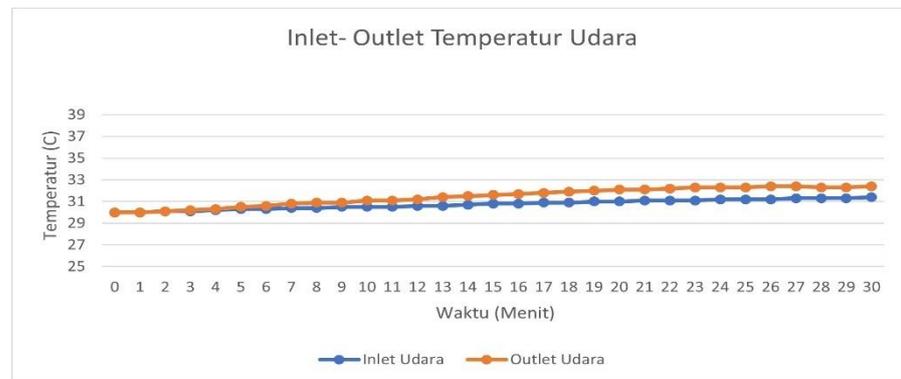
Gambar 4.7 Grafik Rata – rata Temperatur Baterai 10 LPM

Dapat kita lihat pada grafik (gambar 4,7) bahwa temperatur baterai dalam kondisi *charge* dari 0 sampai 30 menit, rata – rata temperatur baterai diperoleh 30,7°C. Ketika waktu terus berjalan dan masih melakukan pengisian pada baterai, maka temperatur

akan semakin naik. Berdasarkan grafik ini merupakan temperatur rata – rata tertinggi pada charge 10 LPM temperatur 3,77°C

b. Temperatur Inlet – Outlet Udara

Berikut ini adalah grafik kondisi temperatur udara Inlet dan Outlet, yang penulis ukur dengan batas waktu pengukuran selama 30 menit, dengan kondisi *charge* pada aliran 10 LPM.



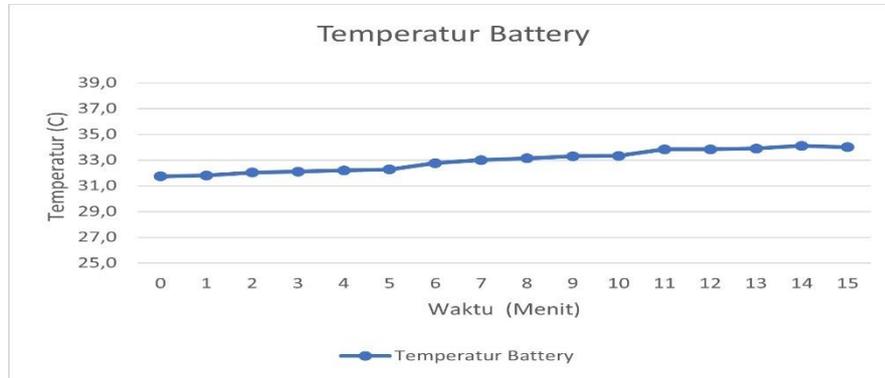
Gambar 4.8 Grafik In – Out Udara 10 LPM

Dapat kita lihat bahwa pada Gambar 4.8 temperatur udara yang masuk ke alumunium serpentine lebih rendah daripada temperatur udara yang keluar dari alumunium serpentine. Ketika pengecasan awal temperatur in diperoleh 30,0°C sedangkan temperatur out diperoleh 29,5°C semakin panas yang dihasilkan oleh baterai, maka semakin paanas udara yang masuk, kemudian temperatur in tertinggi yang dihasilkan sebesar 31,4°C dan temperatur out tertinggi sebesar 32,4°C pada waktu mencapai 30 menit.

4.1.5 Discharge 15 LPM

a. Temperature Rata – Rata Baterai

Berikut ini adalah grafik peningkatan temperature baterai pada kondisi discharge dengan aliran 15 LPM, yang penulis ukur dalam waktu 15 menit.



Gambar 4.9 Grafik Rata – rata Temperatur Baterai 15 LPM

Dapat kita lihat pada grafik (gambar 4,9) bahwa ketika beban menyala, rata – rata temperatur baterai dihasilkan temperatur awal

31,7°C. Semakin lama beban menyala maka rata – rata temperatur

pada baterai yang dihasilkan semakin meningkat secara stabil.

