

**ANALISIS PROSES PENDINGINAN LITHIUM – ION
BATERAI MENGGUNAKAN MEDIA FLUIDA AQUADEST
DAN *ETHYLENE GLYCOL***

Skripsi



**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Strata
Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:

Rodo Tuah Parulian Sitanggang

3331190066

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2023**

No : 062/UJN.43.3.1/PK.03.08/2023

TUGAS AKHIR

Analisis Proses Pendinginan Lithium – Ion Baterai Menggunakan Media Fluida Aquadest Dan Ethylene Glycol


Dipersiapkan dan disusun oleh:

Rodo Tuah Parulian Sitanggang
3331190066

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 18 Desember 2023

Pembimbing Utama


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP. 198902262015041002



Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP. 197910302003121001

Anggota Dewan Penguji


Emy Listijorini, ST., MT.
NIP. 197011022005012001


Dr. Dwindarto, ST., MT.
NIP. 198301122008121001


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP. 198902262015041002


Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP. 197910302003121001

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 28 Desember 2023
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rodo Tuah Parulian Sitanggang
NPM : 3331190066
Jenjang : Strata 1/S1
Program Studi : Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :” Analisis Proses Pendinginan Lithium – Ion Baterai Menggunakan Fluida Aquadest dan Ethylene Glycol”, adalah ASLI (original) atau tidak plagiat (menjiplak) dari sumber manapun kecuali dari sumber yang disertakan dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu atau ada pihak lain mengklaim bahwa Tugas akhir yang telah saya buata adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata.

Agung, Desember 2023



(Rodo Tuah P Sitanggang)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dilimpahkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Proses Pendinginan Lithium – Ion Baterai Menggunakan Media Fluida *Aquadest* Dan *Ethylene Glycol* ”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan dalam mengajukan tugas akhir di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Dalam penyusunan laporan ini penulis mendapat banyak sekali bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang terlibat langsung dalam pembuatan laporan maupun pihak-pihak yang mendukung kelancaran tugas akhir. Oleh karenanya, dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang memberikan kesehatan, kasih dan karunia-Nya sehingga prosesnya dapat berjalan dengan baik.
2. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Yusvardi Yusuf ,ST.,MT selaku pembimbing akademik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa serta dosen pembimbing II tugas akhir. Terimakasih atas bimbingan ,pengarahan, serta masukan selama penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Mekro Permana Pinem ST.,MT selaku dosen pembimbing I tugas akhir. Terimakasih atas bimbingan, pengarahan, serta masukan selama penyusunan tugas akhir.
5. Ibu Miftahul Jannah ST.,MT selaku Kordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Bapak, Mamak, Kakak Donartauli Perwitasari Sitanggung, Ima Novita Sari Sitanggung , Thytin Priyanti Sitanggung dan Prima Deardo Sitanggung yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
7. Teman-teman dari tim pendingin baterai ,dan jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas dukungan dalam melakukan penyusunan laporan tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyusunan laporan

tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulisan laporan tugas akhir ini mungkin masih memiliki banyak kekurangan, untuk itulah saran dan masukan yang membangun semangat penulis harapkan demi perbaikan proposal ini. Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yesus Kristus membalas segala kebaikan semua pihak yang sudah membantu. Diharapkan proposal laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Cilegon, Desember 2023

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS PROSES PENDINGINAN LITHIUM-ION BATERAI MENGUNAKAN MEDIA FLUIDA AQUADEST DAN ETHYLENE GLYCOL

RODO TUAH PARULIAN SITANGGANG

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Baterai adalah suatu penyimpan energi bagi kendaraan listrik yang digunakan sebagai sumber daya. Penelitian ini dilakukan dengan secara eksperimental guna mendapatkan hasil yang optimal sehingga akan didapatkan standar dan kualitas yang baik dalam baterai pada saat menggunakan pendingin baterai. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi temperatur dari baterai adalah dengan cara menggunakan fluida sebagai pendingin. Fluida yang digunakan adalah campuran air *aquadest* dan *ethylene glycol*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi campuran *ethylene glycol* pada sistem pendingin tipe *wavy channel* dan mengevaluasi efek laju aliran dari fluida tersebut. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil pendingin terbaik pada variasi konsentrasi dan laju aliran dari fluida. Didapatkan efektivitas fluida yang digunakan sebagai pendingin dari baterai. Dimana larutan yang terbaik adalah air dan *ethylene glycol* (40:60), dikarenakan penurunan temperatur tertinggi yang dihasilkan oleh fluida tersebut adalah sebesar 15,69 %, 8,47 %, dan 9,57% (*Discharge*) serta 1,91 % (*Charge*). Sedangkan air dan *ethylene glycol* (60:40) hanya mampu menurunkan temperatur baterai tertinggi sebesar 11,82 % , 6,09 %, dan 4,56 % (*Discharge*) serta 6,25% (*Charge*). Sementara laju aliran fluida terbaik ialah 0,3 Lpm karena memiliki efektivitas terbaik yang menurunkan temperatur baterai sebesar 15,69 % pada larutan air dan *ethylene glycol* (40:60), dan pada larutan (60:40) juga memiliki nilai tertinggi pada aliran 0,3 Lpm sebesar 11,82 %.

Kata Kunci : *Aquadest*, Baterai ,*Ethylene Glycol* ,*Wavy channel*

ABSTRACT

ANALYSIS OF LITHIUM-ION BATTERY COOLING PROCESS USING AQUADEST AND ETHYLENE GLYCOL FLUID MEDIA

RODO TUAH PARULIAN SITANGGANG

*Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sultan Ageng
Tirtayasa University*

The battery is an energy storage for electric vehicles that is used as a power source. This research was carried out experimentally in order to obtain optimal results so that good standards and quality will be obtained in the battery when using a battery cooler. One way that can be done to reduce the temperature of the battery is by using fluid as a coolant. The fluid used is a mixture of distilled water and ethylene glycol. The aim of this research is to evaluate the ethylene glycol mixture in a wavy channel type cooling system and evaluate the effect of the flow rate of the fluid. The method used in this research is an experimental method. After conducting research, the best cooling results were obtained with variations in concentration and flow rate of the fluid. The effectiveness of the fluid used as a coolant for the battery was found. Where the best solution is water and ethylene glycol (40:60), because the highest temperature reduction produced by this fluid is 15.69%, 8.47%, and 9.57% (Discharge) and 1.91% (Charge). Meanwhile, water and ethylene glycol (60:40) were only able to reduce the highest battery temperature by 11.82%, 6.09%, and 4.56% (Discharge) and 6.25% (Charge). Meanwhile, the best fluid flow rate is 0.3 Lpm because it has the best effectiveness in reducing battery temperature by 15.69% in a solution of water and ethylene (40:60), and the solution (60:40) also has the highest value at a flow of 0, 3 Lpm is 11.82%.

Keywords: Aquadest, Battery, Ethylene Glycol, Wavy channel

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Baterai.....	4
2.2 Jenis- Jenis Baterai	5
2.2.1 Berdasarkan Tipe Pemakaian	5
2.2.2 Berdasarkan Bahan Elektrolit.....	5
2.3 Baterai <i>Lithium- Ion</i>	6
2.4 BMS (<i>Battery Management System</i>)	8
2.5 Perpindahan panas	9
2.6 Sistem Pendingin	11
2.7 <i>Ethylene Glycol</i>	12
2.8 Air Aquades	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2 Prosedur Penelitian	16
3.3 Tahapan Pengujian	18
3.3.1 Pengujian Menggunakan <i>Wavy Channel</i>	18

3.3.2 Pengujian Tanpa <i>Wavy Channel</i>	18
3.4 Alat dan Bahan	19
3.4.1 Alat	19
3.4.2 Bahan	22
3.5 Jadwal Penelitian	24

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Komposisi <i>Ethylene Glycol & Air</i>	25
4.2 Efektivitas <i>Thermal Ethylene Glycol & Air</i>	25
4.2.1 0,3 Lpm <i>Discharge</i>	26
4.2.2 0,3 Lpm <i>Charge</i>	34
4.2.3 0,6 Lpm <i>Discharge</i>	41
4.2.4 0,6 Lpm <i>Charge</i>	48
4.2.5 0,9 Lpm <i>Discharge</i>	55
4.2.6 0,9 Lpm <i>Charge</i>	62
4.3 Perbandingan Temperatur Baterai Tanpa Pendingin & Menggunakan Pendingin	69

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batreai Lithium -Ion.....	8
Gambar 2.2 BMS (Battery Management System)	9
Gambar 2.3 Perpindahan Panas.....	11
Gambar 2.4 Air Aquades.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Multitester	19
Gambar 3.3 Battery Tester	19
Gambar 3.4 Flir	20
Gambar 3.5 <i>Wavy Channel</i>	21
Gambar 3.6 Radiator	21
Gambar 3.7 Pompa.....	21
Gambar 3.8 <i>Mixer</i>	22
Gambar 3.9 <i>Thermocouple</i>	22
Gambar 3.10 Air Aquades.....	23
Gambar 3.11 Etilen Glikol	23
Gambar 3.12 <i>Coolant</i>	24
Gambar 3.13 Alat Pengujian	24
Gambar 4.1 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>).....	26
Gambar 4.2 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40).....	27
Gambar 4.3 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60).....	28
Gambar 4.4 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>).....	29
Gambar 4.5 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>).....	31
Gambar 4.6 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Disharge</i>) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40).....	32
Gambar 4.7 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Discharge</i>) 0,3 Lpm Varisai Air & Ethylene (40:60)	33
Gambar 4.8 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>)	34

Gambar 4.9 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40)	35
Gambar 4.10 Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60)	36
Gambar 4.11 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>).....	37
Gambar 4.12 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>).....	39
Gambar 4.13 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)	39
Gambar 4.14 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)	40
Gambar 4.15 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>).....	41
Gambar 4.16 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40)	42
Gambar 4.17 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60)	43
Gambar 4.18 Voltase Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>).....	44
Gambar 4.19 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>).....	46
Gambar 4.20 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Discharge</i>) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)	46
Gambar 4.21 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Discharge</i>) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)	47
Gambar 4.22 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>)	48
Gambar 4.23 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40).....	49
Gambar 4.24 Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60).....	50
Gambar 4.25 Voltase Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>).....	51
Gambar 4.26 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>).....	53
Gambar 4.27 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40).....	53
Gambar 4.28 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)	54

Gambar 4.29 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>).....	55
Gambar 4.30 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40)	56
Gambar 4.31 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60)	57
Gambar 4.32 Voltase Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>)	58
Gambar 4.33 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,9 Lpm (<i>Disharge</i>).....	60
Gambar 4.34 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Disharge</i>) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)	60
Gambar 4.35 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Discharge</i>) 0,9 Lpm Varisai Air & Ethylene (40:60)	61
Gambar 4.36 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>)	62
Gambar 4.37 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>) Variasi Air & Ethylene (60 : 40).....	63
Gambar 4.38 Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>) Variasi Air & Ethylene (40 : 60).....	64
Gambar 4.39 Voltase Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>).....	65
Gambar 4.40 Perbedaan Temperatur tertinggi Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>).....	67
Gambar 4.41 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40).....	68
Gambar 4.42 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (<i>Charge</i>) 0,9 Lpm Varisai Air & Ethylene (40:60)	69
Gambar 4.43 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>)	70
Gambar 4.44 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>)	71
Gambar 4.45 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>)	72
Gambar 4.46 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>)	74
Gambar 4.47 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>) ...	75
Gambar 4.48 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>)	76

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Perbandingan Air dan <i>Ethylene Glycol</i>	25
Tabel 4.2 Internal (R) Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Discharge</i>)	30
Tabel 4.3 Internal (R) Baterai Aliran 0,3 Lpm (<i>Charge</i>).....	38
Tabel 4.4 Internal (R) Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Discharge</i>)	45
Tabel 4.5 Internal (R) Baterai Aliran 0,6 Lpm (<i>Charge</i>).....	52
Tabel 4.6 Internal (R) Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Discharge</i>)	59
Tabel 4.7 Internal (R) Baterai Aliran 0,9 Lpm (<i>Charge</i>).....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya zaman, kemajuan dan perkembangan teknologi di dunia khususnya di Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Perkembangan tersebut tentunya memberikan dampak yang sangat positif terhadap kehidupan masyarakat, baik dalam dunia pendidikan, industri, ekonomi dan lain sebagainya. Salah satu hasil produksi yang didapatkan akibat dari kemajuan dari teknologi ialah mobil listrik. Mobil listrik adalah suatu kendaraan atau alat transportasi yang menggunakan listrik sebagai energi utama untuk menggerakkan mobil listrik. Mobil listrik mempunyai beberapa keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan mobil bermesin yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM), diantaranya adalah tidak mengeluarkan gas emisi dalam kendaraan. Selain itu mobil listrik tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai penggerak utamanya, sehingga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015, penggunaan berkelanjutan bahan bakar fosil telah menyebabkan peningkatan yang stabil dari konsentrasi CO₂ di atmosfer menjadi 400,26 ppm (part per milion). Sektor transportasi adalah kontributor utama bagi konsumsi bahan bakar fosil dunia dan emisi gas rumah kaca. Pada tahun 2013, energi yang dihabiskan di sektor transportasi terdiri 27,6% dari total konsumsi energi di dunia dan 92,6% dari jumlah ini didasarkan pada konsumsi produk minyak. Selain itu, emisi CO₂ yang dihasilkan oleh sektor transportasi adalah 22,9% dari total emisi CO₂ di dunia.

Baterai adalah suatu penyimpan energi bagi kendaraan listrik yang digunakan sebagai sumber daya. Tanpa adanya baterai maka kendaraan listrik tidak akan dapat digerakkan. Salah satu jenis baterai yang digunakan dalam kendaraan listrik adalah baterai *lithium-ion*. Baterai *lithium ion* pertama kali dipasarkan oleh Sony pada awal tahun 1990. Baterai *lithium ion* memiliki keunggulan diantaranya performa yang baik, ringan. Sama dengan baterai pada umumnya, *Lithium Ion* menggunakan katoda, anoda, dan elektrolit. Pada saat

pengosongan, electron mengalir dari anoda ke beban kemudian berakhir di katoda. Sedangkan saat pengisian (*charging*), terjadi proses kebalikannya, yaitu elektron ke anoda melalui charging dan ion-ion kembali ke katoda. (Dickson Kho,2007). Baterai dalam mobil listrik diperlukan pendingin yang bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan baterai pada kendaraan listrik.

Proses pendinginan baterai *lithium -ion* adalah salah satu permasalahan untuk mobil listrik dalam hal kinerja baterai dan siklus hidup baterai, khususnya pada saat beroperasi pada situasi yang ekstrem mengakibatkan suhu pada baterai meningkat, sehingga pendingin pada baterai adalah komponen yang penting untuk dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan dengan secara eksperimental guna mendapatkan hasil yang optimal sehingga akan didapatkan standar dan kualitas yang baik dalam baterai pada saat menggunakan pendingin baterai pada kendaraan listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan ,maka terdapat beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengevaluasi efektivitas campuran etilen glikol dan air pada sistem pendingin baterai tipe *wavy channel*.
2. Bagaimana cara mengevaluasi efek laju aliran massa dari campuran etilen glikol dan air pada kinerja sistem pendingin baterai tipe *wavy channel*

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi efektivitas campuran etilen glikol dan air pada sistem pendingin baterai tipe *wavy channel*.
2. Mengevaluasi efek laju aliran massa dari campuran etilen glikol dan air pada kinerja sistem pendingin baterai tipe *wavy channel*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang didapatkan dalam melakukan penelitian agar tidak menyimpang dari pembahasan yang sudah ditetapkan adalah sebagai

berikut :

1. Fluida yang digunakan hanya campuran air *aquadest* dan *ethylene glycol*
2. Pengukuran temperatur hanya menggunakan *thermocouple*, dan FLIR.
3. Variasi laju aliran fluida hanya menggunakan 3 variasi yaitu 0,3, 0,6, dan 0,9 LPM.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan penulis dengan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan inovasi pengembangan mobil listrik dengan menggunakan pendingin pada baterai.
2. Dapat mengetahui temperatur baterai pada saat menggunakan pendingin.
3. Mengoptimalkan kinerja baterai *lithium-ion*.

1.6 Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa metodologi penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Tahap Literatur

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data serta informasi yang berkaitan dengan pendinginan baterai yang berasal dari jurnal buku dan yang lainnya.

2. Tahap Eksperimen

Pada tahap eksperimen ini dilakukan percobaan pengukuran temperatur baterai dengan menggunakan pendingin di Laboratorium COE di Fakultas Teknik Untirta.

3. Tahap Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan tahap terakhir dimana hasil dari eksperimen akan dianalisa dan dibahas serta dibuat kesimpulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Baterai

Baterai merupakan suatu peralatan yang dipakai untuk menyimpan energi berbentuk kimia yang selanjutnya akan diubah menjadi energi listrik yang sangat diperlukan sehingga mampu digunakan untuk menyalakan peralatan-peralatan rumah tangga seperti *rice cooker*, setrika, pemanas air, dan juga mampu menggerakkan mesin-mesin serta peralatan-peralatan elektronik yang lain. Baterai adalah perangkat penyimpanan energi elektrokimia. Energi kimia yang terkandung dalam baterai dapat diubah menjadi energi listrik DC. Pada baterai isi ulang, proses tersebut dapat dibalik yaitu mengubah energi listrik DC menjadi energi kimia (Sidiq, 2015). Baterai adalah suatu sumber energi listrik yang sangat efisien karena mampu mengoperasikan alat-alat yang membutuhkan energi listrik, selain itu baterai sangat praktis sehingga mudah dibawa kemana saja. Namun salah satu kelemahan baterai adalah hanya mampu menyimpan suatu energi listrik dalam jumlah dan kapasitas yang terbatas.

Secara umum, baterai terdiri dari 2 jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang hanya dapat digunakan sebanyak sekali saja/tidak dapat diisi ulang (*single use battery*). Baterai primer terdiri dari beberapa komponen-komponen penting, yakni anoda sebagai kutub positif, seng (Zn) sebagai kutub negatif dan elektrolit sebagai penghantar. Sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan secara berulang-ulang/ dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Baterai sekunder yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik memiliki beberapa jenis yaitu, baterai *Lead acid* (Accu), Baterai *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd), *Lithium-ion* (LIBs), *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH) dan *Lithium Polymer* (Li-Po). Kedua jenis baterai tersebut mempunyai sifat yang serupa yakni mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai umumnya terbuat dari beberapa elemen

yang memisah yang kemudian dipadukan pada suatu wadah karet atau plastik. Salah satu kegunaan baterai di era teknologi terbaru saat ini yaitu terdapat pada mobil listrik.