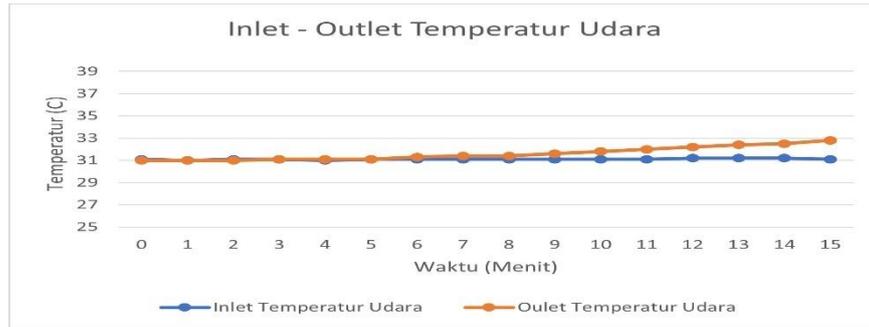
Dan

ketika beban mati dengan sendirinya, rata – rata temperatur tertinggi

yang dihasilkan temperatur akhir 34,0°C pada waktu 15 menit.

b. Temperatur In – Out Udara

Berikut ini adalah grafik kondisi temperatur udara Inlet dan Outlet, yang penulis ukur dengan batas waktu pengukuran selama 15 menit, dengan kondisi *discharge* pada aliran 15 LPM.



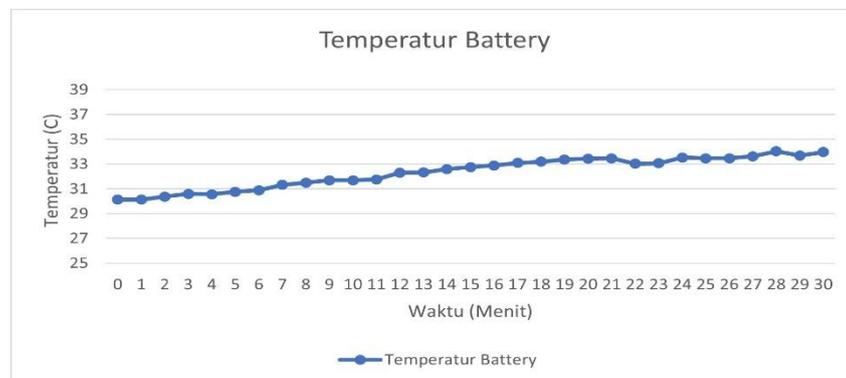
Gambar 4.10 Grafik In – Out Udara *Discharge* 15 LPM

Dapat kita lihat bahwa pada Gambar 4.10 temperatur udara yang masuk ke alumunium serpentine lebih rendah daripada temperature udara yang keluar dari alumunium serpentine. Ketika pengecasan awal temperature in diperoleh 31,1°C sedangkan temperatur out diperoleh 31,0°C semakin panas yang dihasilkan oleh baterai, maka semakin paanas udara yang masuk, kemudian temperatur in tertinggi yang dihasilkan sebesar 31,1°C dan temperatur out tertinggi sebesar 32,8°C pada waktu mencapai 15 menit.

4.1.6 Charge 15 LPM

a) Temperatur Rata – Rata

Berikut ini adalah grafik peningkatan temperatur baterai pada kondisi charge dengan aliran 15 LPM, yang penulis ukur dalam waktu 30 menit.

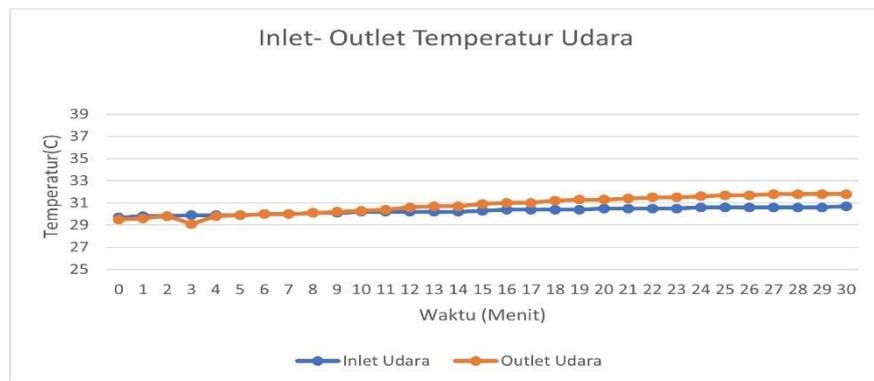


Gambar 4.11 Grafik Rata – rata Temperatur Baterai 15 LPM

Dapat kita lihat pada grafik (gambar 4,11) bahwa temperatur baterai dalam kondisi charge, aliran 15 LPM dalam waktu 30menit terjadi peningkatan yang mula-mula 30,13 °C, menjadi 33,97 °C.

b) Temperatur In – Out Udara

Berikut ini adalah grafik kondisi temperatur udara Inlet dan Outlet, yang penulis ukur dengan batas waktu pengukuran selama 30 menit, dengan kondisi charge pada aliran 15 LPM.

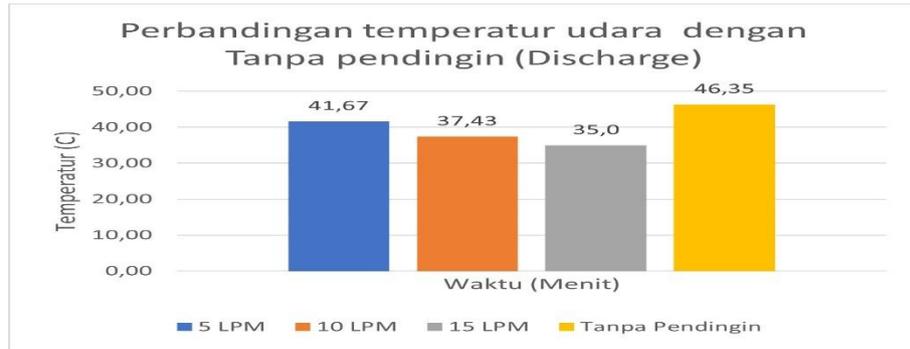


Gambar 4.12 Grafik In – Out Udara Charge 15 LPM

Dapat kita lihat bahwa pada Gambar 4.12 penurunan temperatur udara Outlet dalam waktu awal berada pada 29,5°C, dan temperatur akhir 31,8 sampai waktu 30 menit temperature Inlet 29,7 sedangkan pada temperatur udara akhir dalam waktu 30 menit berada pada 30,7 °C.

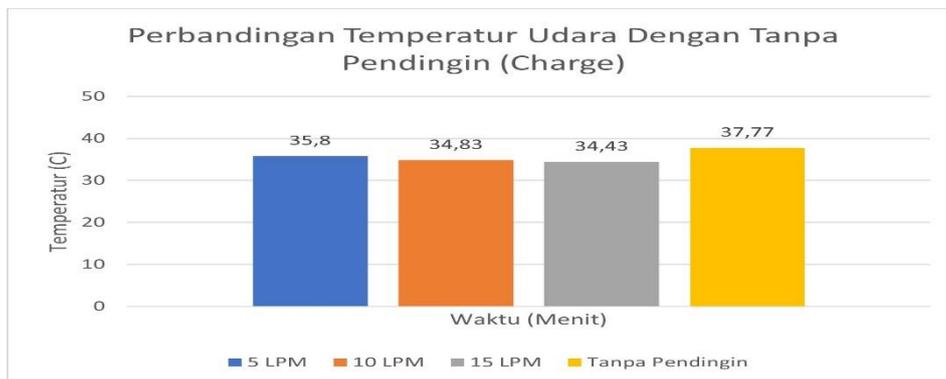
4.2 Perbandingan Temperatur Medium Udara Dengan Tanpa Pendingin

Dibawah ini merupakan perbandingan temperatur maksimal medium udara dengan tanpa tanpa pendingin yang dilakukan ketika *discharge* dan *charge* selama pengujian. Laju aliran udara mempunyai variasi 5 LPM, 10 LPM dan 15 LPM.



Gambar 4.13 Perbandingan temperatur Udara Dengan Tanpa Pendingin *Discharge*

Berdasarkan dengan laju aliran 5 LPM, 10 LPM, dan 15 LPM, penggunaan udara dapat menurunkan suhu baterai ketika discharge, seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.19. Laju aliran 5 LPM dapat menurunkan suhu baterai sebesar 4,68°C., laju aliran 10 LPM 8,92°C, dan laju aliran 15 LPM 11,35°C. Jika diperhatikan, suhu yang dihasilkan oleh baterai semakin rendah seiring dengan laju aliran udara yang lebih tinggi. Ini berdasarkan hasil perbandingan penggunaan udara pada baterai, yang menunjukkan bahwa suhu dapat menurun ketika discharge tidak signifikan.