2.2 Jenis-jenis Baterai

Baterai (*accumulator*) adalah sebuah peralatan listrik yang mampu menyimpan energi listrik dan mampu mengeluarkan energi listrik melalui proses elektrolisis yang disebabkan perbedaan katoda dan anoda. Terdapat beberapa jenis jenis pada baterai yaitu sebagai berikut:

2.2.1 Berdasarkan Tipe Pemakaian

Berdasarkan tipe pemakaian ,baterai dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

- a. *Stasionary* (tetap)
- b. *Portable* (Dapat berubah dan dapat dipindah)

2.2.2 Berdasarkan Bahan Elektrolit

Berdasarkan bahan elektrolit, baterai dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian,yaitu :

- a. Baterai timah hitam

Baterai timah hitam adalah baterai yang elektrolitnya terbuat dari asam belerang. Pada baterai asam elektroda-elektrodanya terbuat dari timah murni sebagai katoda/ kutub negatif dan plat timah peroksida PbO_2 sebagai anoda/ kutub positif. Adapun ciri-ciri baterai timah hitam secara umum adalah sebagai berikut:

- Umur baterai maksimal 8 tahun
- Kapasitas baterai sebanding dengan nilai berat jenis elektrolit
- Ukuran baterai cenderung lebih besar
- Tegangan 2 volt per sel

- b. Baterai Alkali

Baterai alkali adalah baterai yang bahan elektrolitnya terbuat dari larutan alkali, dimana larutan tersebut terdiri dari *Nickel Cadmium Alkaline* (Ni-Cd) dan *Nickel Iron Alkaline* (Ni-Fe). Adapun ciri-ciri baterai alkali secara umum adalah sebagai berikut :

- Tegangan 1,2 volt per sel.
- Harga baterai cenderung lebih mahal.
- Perbedaan kapasitas cenderung sangat kecil.
- Jika terjadi hubungan singkat baterai mampu menahan pengosongan yang besar.
- Kapasitas baterai tidak sebanding dengan nilai berat jenis elektrolitnya.

Pada baterai terdapat beberapa prinsip kerja, adapun prinsip kerjanya ialah sebagai berikut :

1. Proses *Charge*

Pada saat *Power supply* disambungkan pada suatu sel pada baterai ,maka akan menyebabkan elektroda positif menjadi anoda dan juga sebaliknya (yang menjadi katoda adalah elektroda negatif). Adapun beberapa perubahan yang terjadi pada baterai disaat melakukan *charge* adalah sebagai berikut :

- a. Mengalami perubahan arah elektron, dimana yang mengalir melalui *power supply* ke katoda adalah anoda.
- b. Yang mengalir dari anoda ke katoda adalah ion-ion negatif.
- c. Sebaliknya yang mengalir dari katoda ke anoda adalah ion-ion positif.

2. Proses *Discharge*

Pada saat sel terhubung dengan beban yang ada ,maka anoda mengalirkan elektron dari beban ke katoda, dimana ion negatif mengalir ke katoda dan yang mengalir ke katoda adalah ion ion positif.

2.3 Baterai Lithium – Ion

Baterai merupakan suatu sel elektrokimia yang berfungsi untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Di era kemajuan teknologi zaman sekarang ini salah satu jenis baterai yang sangat berkembang ialah baterai *Lithium-ion*. Baterai *Lithium – Ion* adalah baterai yang termasuk kedalam baterai sekunder yang termasuk ramah lingkungan dibandingkan dengan baterai lainnya. Selain itu baterai Lithium-Ion juga mengandung bahan bahan yang tidak berbahaya ,tidak seperti baterai *Nickel-Cadmium* (Ni-Cd)

,dan *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH). Baterai ini memiliki salah satu keunikan jika dibandingkan dengan jenis jenis baterai sekunder yang lain yaitu mampu menyimpan suatu energi dengan waktu kurang lebih 10 tahun, dan lebih ringan dibanding dengan jenis baterai yang lain.

Pada tahun 1970 seorang peneliti bernama Whittingham membuat suatu penelitian pada baterai *Lithium -Ion* menggunakan logam lithium sebagai anoda. Kemudian pada tahun 1980, Rachid Yazami menukar anodanya menjadi material yang berbeda yaitu grafit atau kristal karbon. Material yang diganti dari logam lithium menjadi grafit atau kristal karbon mengakibatkan baterai dapat di isi ulang (Krysten Oates, 2010). Pada saat ini baterai Lithium-Ion sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari antara lain untuk kepentingan energi listrik pada *handphone* dan lain sebagainya. Selain itu baterai ini juga sangat dibutuhkan karena dapat menjadi sumber energi pada kendaraan listrik. Seiring dengan perkembangan di dunia industri elektronika dan telekomunikasi yang sangat pesat, permintaan baterai Lithium-Ion dari hari ke hari selalu mengalami peningkatan dikarenakan kemampuannya yang dapat menyimpan energi yang lebih lama dibandingkan dengan jenis baterai yang lainnya. Selain itu pada baterai *Lithium-Ion* terdapat beberapa kekurangan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pemakaian baterai akan cepat habis jika digunakan dalam temperatur yang tinggi sehingga pemakaian hanya mencapai 3 tahun.
2. Akan membutuhkan ukuran yang tebal/besar apabila kapasitas Ah yang digunakan besar.
3. Jika digunakan dalam temperatur yang tinggi secara terus-menerus maka akan mempunyai risiko ledakan yang tinggi.

Baterai *Lithium-Ion* juga mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bersifat *removeable* sehingga dapat dibongkar pasang dengan mudah
2. Mempunyai kapasitas energi yang tinggi



Gambar 2.1 Baterai Lithium- Ion

2.4 BMS (*Battery Management System*)

Battery management system (BMS) merupakan suatu alat yang digunakan dengan tujuan menyeimbangkan, memantau serta melindungi baterai yang tersusun secara seri/tersusun. Umumnya *battery management system* (BMS) digunakan pada baterai jenis *lithium*. BMS memiliki beberapa komponen diantaranya adalah sensor tegangan yang terdapat pada setiap baterai, sensor arus dan suhu ,rangkaiian pelindung untuk memutus arus, serta *passive cell balancing*. Pada BMS terdapat beberapa fungsi dan kegunaan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Dapat memantau SOC (*state of charge*).
- Dapat menyeimbangkan muatan baterai.
- Dapat memantau suhu baterai.
- Penyeimbangan baterai aktif.
- *Cut-off* pada tegangan rendah.

State of Charge merupakan sisa daya baterai yang tersisa dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Melalui SOC dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui waktu yang tepat untuk melakukan isi ulang pada daya baterai. Secara umum terdapat dua metode yang digunakan untuk menentukan nilai SOC yaitu metode perhitungan *coloumb* dan metode OCV (*Open Circuit Voltage*). Metode OCV adalah metode yang paling sederhana dan dirumuskan seperti rumus dibawah ini:

$$SOC = \frac{V \text{ saat ini} - V \text{ min}}{X_i} \times 100$$

$$X_i = V_{\text{max}} - V_{\text{min}}$$

Keterangan : V = Nilai tegangan

X_i = Nilai acuan

SOH (*State of Health*) baterai adalah suatu kemampuan dari baterai yang berfungsi untuk menyimpan serta mentransfer energi listrik. Estimasi nilai SOH pada baterai merupakan parameter yang sangat penting, karena untuk menentukan layak/ tidak layaknya suatu baterai dapat dilihat dari nilai estimasi baterai tersebut.



Gambar 2.2 *Battery management system (BMS)*

2. 5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas (*heat transfer*) merupakan suatu ilmu yang mendalami tentang pemindahan energi panas yang disebabkan oleh terjadinya temperatur yang berbeda (panas dan dingin). Sejalan dengan hukum termodinamika ke dua ,aliran energi yang selalu mengalir ke bagian yang mempunyai suhu yang lebih rendah adalah aliran energi panas. Secara umum, perpindahan panas dapat terbagi menjadi 3 jenis yaitu sebagai berikut :

1. Perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah dimana suatu panas mengalir ke daerah yang lebih rendah yang diawali dari suhu yang panas dan terjadi pada suatu medium (cair, padat, gas) atau medium-medium yang lainnya yang saling bersentuhan secara langsung. Laju aliran panas disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya antara lain permukaan suatu benda yang bersinggungan ,dua buah benda yang memiliki suhu awal yang berbeda, serta konduktivitas panas dari kedua benda tersebut.

Dimana konduktivitas adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas (Cengel, 2010).

2. Perpindahan panas konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses transfer/pengangkutan suatu energi dengan gabungan kerja dari penyimpanan energi, gerakan mencampur dan konduksi panas. Proses perpindahan panas secara konveksi adalah suatu fenomena yang terjadi pada permukaan suatu bahan. Perpindahan panas konveksi sangat penting sebagai perpindahan energi antara permukaan benda cair, padat dan gas.

Perpindahan panas secara konveksi terjadi melalui beberapa cara yaitu sebagai berikut:

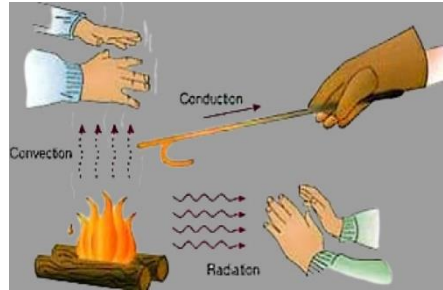
1. Konveksi bebas, adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh perbedaan suhu dan tidak disebabkan oleh tenaga luar. Contohnya adalah suatu seng yang panas dibiarkan di udara tanpa adanya gerakan dari luar.

2. Konveksi paksaan

Konveksi paksaan adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh adanya tenaga dari luar. Contohnya adalah seng panas yang disebabkan oleh hembusan dari kipas.

3. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi oleh adanya pancaran gelombang elektromagnetik seperti matahari. Radiasi merupakan proses mengalirnya benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah apabila benda tersebut terpisah. Perpindahan panas radiasi tidak memerlukan media, sehingga mampu memindahkan panas melalui udara saja. Contoh umum yang dapat kita lihat adalah cahaya matahari yang sampai ke bumi.



Gambar 2.3 Perpindahan Panas

(<https://tse4.mm.bing.net>)

2. 6 Sistem Pendingin

Sistem pendingin atau refrigerasi merupakan pemeliharaan suhu dari suatu bahan pada suatu ruangan dan memiliki suhu yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan suhu di lingkungannya. Fungsi dari sistem pendingin pada kendaraan terbagi menjadi beberapa antara lain:

1. Mempertahankan Temperatur

Temperatur pada suatu alat harus terus dijaga dan dipertahankan dengan tujuan untuk mendapatkan temperatur yang efisien. Tentunya apabila temperatur pada suatu alat terus netral maka akan semakin baik pula alat tersebut melakukan proses kerjanya.

2. Mencegah *Overheat*

Panas yang dihasilkan oleh suatu alat dapat merusak komponen maupun keefisienan dari alat tersebut apabila menerima panas yang sangat tinggi.

3. Mempercepat mencapai temperatur kerja

Proses pendinginan pada suatu alat dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan jika didukung oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Siklus pendingin, berfungsi memindahkan panas yang akan didinginkan ke media yang lain.
- b. Adanya alat yang akan didinginkan
- c. *Refrigerant*, bertujuan untuk media pemindah panas dalam pendingin.

2.7 Ethylene Glycol

Etilen glikol adalah suatu senyawa organik atau cairan jenuh yang tidak berbau, tidak berwarna serta mempunyai viskositas kecil yang mengakibatkan cairan memiliki sifat higroskopis, dimana menurut Kamus Bahasa Indonesia higroskopis adalah kemampuan suatu zat untuk mengisap dan melepaskan uap air. Etilen glikol bekerja dengan cara menghambat pembentukan kristal es sehingga mampu menurunkan titik beku pelarutnya. Secara umum fungsi dari larutan glikol ini sangatlah banyak diantaranya digunakan sebagai penambah serat polister dan juga dapat digunakan sebagai pendingin pada mesin atau alat alat yang lain. Selain itu etilen glikol juga mampu menghilangkan lapisan -lapisan es yang terdapat pada pesawat, serta dapat digunakan sebagai bahan adesif ,emulsi aspal, dan bahan tambahan pada cat. Etilen glikol sulit untuk mengkristal, ketika didinginkan maka akan sangat kental, masa super dingin yang akhirnya mengeras untuk menghasilkan zat semacam serat glass (Ullmann, 1986). Etilen glikol pertama kali ditemukan oleh Charles Adolphe Wurtz pada tahun 1860 di Perancis dan pabriknya berdiri pertama kali di *West Virginia* pada tahun 1925. (Anonim,2009).

Di negara Indonesia ,untuk mendapatkan etilen glikol negara masih mengimpor dari berbagai negara seperti Arab Saudi, Korea, Singapura, Kanada, Jepang, dan negara lain ,hal ini diakibatkan oleh permintaan pasar di Indonesia yang terus meningkat. Etilen glikol di Indonesia umumnya digunakan sebagai bahan baku industri tekstil yang persentasenya lebih dari 90 %, sedangkan sisanya digunakan untuk berbagai macam seperti bahan tambahan dalam pembuatan cat, untuk kosmetik, tinta cetak dan lain sebagainya. Dalam pembuatan etilen glikol ,terdapat beberapa proses yang harus dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Proses Du Point Fomaldehid

Pada proses ini untuk membentuk asam glikoat maka senyawa kimia yang mudah terbakar (formaheldid) direaksikan dengan karbon

monoksida dan air, sehingga dapat diesterifikasi dengan menggunakan metanol, etanol, atau propanol (Mc Ketta Cunningham, 1984).

b. Proses Hidrolisis Etilen Oksida

Pada proses hidrolisis etilen oksida ini terdapat dua langkah yang dapat digunakan yaitu proses katalik, proses non katalik, dan proses karbonasi. Proses katalik adalah salah satu proses pembuatan etilen glikol dengan cara mereaksikan air dan etilen oksida. Proses non katalitik adalah proses hidrolisis etilen oksida dengan air yang selanjutnya akan menghasilkan monoetilen glikol. Etilen oksida murni dicampur dengan air dan dipanaskan sampai keadaan tabung reaksi dapat diubah menjadi monoetilen glikol. Proses karbonasi adalah proses pembuatan etilen glikol dengan cara mereaksikan etilen oksida dengan karbondoksida, yang kemudian menghasilkan etilen karbonat yang dapat dihidrolisis (penguraian zat dalam reaksi kimia yang disebabkan oleh air) menjadi etilen glikol.

2.8 Air Aquades

Air aquades adalah air yang telah dimurnikan dan bebas dari zat-zat kotor. Secara umum air aquades biasanya berwarna bening, tidak berasa dan tidak berbau. Air aquades adalah salah satu pelarut yang mempunyai kemampuan untuk melarutkan zat-zat kimia seperti gula, garam, asam dan yang lain. Air aquades adalah air murni yang disuling (diuap dan disejukkan kembali) serta mempunyai kandungan H_2O , dimana satu molekul air tersusun atas dua atom dan hidrogen yang terikat pada oksigen (Petrucci, 2008). Aquades adalah salah satu pelarut yang paling baik dibandingkan dengan cairan lain yang sering ditemukan. Senyawa organik netral yang memiliki kandungan seperti alkohol juga dapat terlarut dalam air aquades. Hal itu disebabkan oleh molekul aquades yang lebih cenderung sehingga terbentuk ikatan hidrogen. Secara umum air aquades memiliki beberapa sifat penting seperti berikut ini :

Tabel 2.1 Sifat Aquades

Sifat	Efek dan Kegunaan
- Baik sebagai pelerut	- Mentransfer zat makanan dan bahan buangan pada proses biologi
- Transparan	- Memiliki kelarutan dan ionisasi yang tinggi
-Tegangan permukaan tinggi dibanding cairan lain	- Tidak berwarna, sehingga transparan
- Panas penguapan tinggi	- Mmembentuk fenomena tetes dan permukaan
- Kapasitas kalor tinggi	- Air beku mengapung serta sirkulasi vertikal
- Peleburan tinggi	- Temperatur stabil pada titik beku

Air aquades mempunyai tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan cairan yang lain dan dapat mengakibatkan air aquades mempunyai sifat untuk melembabkan dan juga membasahi suatu bahan dengan baik. Memiliki tegangan permukaan yang tinggi menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan kemungkinan terjadinya sistem kapiler (kemampuan naik atau turunnya permukaan zat cair dalam suatu pipa kapiler).