Gambar 4.14 Perbandingan temperatur Udara Dengan Tanpa Pendingin *Charge*

Gambar 4.14 menunjukkan perbandingan suhu udara tanpa pendingin dengan

baterai tanpa pendingin. Ini menunjukkan bahwa penggunaan udara dengan laju aliran 5 LPM sebesar $0,77^{\circ}\text{C}$, laju aliran 10 LPM sebesar $1,74^{\circ}\text{C}$, dan laju aliran 15 LPM sebesar $2,14^{\circ}\text{C}$.

4.3 Tahapan Perhitungan

Daya Listrik

$$P = V \times I$$

$$= 3,7 \times 1,25$$

$$= 4.525 \text{ watt}$$

$$P_{\text{in total}} = P_{\text{in}} \times nF$$

$$= 4.525 \times 13$$

$$= 60,125 \text{ watt}$$

4.3.1 Variasi Arah aliran Searah (*Pararel Flow*)

Untuk variasi aliran pararel, terdapat 3 variasi laju aliran yaitu, 5 LPM,

10 LPM dan 15 LPM.

a. 5 LPM

Data yang diketahui yang akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah arah (*pararel*) dan variasi aliran 5 LPM adalah.

Tabel 4.1 Data *Discharge* 5 LPM

Keterangan	Data	Satuan
kuatArus	1,25	A
Hambatan	79,05	Ω
T_{Cell}	31,6	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	41,5	$^{\circ}\text{C}$
Entropy	2517,8501	$\text{J}/^{\circ}\text{C}$
Jumlah Baterai	13	Cell
Luas Penampang	0,000864	m^2
Ukuran Pipa	0,048	m^2
Koefesien Thermal	0,023	$\text{J}/\text{kg}.\text{^{\circ}\text{C}}$
Waktu	900	Detik
Volt	3,7	Volt

Perhitungan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (*pararel*) dan variasi laju aliran 5 LPM. Sebagai berikut:

Perubahan Energi panas

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{cell}}}{dt} = I^2 R + T_{\text{cell}} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{\text{cell}} - T_{\text{amb}})$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{cell}}}{dt} 1,5625 + 79,05 \frac{1,25}{13} \pm 0,000864 \times 0,023 (31,6 - 41,5)$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{cell}}}{dt} 105,1875 + 94668,75 \cdot 0,096154 \pm 6,44902E-06 \times 9,9$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{cell}}}{dt} 123,52 + 108688,85 \pm 6,38453E - 05$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{cell}}}{dt} 10812,37 \text{ Joule}$$

$$Q = 10812,37 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Menghitung COP (*Coefficient Of Performa*)

$$\text{Cop} = \frac{Q}{P_{\text{in.t}}}$$

$$\text{Cop} = \frac{10812,37}{60,125 \cdot 900}$$

$$\text{Cop} = \frac{10812,37}{54112,5}$$

$$= 0,199812757$$

- Perhitungan *efisiensi* yang dapat dihitung:

$$\eta = \text{Cop} \times 100\%$$

$$\eta = 0,1998 \times 100\%$$

$$\eta = 20 \%$$

Menghitung Bilangan *Reynold*

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$= \frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,096451 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 308,642$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{8,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{0,000864 \text{ m}^2}$$

$$= 0,096451 \text{ m/s}$$

- a) 5 LPM

Data yang diketahui yang akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (*pararel flow*) dan variasi laju aliran 10 LPM adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Data Hasil *Charge* 5 LPM

Keterangan	Data	Satuan
KuatArus	1,25	A
Hambatan	72,74	Ω
T_{Cell}	28	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	35,4	$^{\circ}\text{C}$
Entropy	7671,7969	J/ $^{\circ}\text{C}$
Jumlah Baterai	13	Cell
Luas Penampang	0,000864	m^2
Ukuran Pipa	0,048	m^2
Koefesien Thermal	0,023	J/kg. $^{\circ}\text{C}$
Waktu	1890	Detik
Volt	3,7	Volt