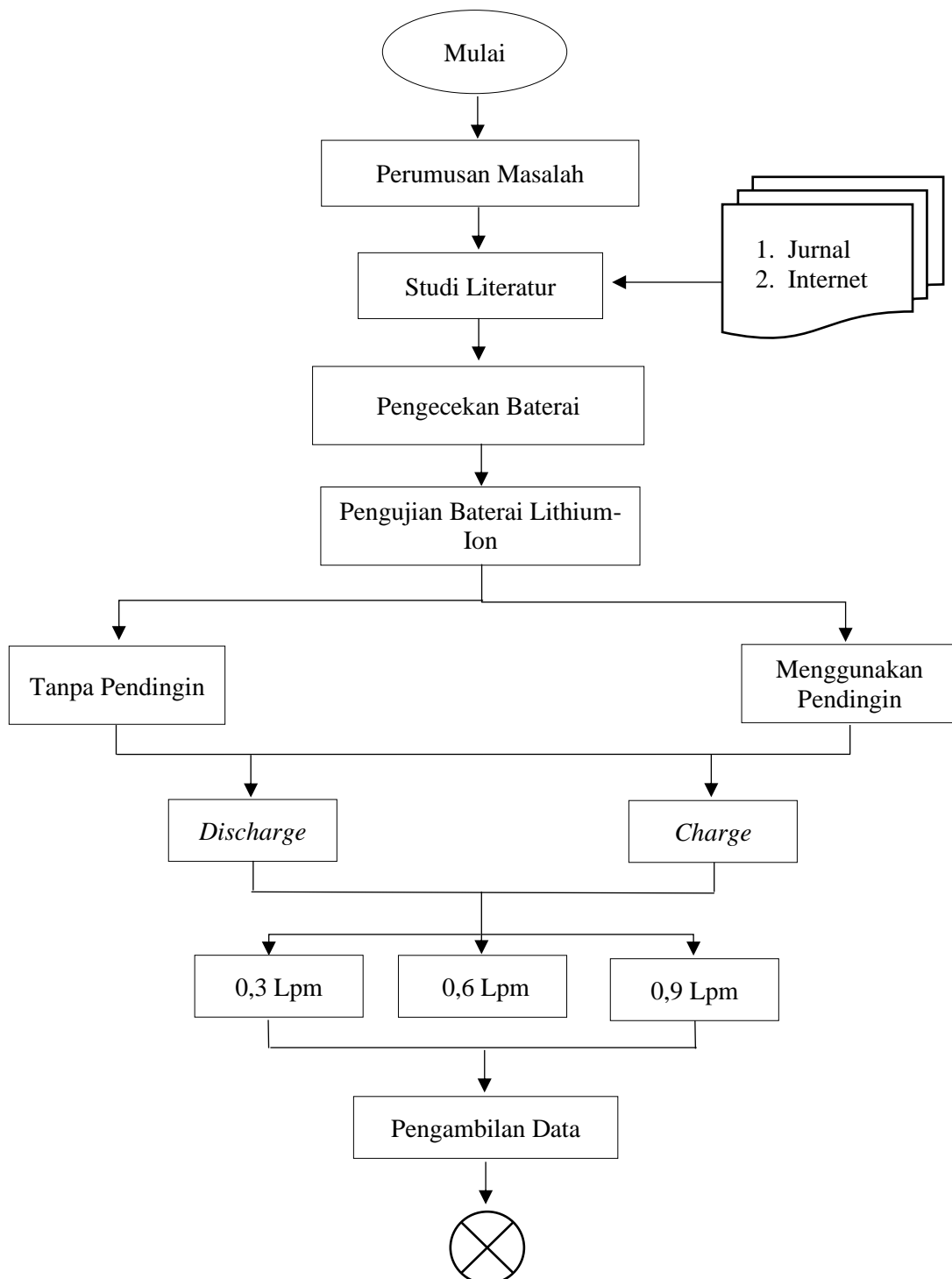
**Gambar 2.4** Air aquades

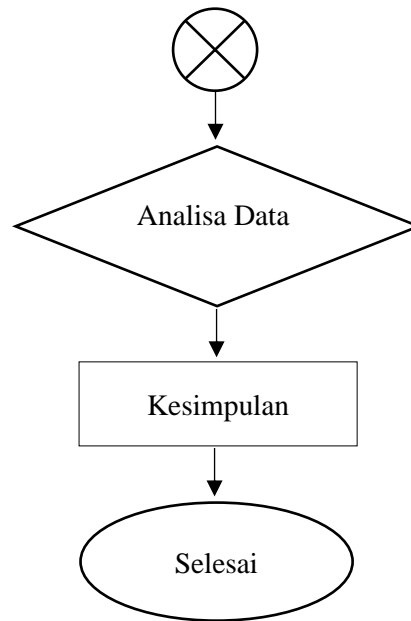
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang berfungsi untuk memberikan gambaran terhadap jalannya penelitian yaitu seperti diagram dibawah ini :





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian yang tertera pada gambar 3.1 akan dijelaskan dan diuraikan seperti berikut ini :

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Metode ini bertujuan untuk mempelajari tentang proses pendinginan, baterai lithium-ion-, air aquades dan perpindahan panas. Adapun referensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku, jurnal, dan internet.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Pada metode kali ini alat dan bahan yang disiapkan untuk dipasang dan yang akan digunakan dalam proses pengujian untuk proses selanjutnya. Untuk jenis-jenis alat dan bahan bahan yang akan disiapkan akan dijelaskan secara detail pada sub bab 3.4.

3. Pengujian pada baterai *lithium-ion* 48 V

Tahap pengujian ini adalah salah satu patokan penentu seberapa efisien kinerja pada tahap pengujian selanjutnya. Data pengujian yang diambil dari proses ini adalah *State of Health* (SOH), *State of Charge* (SOH),

dan temperatur dari baterai lithium- ion. Dimana standar SOH baterai yang baik untuk pengujian ini adalah minimal sebesar 87 %. Untuk mengukur suhu/ temperatur menggunakan dua alat yaitu *Flir* dan *thermocouple*. Pada pengujian ini sensor dari *thermocouple* akan ditempelkan secara langsung pada selang fluida masuk dan fluida keluar. Sedangkan *Flir* langsung diarahkan ke baterai dan *wavy channel* yang digunakan.

4. Pengujian pada baterai *lithium - ion* menggunakan *wavy channel*.

Pada pengujian kali ini dilakukan dengan menggunakan *wavy channel*. dimana digunakan sebagai media untuk aliran fluida yang akan digunakan sebagai pendingin. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan temperatur dari baterai menggunakan pendingin dengan baterai yang tidak menggunakan pendingin. Melalui data yang didapat maka akan diketahui efisiensi dari fluida yang digunakan.

5. Pengujian pada baterai *lithium- ion* pada saat pengisian daya

Pada pengujian ini juga menggunakan serpentin dan fluida sebagai pendinginan. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data temperatur dari baterai pada saat melakukan pengisian daya. Pada pengujian ini akan dapat diketahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya dan sebesar apa temperatur tertinggi pada baterai pada saat mengisi daya sebesar 48 Volt.

6. Hasil Data Pengujian

Hasil dari pengujian ini akan dikumpulkan dan akan digunakan untuk proses selanjutnya

7. Analisa Data

Dilakukan analisa data dengan melihat hasil pengujian yang terdiri dari pertama pada baterai, kedua baterai menggunakan *wavy channel*., ketiga baterai pada saat mengisi daya menggunakan *wavy channel*. Dari ketiga data tersebut maka akan dipadukan serta dilakukan analisis berdasarkan hasil pengujian. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan hasil dari pengujian menggunakan fluida dan tidak menggunakan fluida. Hal

tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penurunan temperatur pada baterai lithium-ion menggunakan fluida campuran air aquades dan etilen glikol.

3.3 Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian pendinginan baterai lithium-ion dengan menggunakan fluida campuran air aquades dan etilen glikol adalah sebagai berikut:

3.3.1 Pengujian Menggunakan *Wavy Channel*

Berikut adalah beberapa tahapan pengujian menggunakan *wavy channel*:

1. Alat dan bahan disiapkan untuk digunakan dalam penelitian.
2. Campur air aquades dengan etilen glikol dengan perbandingan 60:40 (1,5 L) kemudian masukan kedalam tanki yang telah disediakan..
3. Masukkan *coolant*/ pendingin pada tanki kedua.
4. Hubungkan selang dari kedua tanki ke *wavy channel* dan radiator.
5. Tempelkan 2 buah *wavy channel* pada baterai lithium-ion dengan sisi yang berbeda.
6. Tempelkan sensor *termhocouple* pada fluida didalam selang yang digunakan sebagai sampel data inlet & outlet.
7. Atur variasi laju aliran massa yang digunakan yaitu 0,3, 0,6,dan 0,9 LPM secara bertahap.
8. Nyalakan lampu yang digunakan sebagai beban.
9. Lihat dan ambil gambar temperatur dari baterai dan *wavy channel* dengan menggunakan alat ukur *Thermograf* jenis Flir dengan waktu 30 detik sekali.

3.3.2 Pengujian Tanpa *Wavy Channel*

Berikut adalah beberapa tahapan pengujian tanpa menggunakan *wavy channel* :

1. Alat dan bahan disiapkan untuk digunakan dalam penelitian.
2. Nyalakan lampu yang digunakan sebagai beban

3. Lihat dan ambil gambar temperatur dari baterai dengan menggunakan alat ukur *Thermograf* jenis Flir dengan waktu pengambilan 30 detik sekali.

3.4 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Multitester

Multitester adalah alat yang berfungsi untuk mengetahui dan mengukur tegangan arus listrik pada suatu alat .



Gambar 3.2 Multitester

2. *Battery Tester*

Battery tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur *rated*, *internal (R)*, *State of Health (SOH)* dan *State of Sharge (SOH)* dari suatu baterai. Tegangan maksimal yang dapat diukur *oleh battery tester* pada baterai jenis *lithium- ion* adalah sebesar 12,47 Volt.



Gambar 3.3 Battery Tester

3. Flir

Flir adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu / temperatur dengan cara menghadapkan flir ke arah benda yang akan diukur temperturnya. Alat ini juga dapat melihat temperatur terpanas dan terdingin pada sesuatu yang diukur serta dapat menyimpan gambar dari benda yang diukur tersebut.

**Gambar 3.4 Flir**4. *Wavy Channel*

Wavy channel adalah suatu alat yang berbahan dasar aluminium yang digunakan sebagai media untuk fluida yang mengalir pada proses pendinginan.

**Gambar 3.5 Wavy Channel**

5. Radiator

Radiator adalah suatu komponen yang berfungsi untuk memindahkan energi panas dari suatu media ke media yang lainnya dengan tujuan untuk mendinginkan satu komponen.



Gambar 3.6 Radiator

6. Pompa

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dan *coolant* ke *serpentine* dan radiator



Gambar 3.7 Pompa

7. Mixer

Mixer adalah alat yang digunakan untuk mencampur air aquades dan cairan etilen glikol.



Gambar 3.8 Mixer

8. *Thermocouple*

Mixer adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu atau temperatur dari suatu benda. Dimana *thermocouple* yang digunakan adalah tipe k.



Gambar 3.9 *Thermocouple*

3.4.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Air Aquades

Air aquades adalah suatu cairan yang akan digunakan sebagai salah satu fluida pada proses pendinginan baterai.



Gambar 3.10 Air Aquades

2. Etilen Glikol

Etilen glikol adalah salah satu cairan yang dicampur dengan air aquades yang digunakan sebagai fluida pada proses pendinginan baterai.



Gambar 3.11 Etilen Glikol

3. *Coolant*

Coolant adalah cairan yang digunakan mendinginkan suatu alat agar tidak terjadi *overheat*, cairan ini digunakan pada radiator.



Gambar 3.12 *Coolant*

Adapun gambar alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut



Gambar 3.13 Alat Pengujian

3.5 Jadwal Penelitian

Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu sekitar 3 bulan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium COE ,Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan															
		September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal	■	■	■	■												
2	Seminar Proposal				■	■											
3	Revisi Seminar					■	■										
4	Menyiapkan Alat dan Bahan						■	■									
5	Pengambilan Data						■	■	■	■	■	■					
6	Analisa Data									■	■	■	■	■	■		
7	Penyusunan Laporan													■	■	■	■

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).

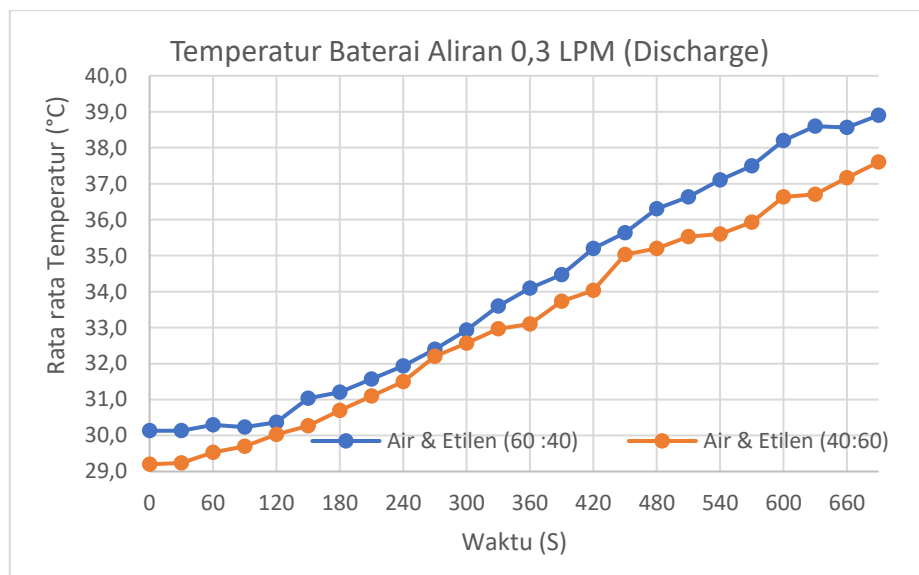
4.2 Efektivitas Thermal Air dan *Ethylene Glycol*

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*)

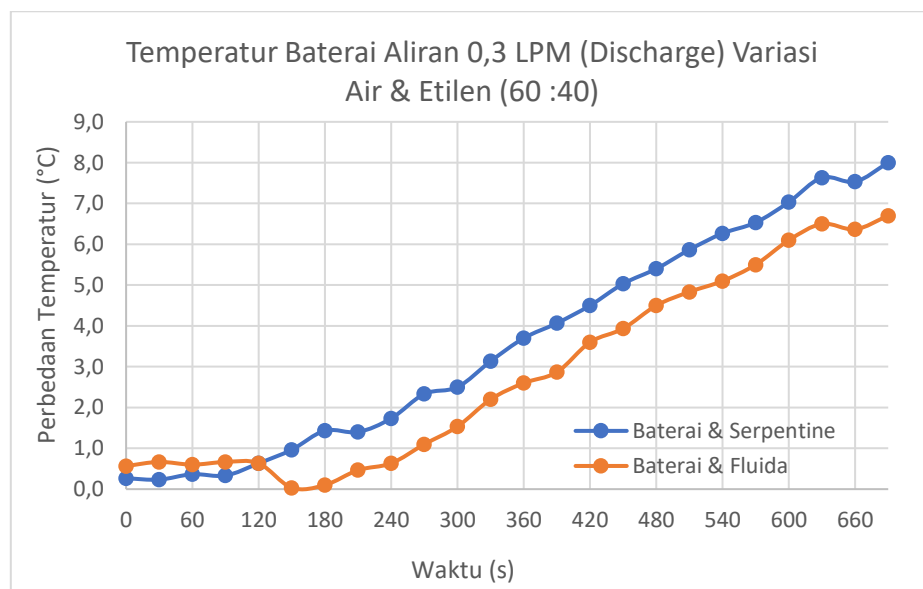
Pada aliran 0,3 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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

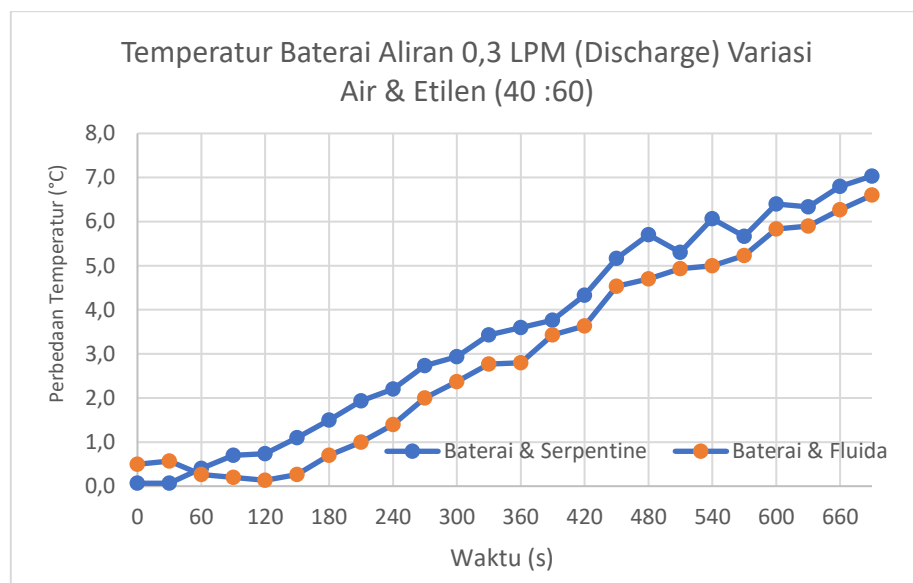
temperatur tertinggi sebesar $37,6^{\circ}\text{C}$. Pada pengujian tersebut temperatur baterai mengalami kenaikan temperatur sampai akhir pengujian. Hasil kedua pengujian tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (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)

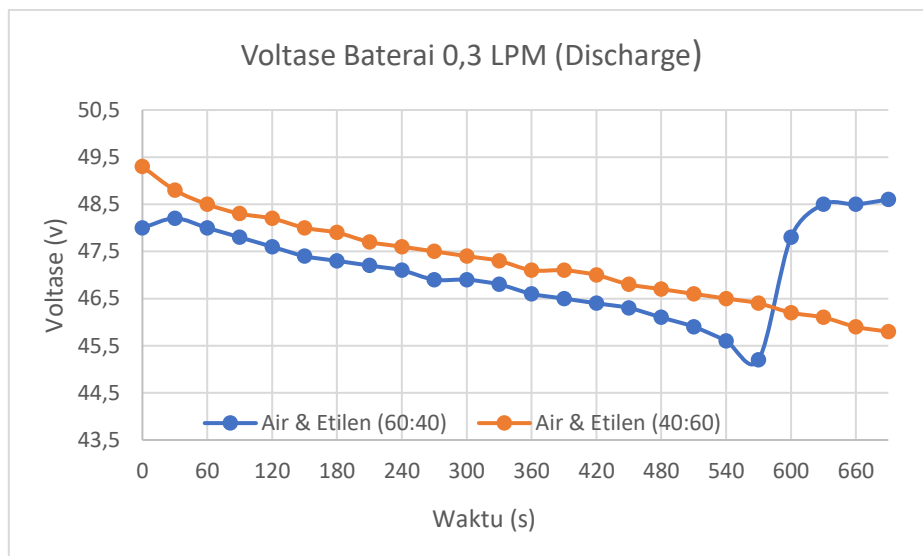
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.2 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Dalam 120 detik pertama baterai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



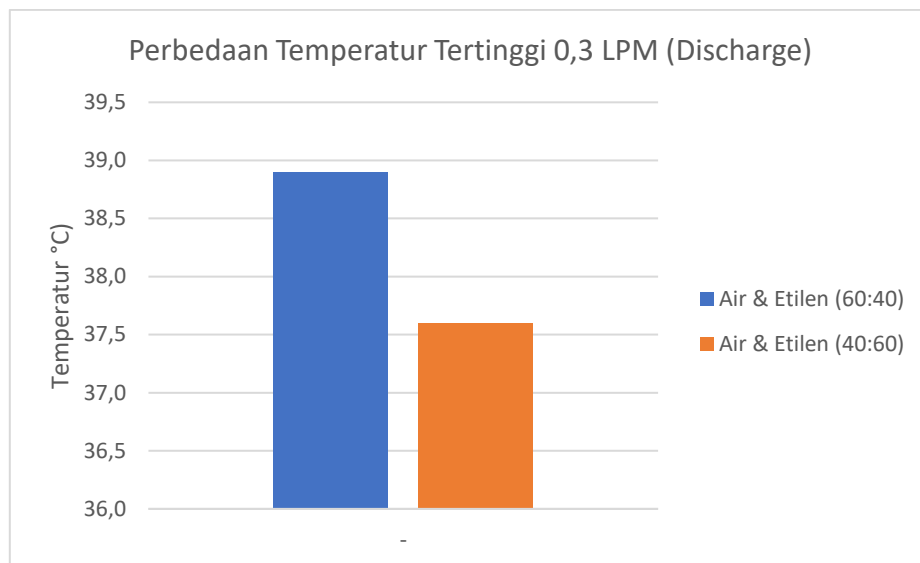
Gambar 4.4 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Discharge*)

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*)

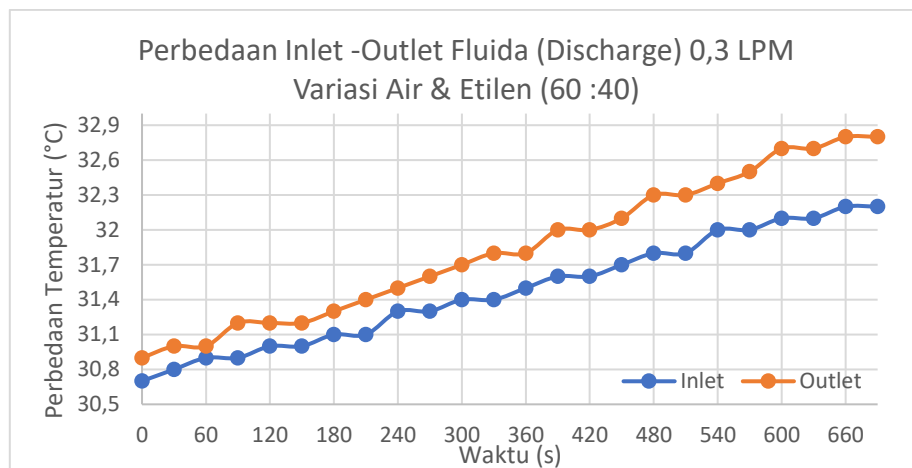
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34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



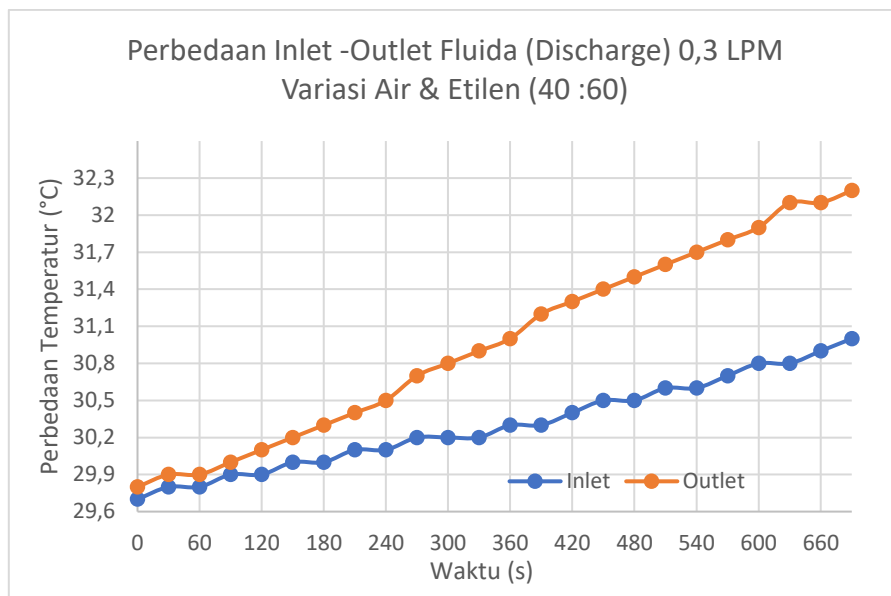
Gambar 4.5 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,3 Lpm
(Discharge)

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.

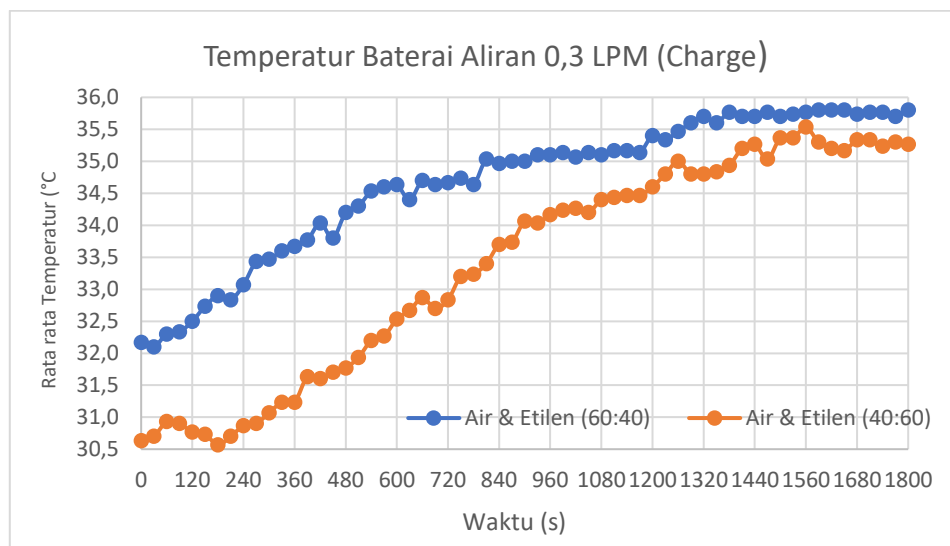


Gambar 4.7 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

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*)

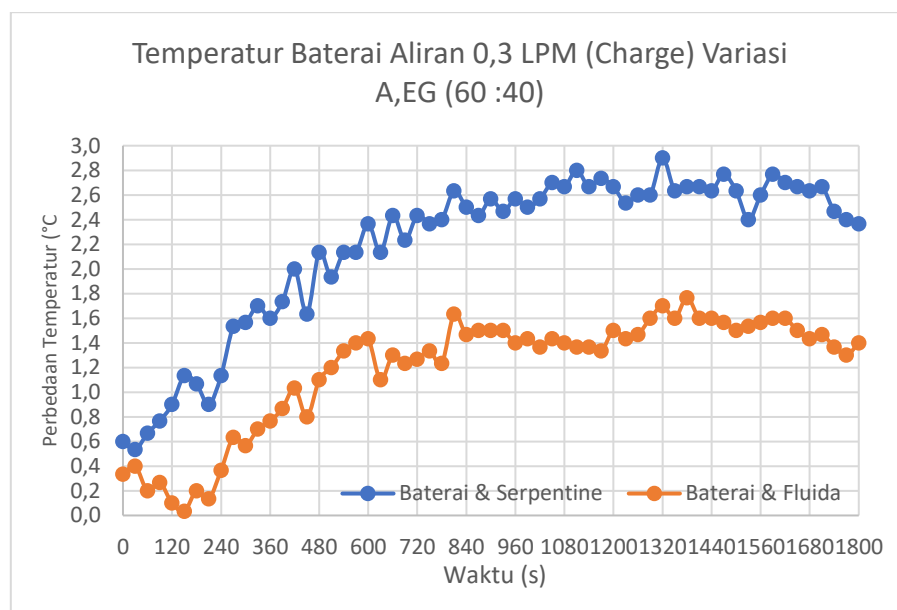
Pada aliran 0,3 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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

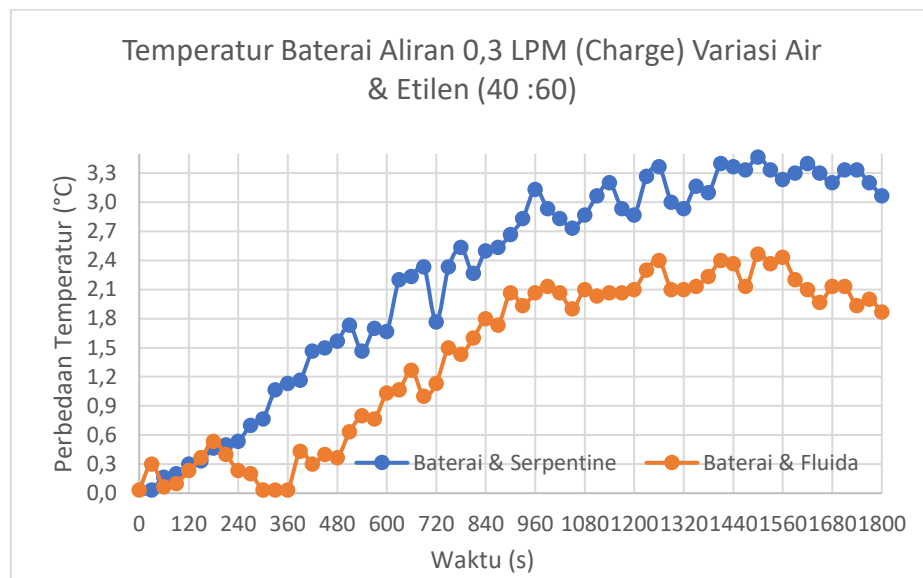
tersebut menjelaskan bahwa air dan *ethylene* (60:40) mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan *ethylene* (40:60). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa seiring berjalannya waktu maka perbedaan kedua konsentrasi tersebut akan semakin kecil sampai dengan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



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

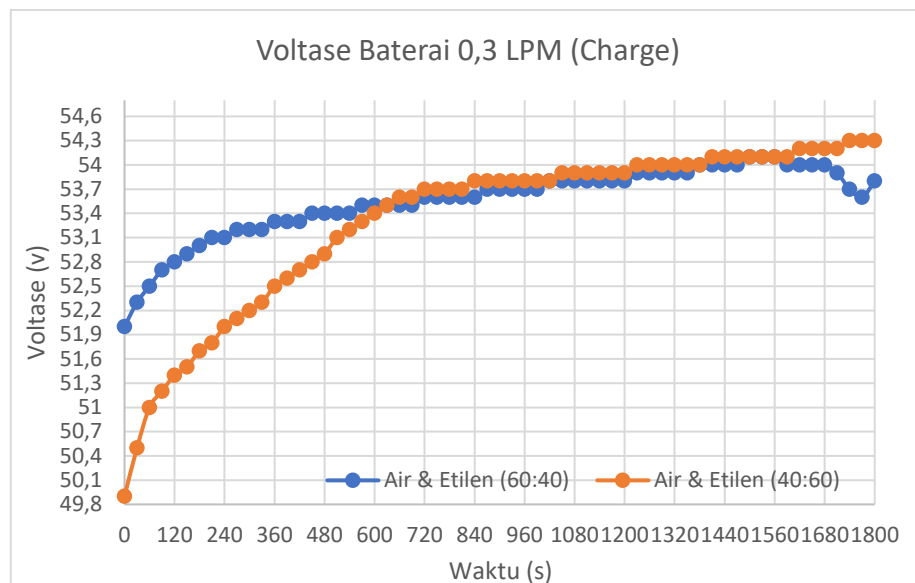
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.9 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,3 Lpm pada saat *Charge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Grafik tersebut menunjukkan perbedaan 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 $0,5^{\circ}\text{C}$. 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 $3,5^{\circ}\text{C}$ pada detik ke 1500 dan mengalami penurunan yang tidak konstan sehingga pada detik 1800 memiliki suhu sebesar $3,1^{\circ}\text{C}$. Sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $2,5^{\circ}\text{C}$ pada detik ke 1500 dan mengalami penurunan 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.



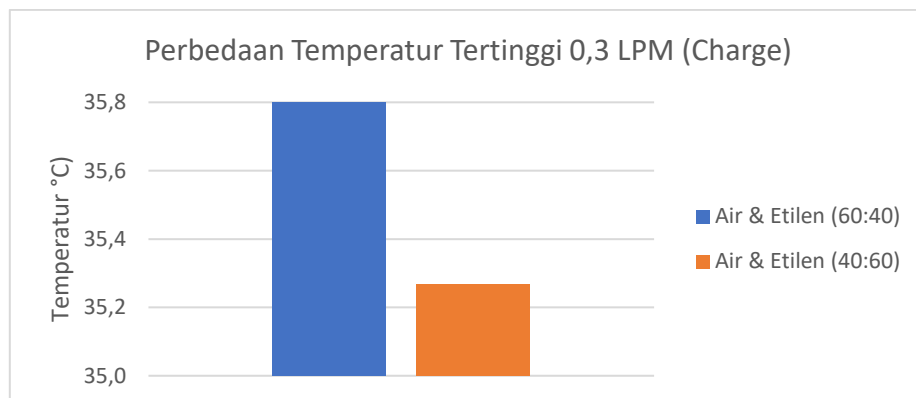
Gambar 4.11 Voltase Baterai Aliran 0,3 Lpm (*Charge*)

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*)

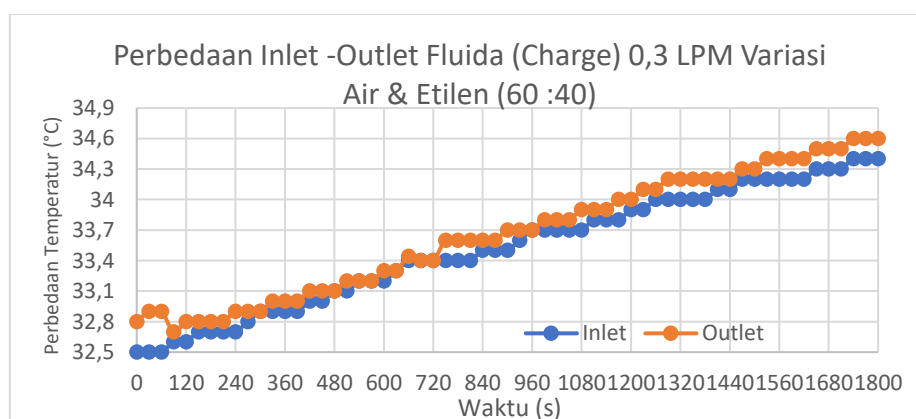
Charge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 4-6	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	67,34 Ohm
Baterai 7-9	75,75 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm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



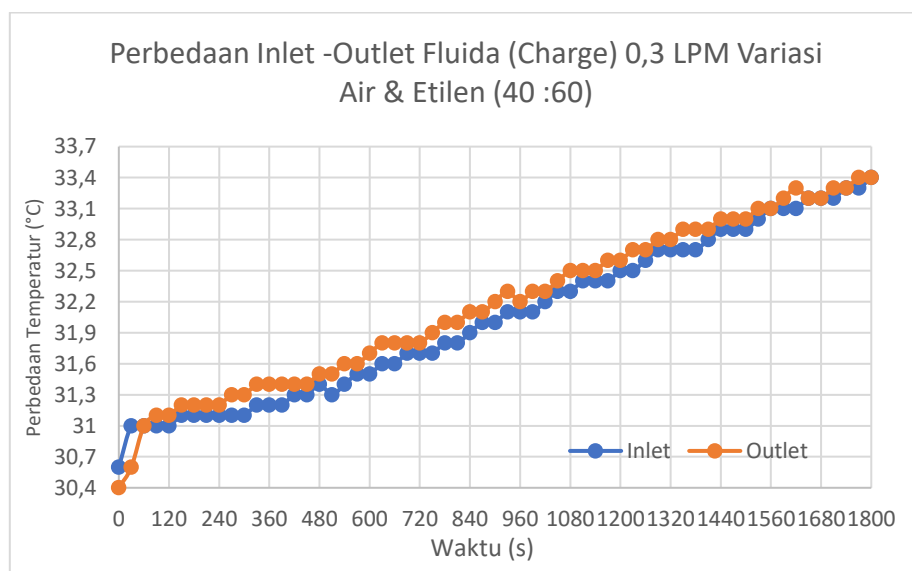
Gambar 4.12 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,3 Lpm
(Charge)

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.