- Perubahan Energi Panas

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} = I^2 R + T_{cell} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{cell} - T_{amb})$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 1,5625 \times 72,74 + 28 \times 7671,797 \frac{1,25}{13} \pm 0,000280 \cdot 0,023 (28 - 35,4)$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 113,65625 + 214810,31 \cdot 0,96154 \pm 6,44902E-06 \cdot 7,4$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 113,66 + 20654,84 \mp 4,77228E - 05$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dt_{\text{cell}}}{dt} 20768,49$$

$$Q = 20768,49$$

- Menghitung COP (*Coefficient Of Performa*)

$$\text{COP} = \frac{Q}{P_{\text{in.t}}}$$

$$\text{COP} = \frac{20768,49}{60,125 \cdot 1890}$$

$$\text{COP} = \frac{20768,49}{113636,25}$$

$$= 0,18276293$$

- Menghitung efisiensi yang dapat dihitung

$$\eta = \text{COP} \times 100\%$$

$$\eta = 0,1828 \times 100\%$$

$$\eta = 18\%$$

- Menghitung Bilangan *Reynold*

$$R_e = \frac{\rho \cdot \vartheta \cdot D}{\mu}$$

$$\frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,096451 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 308,642$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{8,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{0,000864 \text{ m}^2}$$

$$= 0,096451 \text{ m/s}$$

b) 10 LPM

Data yang diketahui yang akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (*pararel flow*) dan variasi 10 LPM sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Hasil *Discharge* 10 LPM

Keterangan	Data	Satuan
KuatArus	1,25	A
Hambatan	79,95	Ω
T_{Cell}	30,2	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	37,23	$^{\circ}\text{C}$

Entropy	3387,1068	J/°C
Jumlah Baterai	13	Cell
Luas Penampang	0,000486	m ²
Ukuran Pipa	0,048	m ²
Koefesien Thermal	0,023	J/kg.°C
Waktu	900	detik
Volt	3,7	Volt

- Perubahan Energi Panas:

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} = I^2 R + T_{cell} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{cell} - T_{amb})$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 1,5625 \times 72,74 + 30,2 \times 3387,1068 \frac{1,25}{13} \pm 0,000864 \times 0,023 (30,2 - 37,23)$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 113,65625 + 102290,63 \times 0,096154 \pm 0,000019872 \times 7,03$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 113,66 + 9835,64 \pm 0,0001397$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} 9949,29$$

$$Q = 9949,29$$

- Menghitung COP (*Coefficient Of Performa*)

$$COP = \frac{Q}{P_{in.t}}$$

$$COP = \frac{9949,29}{60,125 \cdot 900}$$

$$COP = \frac{9949,29}{54112,5}$$

$$= 0,183863123$$

- Menghitung *efisiensi* yang dapat dihitung

$$\eta = 0,1839 \times 100\%$$

$$\eta = 0,1839$$

$$\eta = 18\%$$

- Menghitung Bilangan *Reynold*

$$Re = \frac{\rho \cdot \vartheta \cdot D}{\mu}$$

$$= \frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,192901 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 617,284$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1,67 \times 10^{-3} \text{ m/s}}{0,000864 \text{ m/s}}$$

$$= 0,192901 \text{ m/s}$$

- c) Data yang diketahui akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (pararel flow) dan variasi laju aliran 10 LPM sebagai berikut.

Tabel 4.4 Data Hasil Charge 10 LPM

Keterangan	Data	Satuan
KuatArus	1,25	A
Hambatan	73,95	Ω
T_{Cell}	30,7	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	34,74	$^{\circ}\text{C}$
Entropy	7098,0812	$\text{J}/^{\circ}\text{C}$
Jumlah Baterai	13	Cell
Luas Penampang	0,000486	m^2
Ukuran Pipa	0,048	m^2
Koefesien Thermal	0,023	$\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Waktu	1890	detik
Volt	3,7	Volt