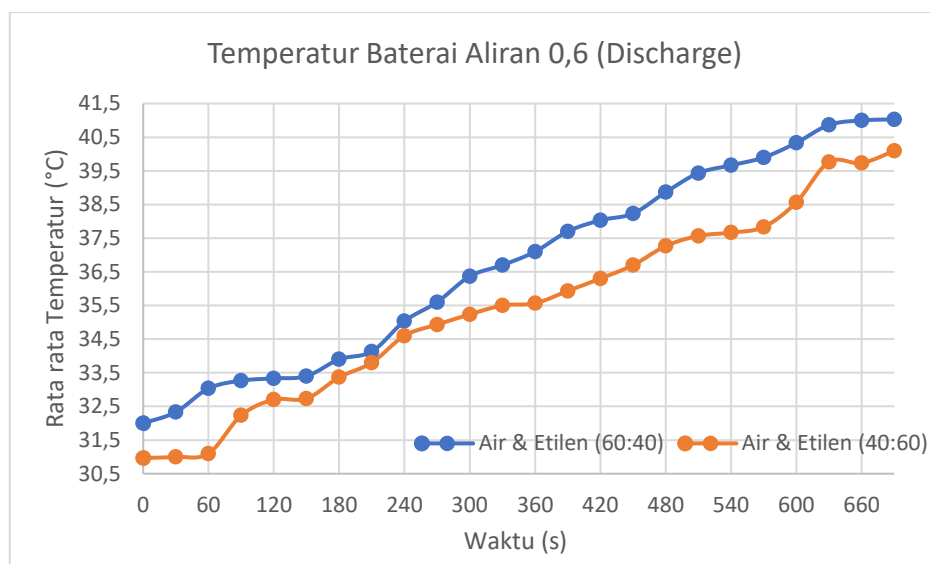
Gambar 4.14 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,3 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

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*)

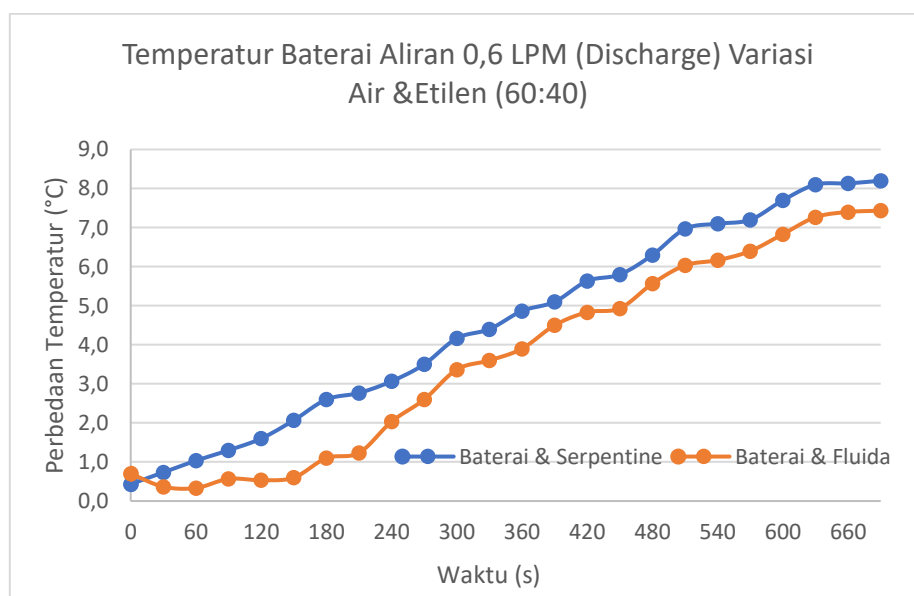
Pada aliran 0,6 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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

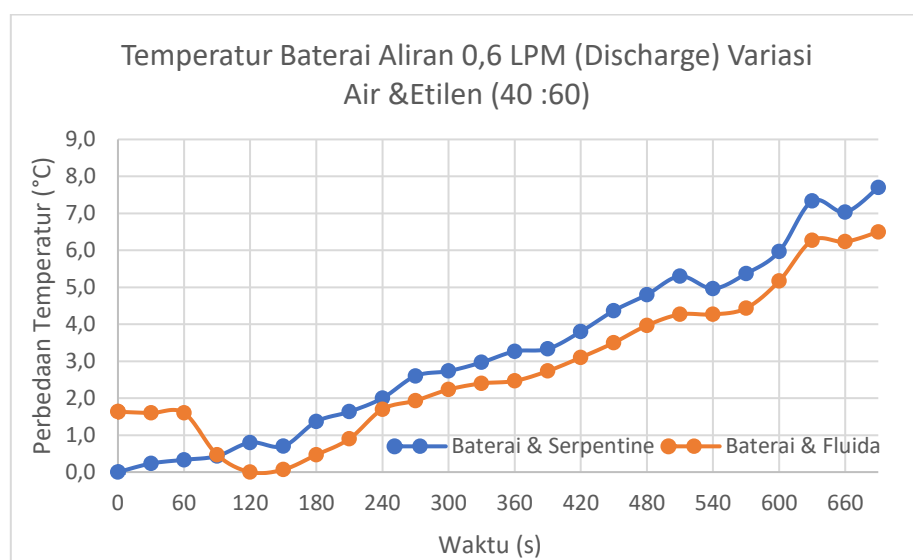
Pada gambar diatas menunjukkan temperatur rata rata dari baterai pada pengujian dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil 3 buah sampel data dari baterai yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil rata ratanya. Waktu yang digunakan untuk 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 $40,1^{\circ}\text{C}$. 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-240 kedua konsentrasi larutan tersebut mempunyai perbedaan temperatur yang tidak lumayan besar dimana dalam waktu tersebut perbedaan temperatur maksimalnya sebesar $1,9^{\circ}\text{C}$. Namun pada pengujian detik ke- 270 sampai selesai perbedaan temperatur dari kedua konsentrasi tersebut semakin meningkat dan mempunyai perbedaan temperatur maksimal sebesar $2,1^{\circ}\text{C}$.



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

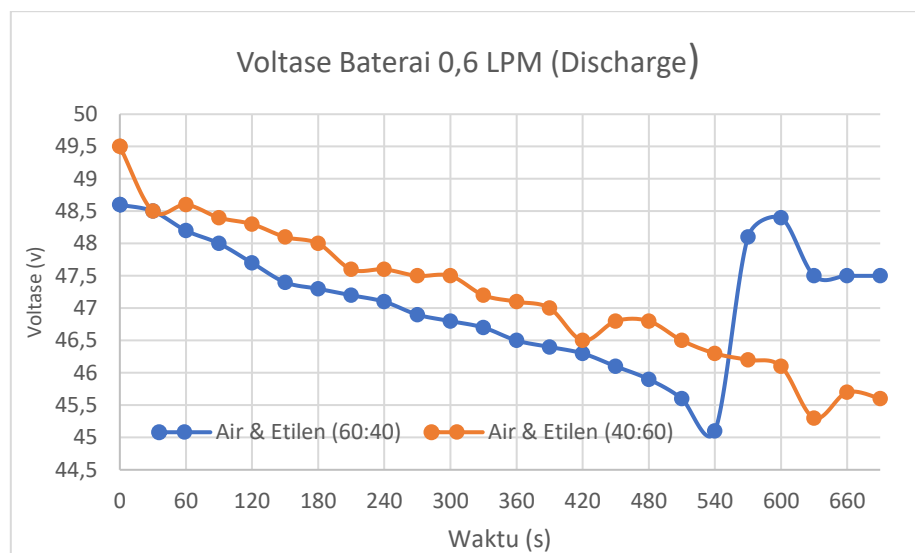
Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan temperatur antara baterai dengan serpentine dan baterai dengan fluida. Pada gambar 4.16 tersebut didapatkan hasil pengujian temperatur baterai aliran 0,6 Lpm pada saat *discharge* dengan variasi air dan *ethylene glycol* (60:40). Dalam detik 30 pertama baterai 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 $7,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $6,5^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine, karena memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar $1,2^{\circ}\text{C}$.



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

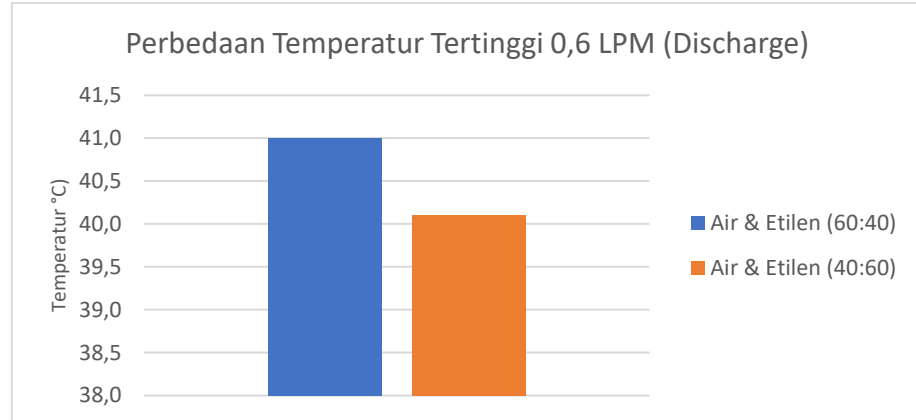
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *discharge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel 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 $45,1^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $48,1\text{V}$. 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*)

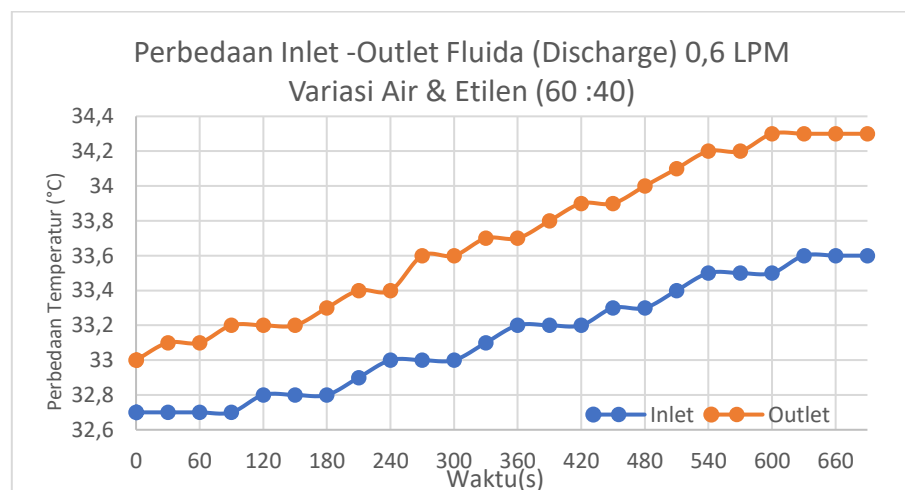
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	75,75 Ohm	67,34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



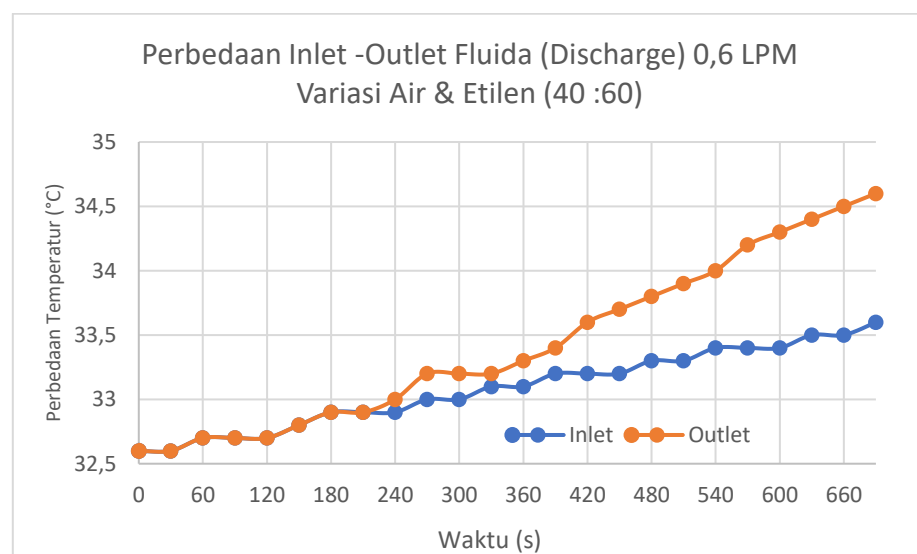
Gambar 4.19 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,6 Lpm
(Discharge)

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.



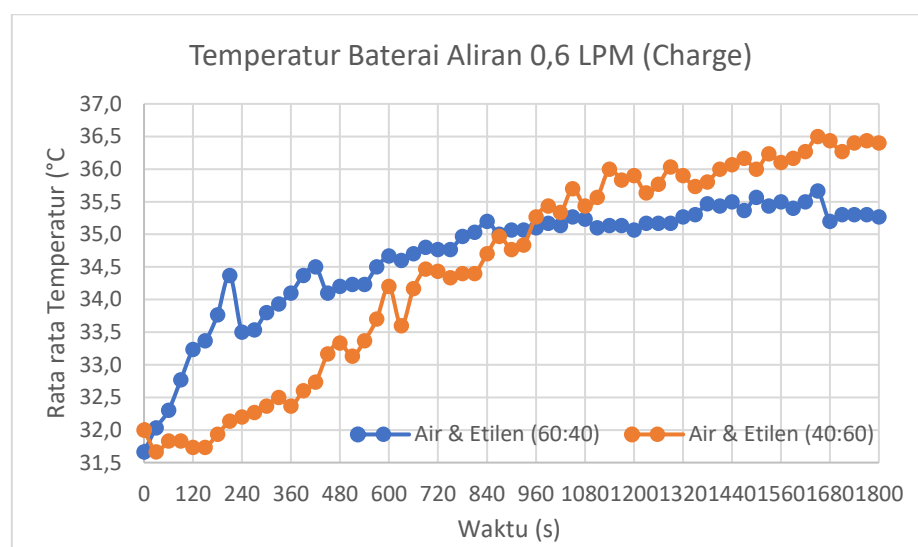
Gambar 4.21 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

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 $32,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar $32,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $34,6^{\circ}\text{C}$. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 870 sebesar 1°C .

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

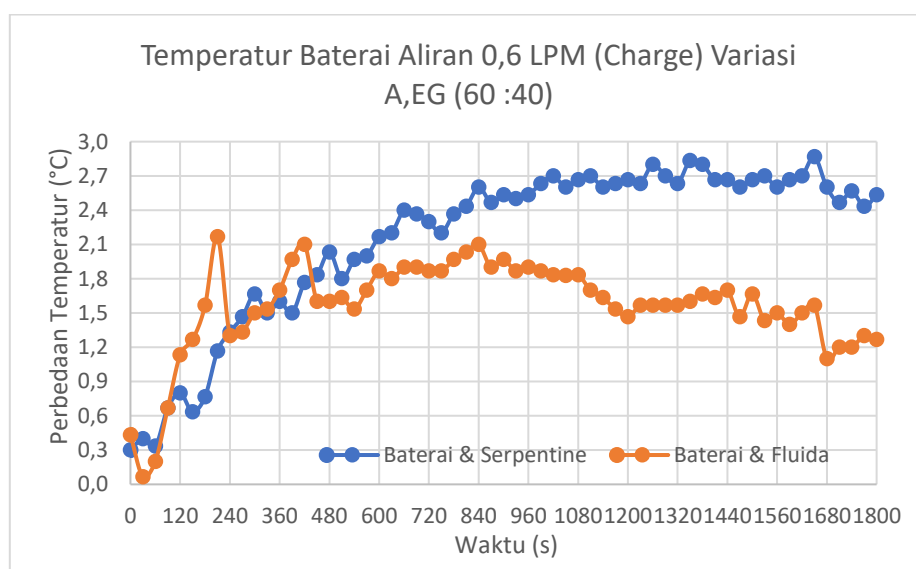
Pada aliran 0,6 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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

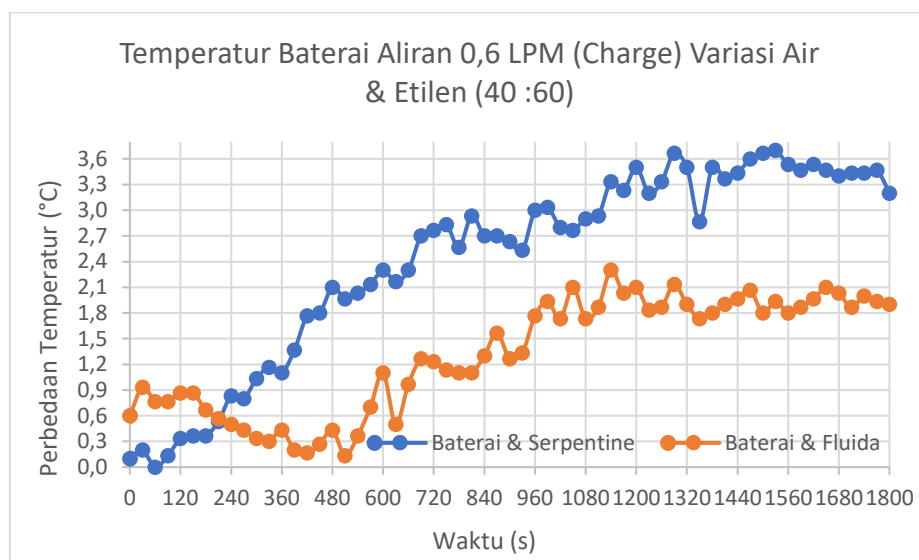
didapatkan temperatur terendah yaitu $31,7^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $35,7^{\circ}\text{C}$. Baterai memiliki kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Kemudian pada konsentrasi kedua didapatkan temperatur terendah yaitu 32°C dan temperatur 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

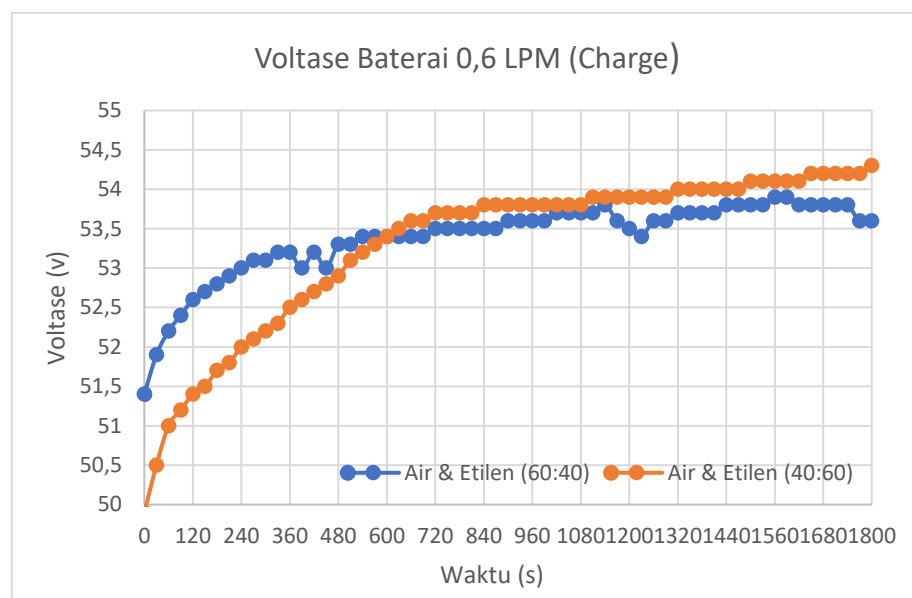
dibandingkan baterai dengan fluida. Baterai dengan serpentine mengalami kenaikan dan memiliki temperatur tertinggi sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $2,2^{\circ}\text{C}$. Namun, sesekali temperatur tersebut mengalami penurunan yang 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

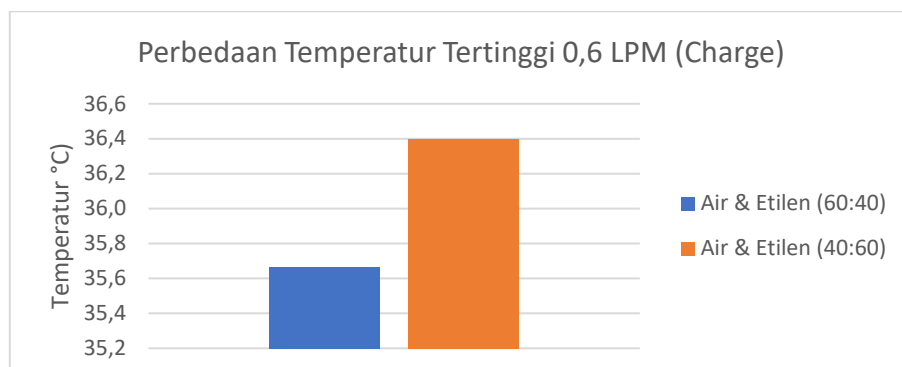
dari baterai tersebut sudah terisi penuh, sehingga apabila charger tidak dicabut pada saat voltase sudah penuh maka voltase dari baterai tersebut menjadi turun perlahan. Pada konsentrasi kedua didapatkan voltase yang mengalami peningkatan yang sangat konstan sampai dengan detik 1800 dengan voltase sebesar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

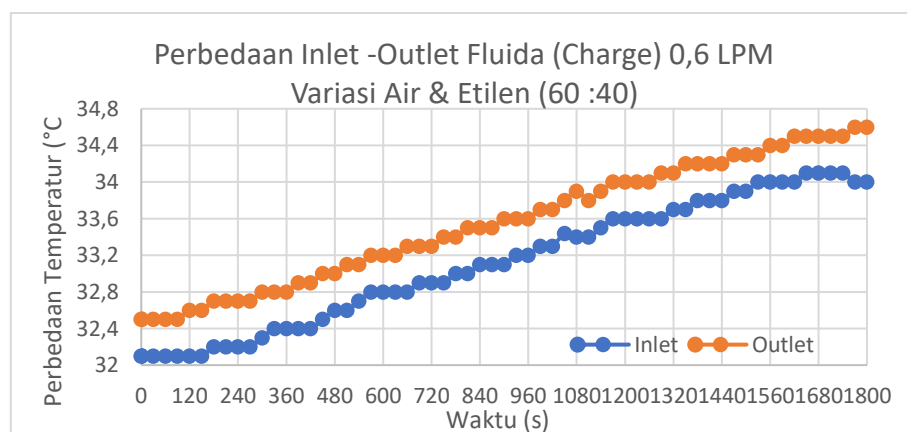
Pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian internal (R) baterai dengan laju aliran fluida 0,6 lpm pada saat *charge*, dimana tabel tersebut menunjukkan internal dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari internal baterai, dimana pengambilan data tersebut dilakukan 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.



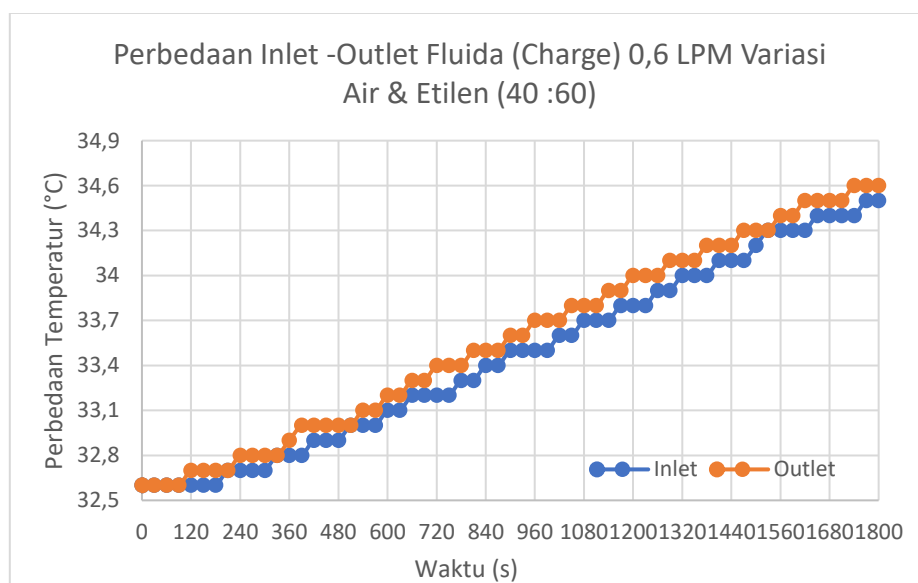
Gambar 4.26 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,6 Lpm
(Charge)

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.



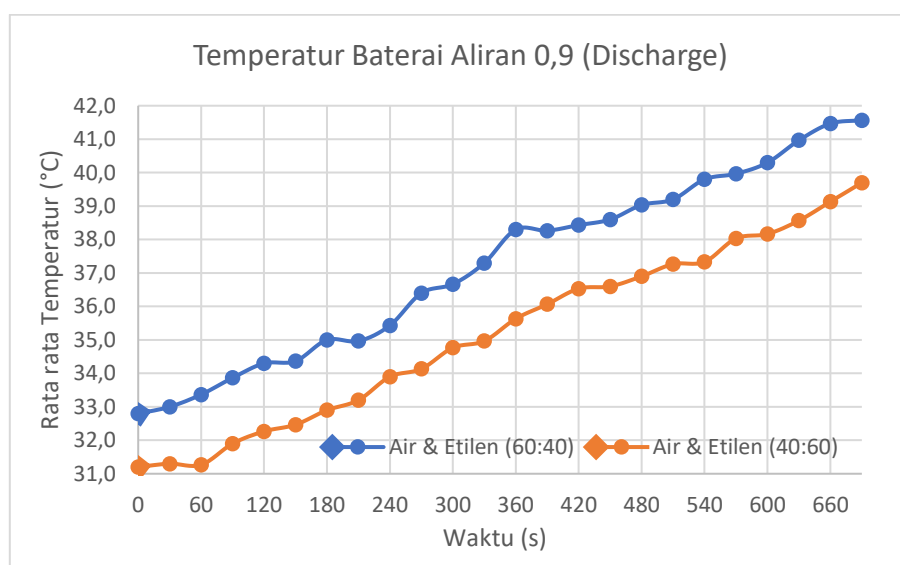
Gambar 4.28 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,6 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

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*)

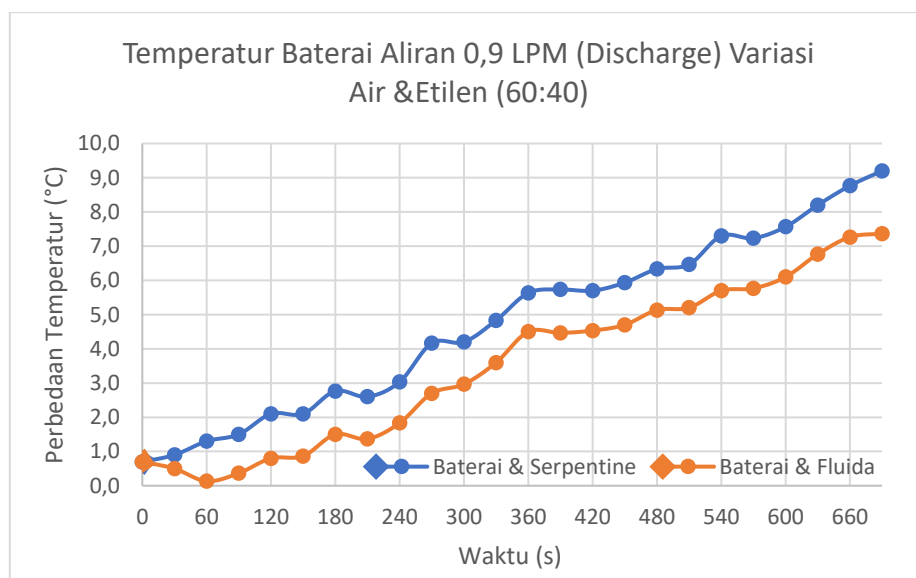
Pada aliran 0,9 Lpm disaat *discharge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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

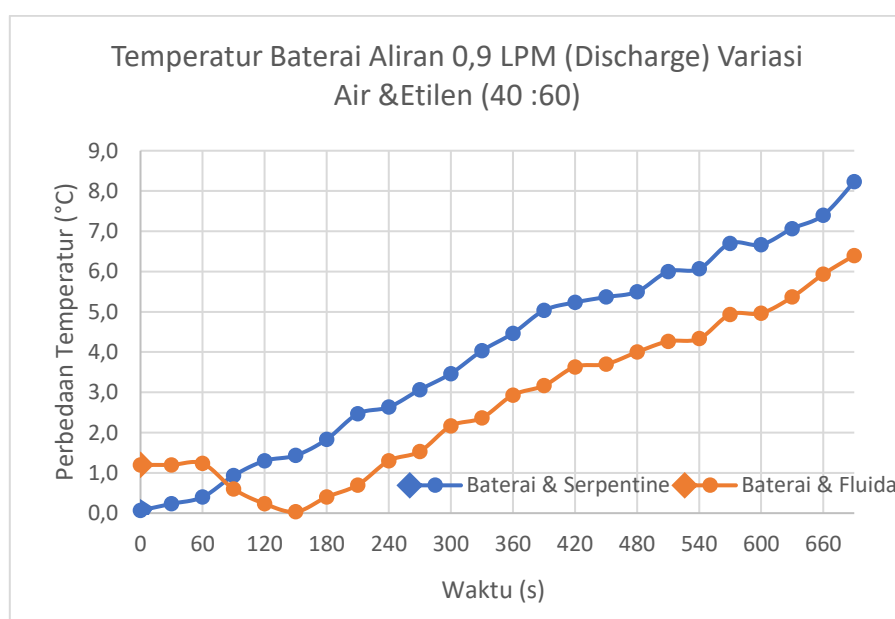
690 detik agar beban yang digunakan mati. Terdapat juga dua konsentrasi fluida pada grafik tersebut, dimana konsentrasi pertama yaitu air & *ethylene glycol* (60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu 33°C dan temperatur tertinggi sebesar 41,6°C. 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).

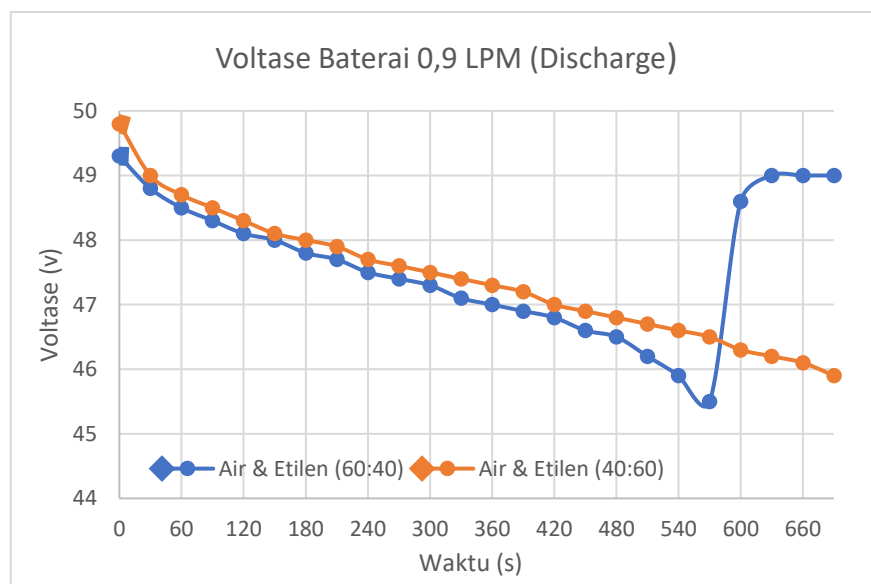
Dalam data yang pertama baterai dengan fluida mempunyai perbedaan temperatur yang sama antara baterai dengan serpentine. Akan tetapi di data yang kedua sampai akhir ,baterai dengan serpentine mengalami kenaikan temperatur dan memiliki perbedaan temperatur tertinggi sebesar $9,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan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



Gambar 4.31 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*)

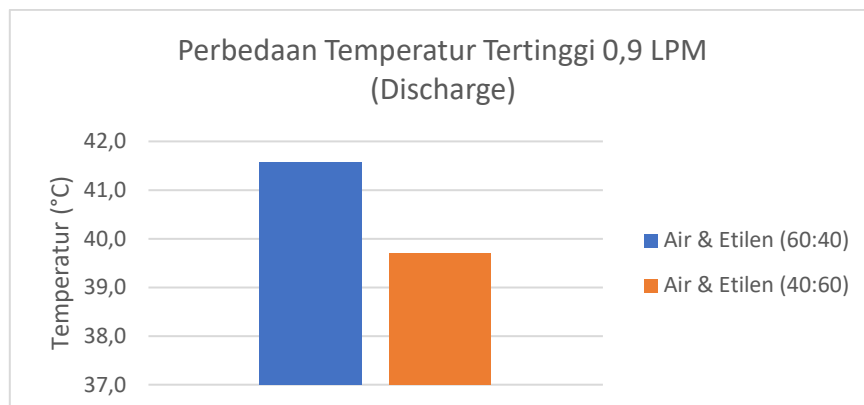
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *discharge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel 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*)

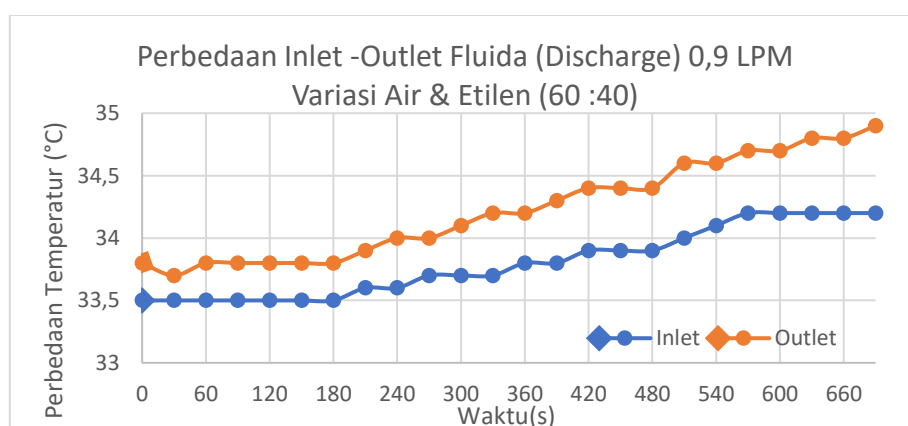
Discharge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,93 Ohm	75,75 Ohm
Baterai 4-6	67,34 Ohm	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm
Baterai 7-9	67,34 Ohm	72,72 Ohm	64,93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



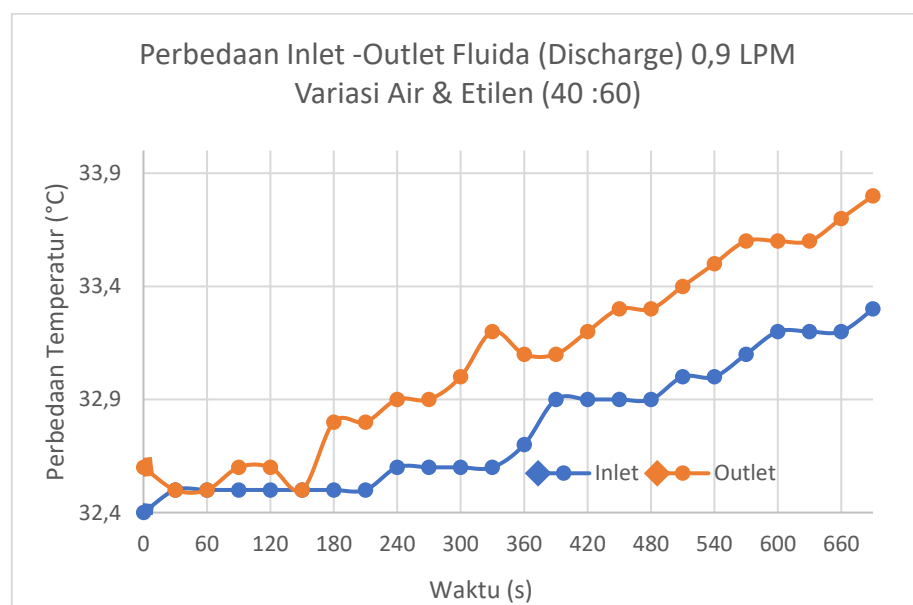
Gambar 4.33 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,9 Lpm (Discharge)

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.



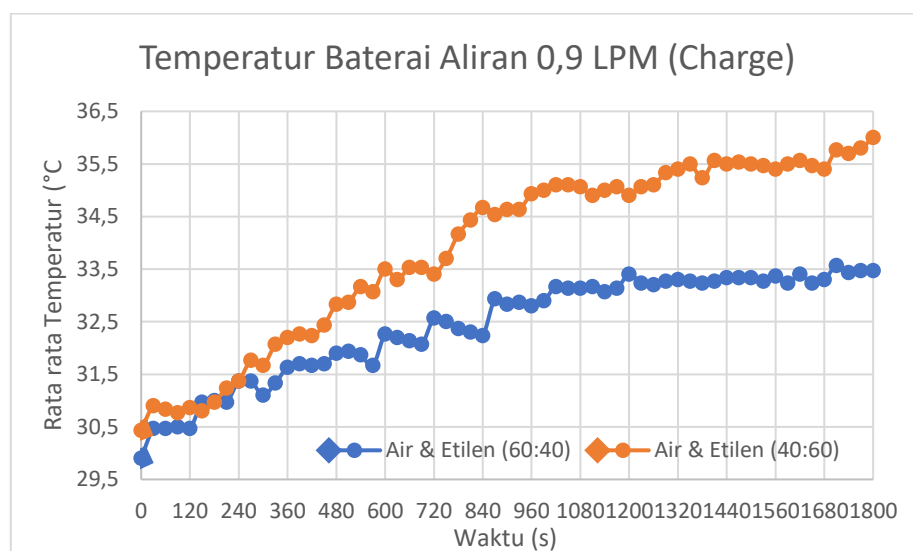
Gambar 4.35 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Discharge*) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (40:60)

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 $32,4^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,3^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada temperatur outlet fluida memiliki temperatur terendah sebesar $32,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,8^{\circ}\text{C}$. Sehingga didapatkan perbedaan temperatur maksimal pada detik ke 900 sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$.