- Perubahan Energi Panas

$$mC_{cell} = \frac{dT_{cell}}{dt} = I^2 R + T_{cell} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{cell} - T_{amb})$$

$$mC_{cell} = \frac{dt_{cell}}{dt} \cdot 1,5625 \times 73,95 + 30,7 \times 7098,0812 \frac{1,25}{13} \pm$$

$$0,000486 \times 0,023 (30,7 - 34,74)$$

$$mC_{cell} = \frac{dt_{cell}}{dt} 115,296875 + 217911,09 \times 0,096154$$

$$\pm 0,000019872 \times 4,04$$

$$mC_{cell} = \frac{dt_{cell}}{dt} 115,30 + 20952,99 \pm 8,02829$$

$$mC_{cell} = \frac{dt_{cell}}{dt} 20952,99$$

$$Q = 20952,99$$

- Menghitung COP (*Coefficient Of Performa*)

$$\text{COP} = \frac{Q}{P_{in.t}}$$

$$\text{COP} = \frac{20952,99}{60,125 \cdot 1890}$$

$$\text{COP} = \frac{20952,99}{113636,25}$$

$$= 0,185401108$$

- Menghitung efisiensi yang dapat dihitung

$$\eta = \text{COP} \times 100\%$$

$$\eta = 0,1854 \times 100\%$$

$$\eta = 19 \%$$

- Menghitung Bilangan *Reynold*

$$R_e = \frac{\rho \cdot \vartheta \cdot D}{\mu}$$

$$\frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,192901 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 617,284$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1,67 \times 10^{-3} \text{ m/s}}{0,000864 \text{ m/s}}$$

$$= 0,192901 \text{ m/s}$$

d) Data yang diketahui yang akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (*pararel flow*) dan variasi laju aliran 15 LPM sebagai berikut.

Tabel 4.4 Data Hasil Discharge 15

Keterangan	Data	Satuan
KuatArus	1,25	A
Hambatan	82,93	Ω
<i>T_Cell</i>	31,7	$^{\circ}\text{C}$
<i>T_amb</i>	35	$^{\circ}\text{C}$
Entropy	3678,8742	$\text{J}/^{\circ}\text{C}$
Jumlah Baterai	13	Cell

Luas Penampang	0,000486	m^2
Ukuran Pipa	0,048	m^2
Koefesien Thermal	0,023	J/kg. $^{\circ}$ C
Waktu	900	detik
Volt	3,7	Volt

- Perubahan Energi Panas

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dT_{\text{ceel}}}{dt} = I^2 R + T_{\text{cell}} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{\text{cell}} - T_{\text{amb}})$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dt_{\text{cell}}}{dt} 1,5625 \times 82,93 + 31,7 \times 3678,8742 \frac{1,25}{13} \pm$$

$$0,000864 \times 0,023 (31,7 - 35)$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dt_{\text{cell}}}{dt} 129,578125 + 116620,31 \times 0,096154 \pm 6,44902$$

$$\times 3,3$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dt_{\text{cell}}}{dt} 129,58 + 11213,49 \pm 6,55776$$

$$mC_{\text{cell}} = \frac{dt_{\text{cell}}}{dt} 11343,07$$

$$Q = 11343,07$$

- Menghitung COP (*Coefficient Of Performa*)

$$\text{Cop} = \frac{Q}{P_{\text{in. t}}}$$

$$\text{Cop} = \frac{11343,07}{60,125 \cdot 900}$$

$$\text{Cop} = \frac{11343,07}{54112,5}$$

$$= 0,209620138$$

- Menghitung *efesiensi* yang dapat dihitung

$$\eta = \text{Cop} \times 100\%$$

$$\eta = 0,2096 \times 100\%$$

$$\eta = 21\%$$

- Menghitung Bilangan *Reynold*

$$Re = \frac{\rho \cdot \vartheta \cdot D}{\mu}$$

$$= \frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,289352 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 925,9259$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{2,50 \times 10^{-3} \text{ m/s}}{0,000864 \text{ m/s}}$$

$$= 0,289352 \text{ m/s}$$

e) Data yang diketahui yang akan digunakan untuk perhitungan pada variasi arah aliran searah (pararel flow) dan variasi laju aliran 15 LPM sebagai berikut.