4.2.6 Laju Aliran 0,9 Lpm (Charge)

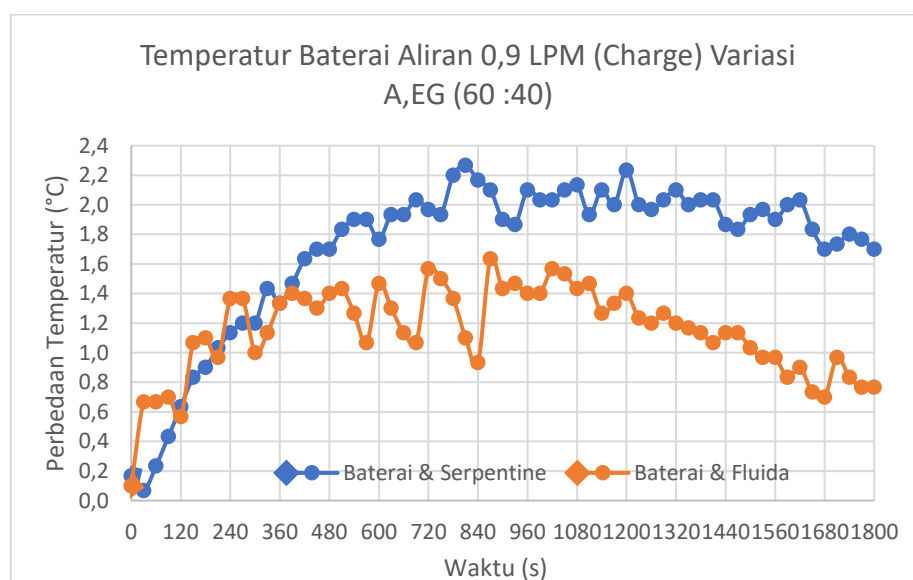
Pada aliran 0,9 Lpm disaat *charge* didapatkan hasil pengujian dengan menggunakan 2 konsentrasi perbandingan fluida yaitu sebagai berikut:



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*

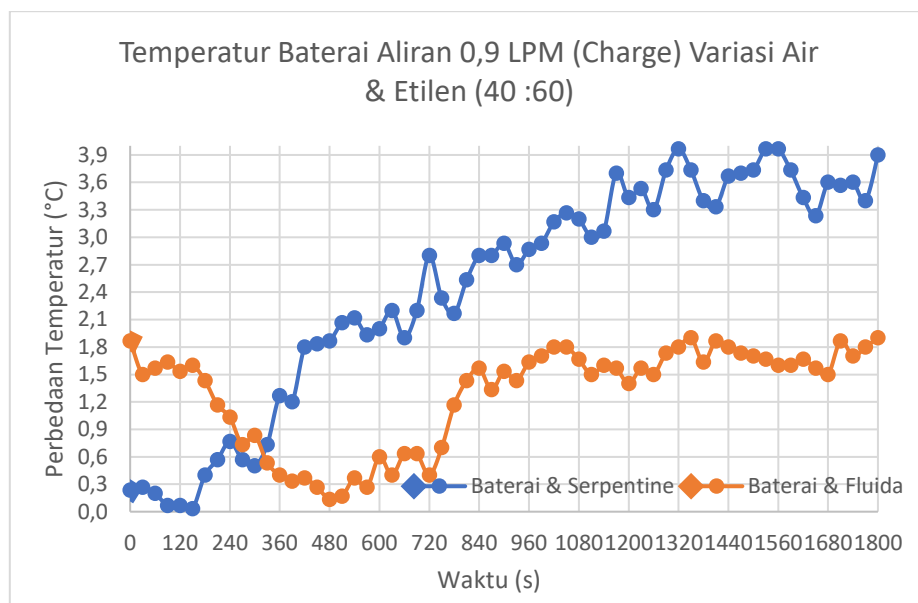
(60:40) dan konsentrasi kedua (40:60). Pada konsentrasi pertama didapatkan temperatur terendah yaitu $29,9^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$. Baterai mengalami kenaikan temperatur namun sesekali mengalami penurunan secara tidak signifikan. Kemudian pada konsentrasi 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

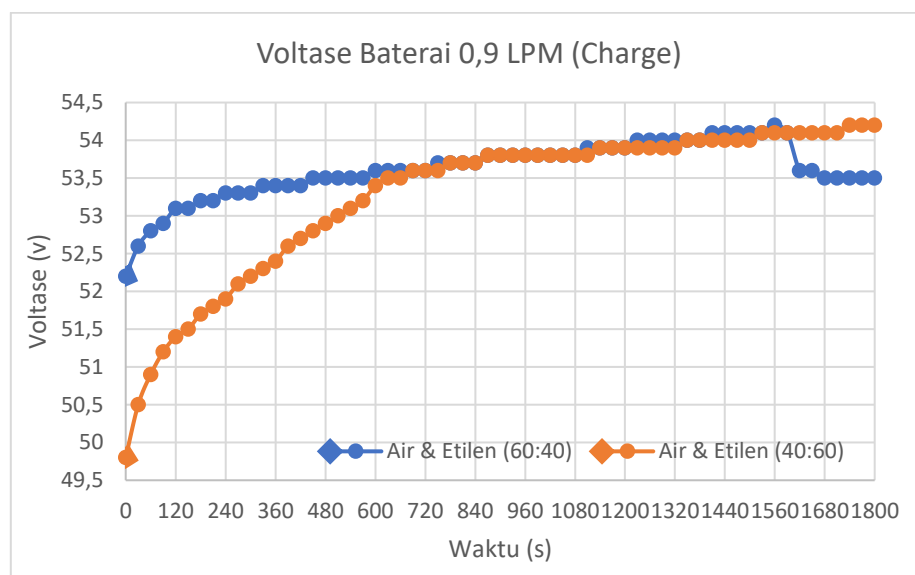
temperatur tertinggi sebesar $2,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan baterai dengan fluida hanya memiliki temperatur maksimal sebesar $1,6^{\circ}\text{C}$. Namun, sesekali temperatur tersebut mengalami penurunan yang sangat signifikan dimana penurunan temperatur tertinggi yang terjadi sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. 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 $1,9^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling tinggi adalah baterai dengan serpentine.



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

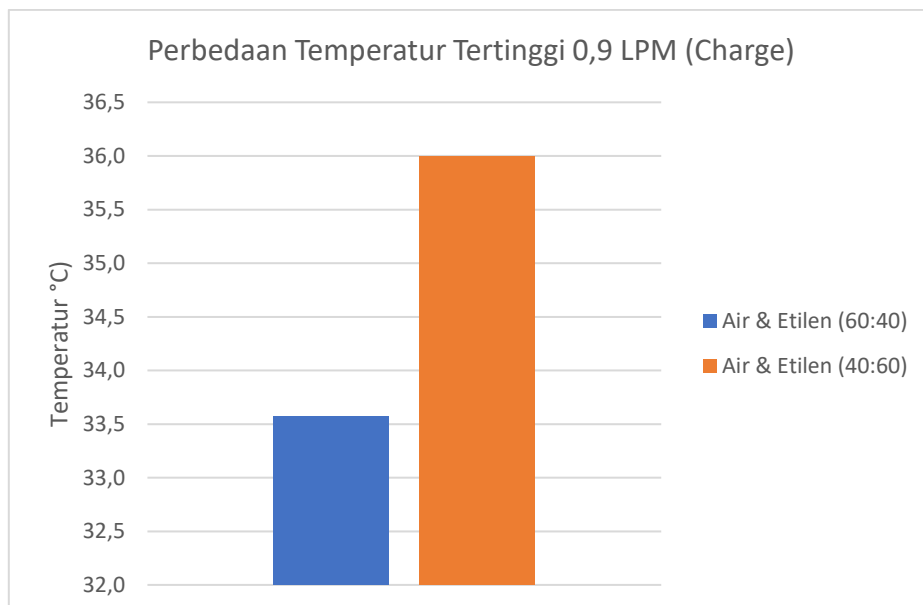
Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian voltase baterai dengan laju aliran fluida 0,9 lpm pada saat *charge*, dimana grafik tersebut menunjukkan voltase dari baterai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel data dari baterai, dimana waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel data 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*)

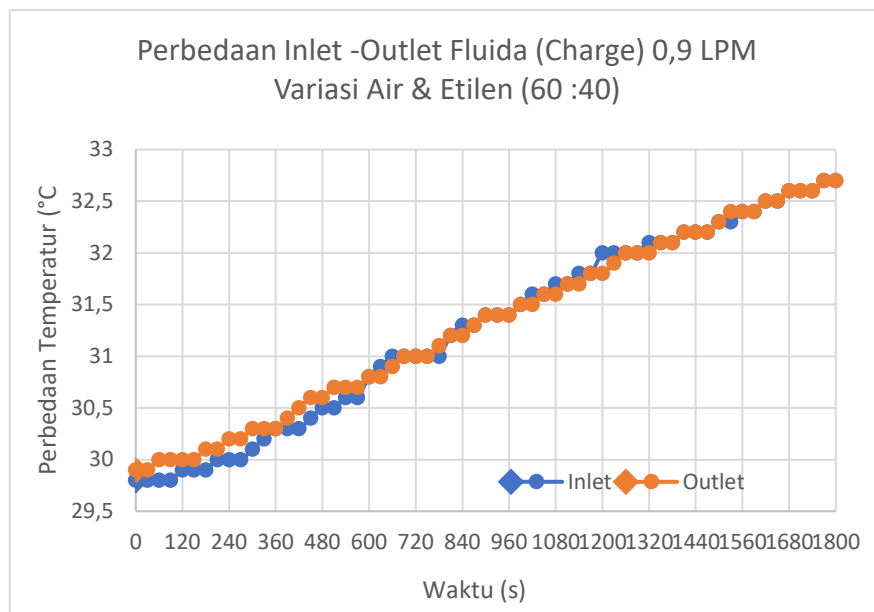
Charge				
Baterai	Internal (R)			
	Air & Ethylene (60:40)		Air & Ethylene (40:60)	
	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
Baterai 1-3	72,72 Ohm	67,34 Ohm	75,75 Ohm	64,93 Ohm
Baterai 4-6	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm	64,34 Ohm
Baterai 7-9	72,72 Ohm	67,34 Ohm	79,05 Ohm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



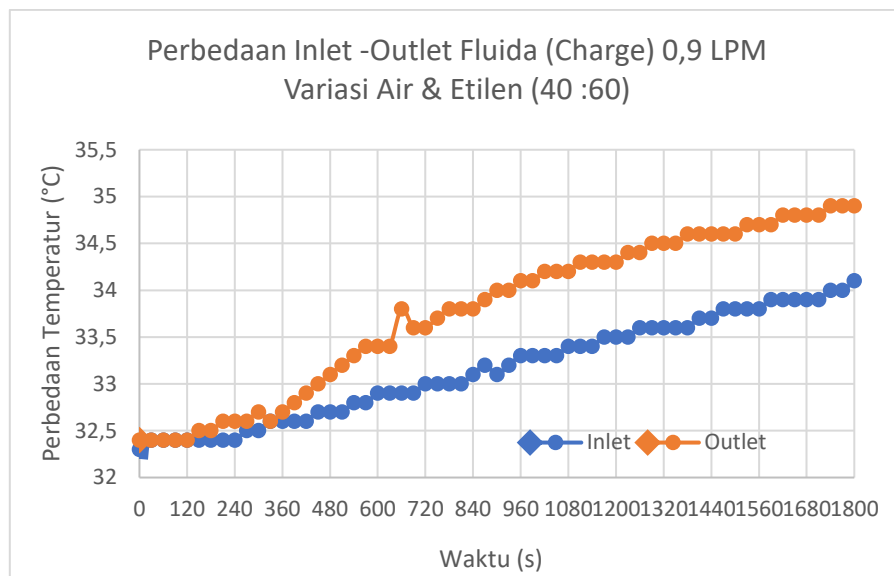
Gambar 4.40 Perbedaan Temperatur Tertinggi Aliran 0,9 Lpm
(Charge)

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.



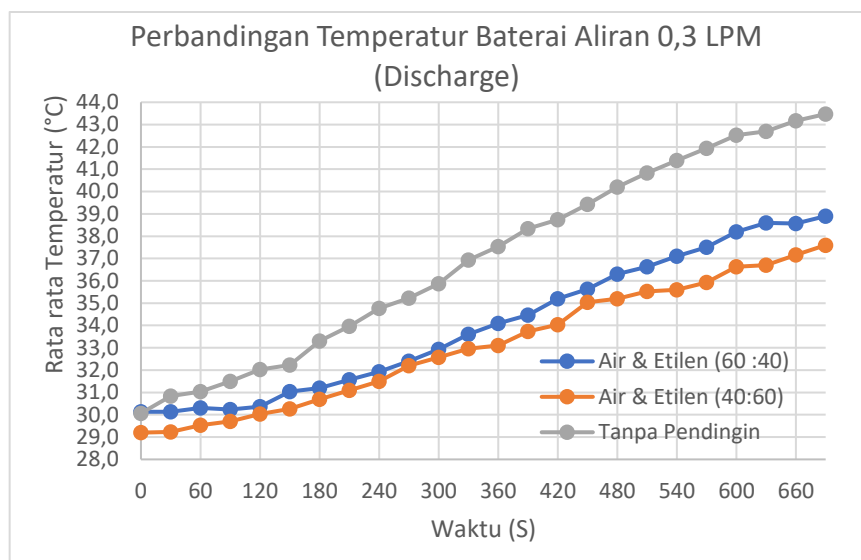
Gambar 4.42 Perbedaan Inlet-Outlet Fluida (*Charge*) 0,9 Lpm Variasi Air & Ethylene (60:40)

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:

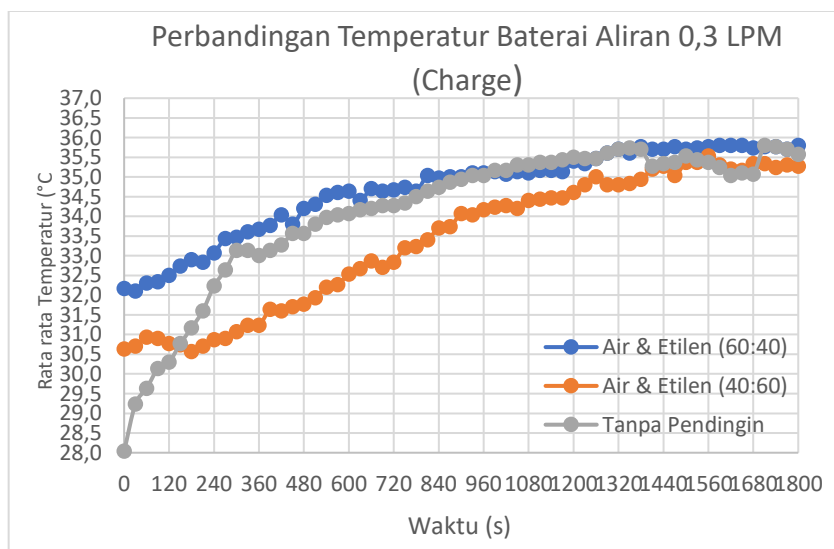


Gambar 4.43 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm
(Discharge)

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 $38,9^{\circ}\text{C}$. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar $4,6^{\circ}\text{C}$ (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 $29,2^{\circ}\text{C}$, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar $37,6^{\circ}\text{C}$. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar $5,9^{\circ}\text{C}$ (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%.

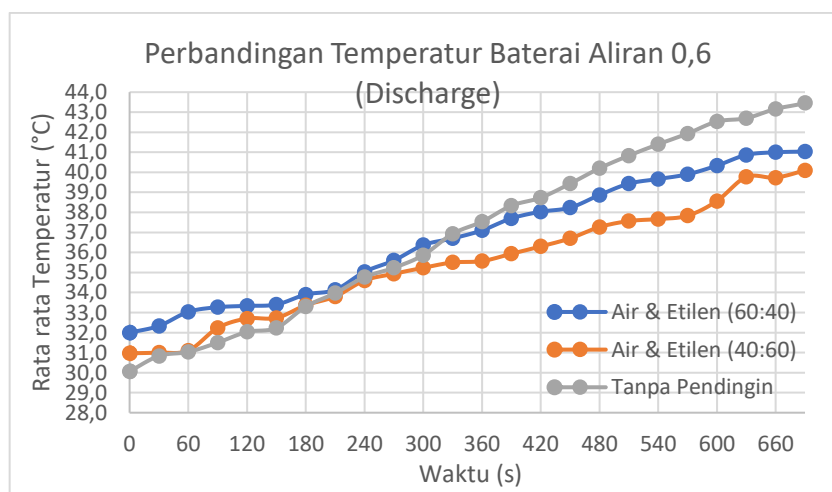


Gambar 4.44 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm
(Charge)

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.