Tabel 4.6 Data Hasil Charge 15 LPM

Keterangan	Data	Satuan
KuatArus	1,25	A
Hambatan	80,93	Ω
T_{Cell}	30,13	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	34,43	$^{\circ}\text{C}$
Entropy	8128,1997	$\text{J}/^{\circ}\text{C}$
Jumlah Baterai	13	Cell
Luas Penampang	0,000864	m^2
Ukuran Pipa	0,048	m^2
Koefesien Thermal	0,023	$\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Waktu	1890	Detik
Volt	3,7	Volt

- Perubahan Energi Panas

$$mC_{cell} = \frac{dT_{ceel}}{dt} = I^2 R + T_{cell} \Delta S \frac{I}{nF} \pm Ah (T_{cell} - T_{amb})$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{ceel}}{dt} 1,5625 \cdot 80,93 + 30,13 \times 8128,1997 \frac{1,25}{13} \pm$$

$$0,000864 \times 0,023 (30,13 - 34,43)$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{ceel}}{dt} 129,578125 + 244902,66 \times 0,096154 \pm$$

$$0,00001972 \times 4,3$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{ceel}}{dt} 129,58 + 23548,33 \pm 8,54496$$

$$mC_{cell} = \frac{dT_{ceel}}{dt} 23677,91$$

$$Q = 23677,91$$

- Menghitung COP (*Coffcient Of Performa*)

$$\text{Cop} = \frac{Q}{P_{in.t}}$$

$$\text{Cop} = \frac{23677,91}{60,125 \cdot 1890}$$

$$\text{Cop} = \frac{23677,91}{113636,25}$$

$$= 0,20836582$$

- Menghitung efisiensi yang dapat dihitung

$$\eta = \text{Cop} \times 100\%$$

$$\eta = 0,2084 \times 100\%$$

$$\eta = 21 \%$$

- Menghitung Bilangan *Reynold*

$$R_e = \frac{\rho \cdot \vartheta \cdot D}{\mu}$$

$$\frac{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,289352 \text{ m/s} \cdot 0,048 \text{ m}}{0,018 \text{ pa s}} = 925,9259$$

- Menghitung Kecepatan Udara

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{2,50 \times 10^{-3} \text{ m/s}}{0,000864 \text{ m/s}}$$

$$= 0,289352 \text{ m/s}$$

4.4 Analisa Hasil Perhitungan

Data eksperimen yang diperoleh dari hasil pengolahan data disusun dalam bentuk tabel. Terdiri dari beberapa hubungan antar variable yang diamati, yaitu nilai kalor, *Coefficient Of Performa* (COP), nilai efisiensi, bilangan Reynold dan Kecepatan udara. Dari berbagai grafik tersebut diharapkan dapat melihat kinerja *Wavy Channel (Serpentine)* pada sistem pendingin baterai lithium – ion dengan parameter pada fluida, arah aliran dan laju aliran. Berikut ini hasil dari perhitungan pada udara.

Tabel 4.7 hasil perhitungan data udara

	Discharge			Charge		
	5	10	15	5	10	15
Q (banyaknya Kalor)	10812,37 J/Kg.°C	9949,29 J/Kg.°C	11343,07 J/Kg.°C	20768,49 J/Kg.°C	20952,99 J/Kg.°C	23677,91 J/Kg.°C
COP (Coefficient Of Performa)	0,199812757	0,183863123	0,209620138	0,18276293	0,1854401108	0,20836582
Efisiensi (%)	20%	18%	21%	18%	19%	21%

Dari tabel 4.7 diatas menunjukkan bahwa setiap sistem pendingin baterai menggunakan udara memiliki efesiensi termal terkecil dan terbesar. Efesiensi terkecil terdapat pada variasi 10 Lpm *Discharge* yaitu memiliki efesiensi sebesar 18% dan efesiensi terbesarnya terdapat variasi 15 *Discharge* yaitu memiliki efesiensi sebesar 21% dan variasi 5 Lpm *Charge* yaitu memiliki efesiensi sebesar 18% dan efesiensi terbesarnya terdapat variasi 15 *Charge* yaitu memiliki efesiensi sebesar 21%.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan

No	Bilangan Reynold	Kecepatan Udara
5 LPM	308,642	0,096451 m/s
10 LPM	617,284	0,192901 m/s
15 LPM	925,9259	0,289352 m/s

Dari tabel 4.8 diatas menunjukkan bahwa setiap bilangan reynold dan kecepatan udara variasi 5 Lpm dengan bilangan reynold mendapatkan hasil 308,642 dan kecepatan udara mendapatkan 0,096451 m/s dan variasi 10 lpm bilangan reynold mendapatkan hasil 617,284 dan kecepatan udara mendapatkan hasil 0,192901 m/s dan variasi 15 Lpm dengan bilangan reynold 925,9259 dan kecepatan udara 0,289352 m/s.