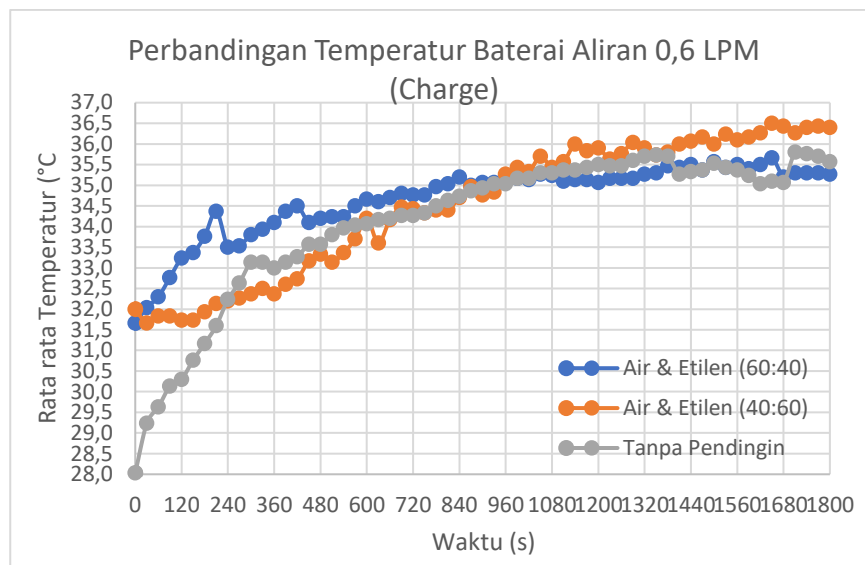
Pada konsentrasi kedua temperatur baterai terendah yang didapatkan adalah sebesar 30,6 °C, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar 35,5°C. Jika dibandingkan dengan temperatur baterai tanpa pendingin konsentrasi tersebut mempunyai selisih perbandingan maksimal sebesar 0,1 °C. Dari hasil 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 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 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%.

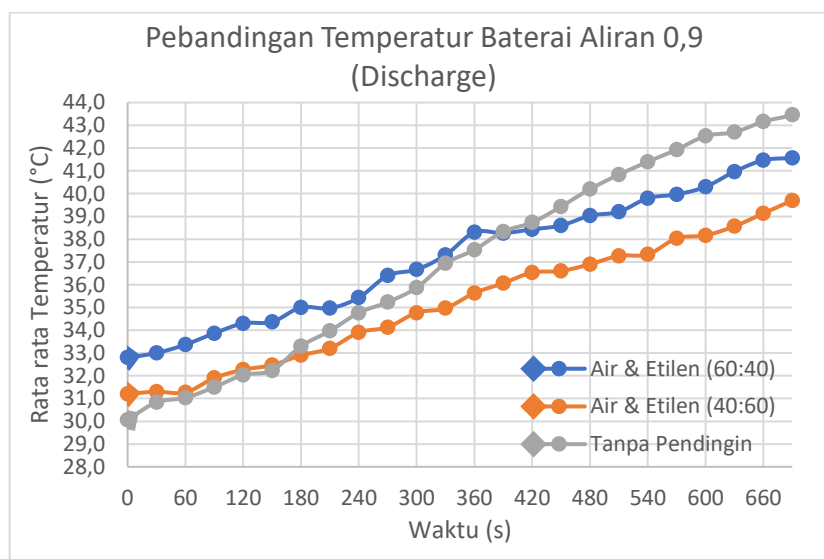


Gambar 4.46 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,3 Lpm
(Charge)

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 $31,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan temperatur maksimal yang didapatkan adalah sebesar $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 sebesar $28\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan disaat menggunakan pendingin sebesar $31\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.

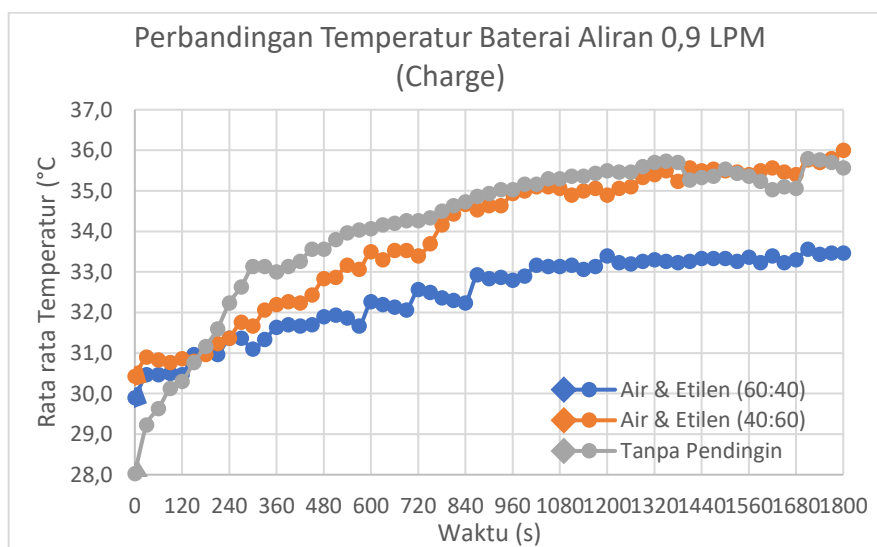


Gambar 4.47 Perbandingan Temperatur Baterai Aliran 0,9 Lpm
(Discharge)

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%.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan dari pembahasan data yang telah dilakukan. Adapun kesimpulannya ialah sebagai berikut:

1. Efektivitas fluida yang didapat dimana larutan yang terbaik adalah air dan *ethylene glycol* (40:60), dikarenakan penurunan temperatur tertinggi yang dihasilkan oleh fluida tersebut adalah sebesar 15,69 %, 8,47 %, dan 9,57% (*Discharge*) serta 1,91 % (*Charge*). Sedangkan air dan *ethylene glycol* (60:40) hanya mampu menurunkan temperatur baterai tertinggi sebesar 11,82 % , 6,09 %, dan 4,56 % (*Discharge*) serta 6,25% (*Charge*).
2. Laju aliran fluida sangat bermanfaat untuk efektivitas pendinginan baterai. Pada pengujian ini laju aliran fluida terbaik ialah 0,3 Lpm karena memiliki efektivitas terbaik yang mampu menurunkan temperatur baterai sebesar 15,69 % pada larutan air dan *ethylene glycol* (40:60), dan pada larutan (60:40) juga memiliki nilai tertinggi pada aliran 0,3 Lpm sebesar 11,82%

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian didapatkan beberapa saran dan masukan untuk mengevaluasi penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pada saat setelah selesai melakukan pengambilan data alangkah baiknya mendinginkan baterai terlebih dahulu sekitar 60 menit ,agar saat melakukan pengambilan data berikutnya suhu dari baterai sudah normal kembali sesuai dengan suhu ruangan.
2. Penggunaan Flir harus benar/tidak boleh goyang pada saat melakukan pengambilan data, agar hasil gambar yang dibaca baik dan tidak dan tidak mengalami kenaikan/penurunan suhu yang sangat signifikan dibandingkan dengan data yang telah diambil pada detik/waktu sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, Shabrina Iswari, and Yunita Ali Pujiastuti. "Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman." *Jurnal Chemurgy* 1, no. 1 (2018): 31-35.
- AISYAH, ANING TRI. "Prarancangan Pabrik Etilen Glikol Dari Etilen Oksida Dan Air Dengan Proses Hidrasi Non Katalitik Kapasitas 100.000 Ton/Tahun." PhD diss., Universitas mUhammadiyah Surakarta, 2012.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Listrik 2012-2017. Diakses dalam <https://www.bps.go.id>, Tanggal 3 September 2023, Pukul 12.49 WIB
- Badan Pusat Statistik. (2019). Data Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia. Diakses dalam <https://www.bps.go.id>, Tanggal 3 September 2023, Pukul 12.59 WIB
- Cahyaningdias, R., & Putra, A. B. K. (2020). Studi Numerik Perpindahan Panas Konveksi Paksa pada Pin Fin Berpenampang Circular dengan Susunan Aligned. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), F200-F205.
- Cengel, Y. (2010). *Thermodynamics An Engineering Approach*. McGraw-Hill Higher Education.
- Harahap, Rosihan Arby. "Identifikasi rentang waktu pengisian terhadap state of health baterai valve-regulated lead acid (vrla)." PhD diss., Universitas Brawijaya, 2018.
- Hasanah, Faridatul. "Desain Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades." (2016).
- Irfan A. Analisis Sistem Pendinginan Pada Mesin Isuzu Panther S. Semarang: Fakltas Teknik Universitas Negeri Semarang. 2007.

- Krausse, R. and Ullmann, U., 1986. Determination of imipenem and cilastatin in serum and tissue by high-pressure liquid chromatography. *Infection*, 14(5), pp.243-245.
- Lonteng, Leos, Ellia Kendek Allo, and Lily S. Patras. "Analisa Kemampuan Sumber DC (Baterai dan Charge) dalam Memenuhi Kebutuhan Gardu Induk Teling." (2022).
- Mahmuddin, Mahmuddin. "Karakteristik Perpindahan Panas pada Pipa Penukar Kalor Selongsong Aliran Searah Vertikal." *Journal Of Chemical Process Engineering* 1, no. 2 (2016): 30-35.
- McKetta, J. J., Cunningham, W.A. 1984. Encyclopedia of Chemical Processing and Design. 20:77. Marcel Decker. New York.
- Nasution, Muslih. "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik." *JET (Journal of Electrical Technology)* 6, no. 1 (2021): 35-40.
- Oates, Krysten. (2010). Lithium-ion Batteries: *Commercialization History and Current Market. Foresight Science and Technology*
- Otong M. Perancangan modular baterai lithium ion (Li-ion) untuk beban lampu LED. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*. 2019 Dec 31;8(2):260-73.
- Sidiq, R. K. (2015). Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Universitas Jember: Jember
- Sudrajat, J., 2017. Analisis kinerja heat exchanger shell & tube pada sistem cog booster di integrated steel mill krakatau. *Jurnal teknik mesin*, 6(3), pp.174-181.
- Wardhana, Asepta Surya, Alfin Sahrin, and Astrie Kusuma Dewi. "EBT-52 RANCANG BANGUN PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PADA PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN BATERAI LITHIUM UNTUK APLIKASI DC HOUSE." In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, vol. 1, no. 2, pp. 876-886. 2021.

LAMPIRAN

Discharge
Tanpa Pendingin

Discharge					
Battery				Voltage	Time
Temperatur			Average Battery		
I	II	III			
30,1	30,1	30	30,1	48,8	0
30,8	30,8	30,9	30,8	48,3	30
31,2	31	30,9	31,0	48,1	60
31,7	31,5	31,3	31,5	47,9	90
32,2	32,1	31,8	32,0	47,7	120
32,4	32,3	32	32,2	47,5	150
33,5	33,3	33,1	33,3	47,4	180
34,2	34	33,7	34,0	47,3	210
34,9	34,9	34,5	34,8	47,1	240
35,5	35,2	35	35,2	47,1	270
36	35,9	35,7	35,9	46,9	300
37,1	37	36,7	36,9	46,9	330
37,6	37,7	37,3	37,5	46,8	360
38,4	38,6	38	38,3	46,7	390
38,9	38,8	38,5	38,7	46,6	420
39,6	39,5	39,2	39,4	46,5	450
40,3	40,3	40	40,2	46,4	480
40,8	41,1	40,6	40,8	46,3	510
41,4	41,6	41,2	41,4	46,2	540
41,9	42,3	41,6	41,9	46,1	570
42,6	42,8	42,2	42,5	45,9	600
42,7	43,1	42,3	42,7	45,7	630
43	43,6	42,9	43,2	45,6	660
43,6	43,7	43,1	43,5	45,3	690

Discharge
Aquadest & Ethylene Glycol (60:40)
 0,3 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
29,9	29,8	29,9	30,2	30,1	30,1	30,7	30,9	0
29,9	29,8	30	30,2	30,1	30,1	30,8	31	30
30	30	29,8	30,3	30,3	30,3	30,9	31	60
29,9	29,9	29,9	30,2	30,3	30,2	30,9	31,2	90
29,7	29,7	29,8	30,4	30,3	30,4	31	31,2	120
30	30,1	30,1	31,1	31	31	31	31,2	150
29,9	29,7	29,7	31,3	31	31,3	31,1	31,3	180
30,2	30,1	30,2	31,5	31,6	31,6	31,1	31,4	210
30,2	30,2	30,2	31,7	32,1	32	31,3	31,5	240
30,1	30,1	30	32	32,6	32,6	31,3	31,6	270
30,5	30,4	30,4	32,6	33,2	33	31,4	31,7	300
30,5	30,5	30,4	33,3	33,9	33,6	31,4	31,8	330
30,5	30,3	30,4	33,8	34,1	34,4	31,5	31,8	360
30,5	30,4	30,3	34,1	34,6	34,7	31,6	32	390
30,7	30,6	30,8	34,8	35,4	35,4	31,6	32	420
30,6	30,5	30,7	35,2	35,8	35,9	31,7	32,1	450
31	30,9	30,8	35,9	36,4	36,6	31,8	32,3	480
30,8	30,6	30,9	36,6	36,7	36,6	31,8	32,3	510
30,9	30,8	30,8	37,1	37,2	37	32	32,4	540
31	31	30,9	37,8	37,2	37,5	32	32,5	570
31,2	31,1	31,2	38,8	38	37,8	32,1	32,7	600
31	31	30,9	39,6	38,1	38,1	32,1	32,7	630
31	31	31,1	39,6	38	38,1	32,2	32,8	660
30,9	30,9	30,9	39,8	38,8	38,1	32,2	32,8	690

0,6 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31,6	31,6	31,5	32	31,8	32,2	32,7	33	0
31,7	31,6	31,5	32,3	32,3	32,4	32,7	33,1	30
32	32	32	32,9	33	33,2	32,7	33,1	60
31,9	32	32	33,2	33,4	33,2	32,7	33,2	90
31,7	31,7	31,8	33,2	33,3	33,5	32,8	33,2	120
31,1	31,5	31,4	33,3	33,5	33,4	32,8	33,2	150
31,3	31,3	31,3	33,9	33,9	33,9	32,8	33,3	180
31,3	31,3	31,5	34	34,3	34,1	32,9	33,4	210
31,9	32,1	31,9	34,9	35,1	35,1	33	33,4	240
31,9	32,1	32,3	35,5	35,8	35,5	33	33,6	270
32,2	32,3	32,1	36,5	36,1	36,5	33	33,6	300
32,2	32,3	32,4	37,1	36,5	36,5	33,1	33,7	330
32	32,2	32,5	37	37,2	37,1	33,2	33,7	360
32,5	32,6	32,7	38,1	37,5	37,5	33,2	33,8	390
32,2	32,3	32,7	38,6	37,7	37,8	33,2	33,9	420
32,3	32,4	32,6	38,8	38	37,9	33,3	33,9	450
32,3	32,7	32,7	39,5	38,5	38,6	33,3	34	480
32,2	32,5	32,7	40	39,4	38,9	33,4	34,1	510
32,4	32,7	32,6	40,7	39,1	39,2	33,5	34,2	540
32,5	32,8	32,8	40,9	39,3	39,5	33,5	34,2	570
32,6	32,5	32,8	41,2	39,9	39,9	33,5	34,3	600
32,7	32,7	32,9	41,7	40,4	40,5	33,6	34,3	630
32,7	32,9	33	42,2	40	40,8	33,6	34,3	660
32,7	32,8	33	42,2	40	40,9	33,6	34,3	690

0,9 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		y
Temperature			Temperature			Temperature		Time
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
32	32,1	32,2	32,7	32,9	32,8	33,5	33,8	0
32	32	32,3	32,7	33	33,3	33,5	33,7	30
32,1	32,1	32	33,1	33,4	33,6	33,5	33,8	60
32,3	32,4	32,4	33,3	34,2	34,1	33,5	33,8	90
32	32,4	32,2	34	34,5	34,4	33,5	33,8	120
32,1	32,4	32,3	34,1	34,6	34,4	33,5	33,8	150
32,2	32,1	32,4	34,5	35,2	35,3	33,5	33,8	180
32,3	32,3	32,5	34,5	35,1	35,3	33,6	33,9	210
32,3	32,4	32,5	34,8	36	35,5	33,6	34	240
32,1	32,2	32,4	36,5	36,4	36,3	33,7	34	270
32,4	32,4	32,6	36,5	36,8	36,7	33,7	34,1	300
32,3	32,4	32,7	37	36,7	38,2	33,7	34,2	330
32,5	32,7	32,8	38,4	38,5	38	33,8	34,2	360
32,2	32,6	32,8	38,5	38	38,3	33,8	34,3	390
32,7	32,7	32,8	38,8	38,2	38,3	33,9	34,4	420
32,7	32,5	32,8	38,4	38,7	38,7	33,9	34,4	450
32,7	32,5	32,9	39,5	39	38,6	33,9	34,4	480
32,6	32,7	32,9	39,6	38,8	39,2	34	34,6	510
32,5	32,5	32,5	40,6	39,4	39,4	34,1	34,6	540
32,6	32,7	32,9	40,9	39,6	39,4	34,2	34,7	570
32,6	32,7	32,9	41,3	40	39,6	34,2	34,7	600
32,8	32,8	32,7	41,2	41,3	40,4	34,2	34,8	630
32,6	32,8	32,7	42,6	40,2	41,6	34,2	34,8	660
32,2	32,4	32,5	42,6	40	42,1	34,2	34,9	690

Discharge
Aquadest & Ethylene Glycol (40:60)
 0,3 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
29,2	29,1	29,1	29,2	29,2	29,2	29,7	29,8	0
29,2	29,2	29,1	29,2	29,2	29,3	29,8	29,9	30
29,1	29,2	29,1	29,4	29,5	29,7	29,8	29,9	60
29	29	29	29,6	29,7	29,8	29,9	30	90
29,3	29,3	29,3	29,9	30	30,2	29,9	30,1	120
29,2	29,1	29,2	30	30,4	30,4	30	30,2	150
29,3	29,2	29,1	30,2	30,9	31	30	30,3	180
29,2	29,2	29,1	31	31,1	31,2	30,1	30,4	210
29,3	29,4	29,2	31,5	31,4	31,6	30,1	30,5	240
29,4	29,5	29,5	32,1	32,2	32,3	30,2	30,7	270
29,7	29,6	29,6	32,4	32,2	33,1	30,2	30,8	300
29,5	29,6	29,5	32,6	33	33,3	30,2	30,9	330
29,5	29,6	29,4	32,5	33,2	33,6	30,3	31	360
30	30	29,9	33	34	34,2	30,3	31,2	390
29,6	29,7	29,8	32,9	34,2	35	30,4	31,3	420
29,8	29,8	30	34	35,6	35,5	30,5	31,4	450
29,5	29,5	29,5	34,1	35,7	35,8	30,5	31,5	480
30,1	30,3	30,3	34,8	35,4	36,4	30,6	31,6	510
29,5	29,6	29,5	34,5	35,7	36,6	30,6	31,7	540
30,2	30,3	30,3	34,9	36,2	36,7	30,7	31,8	570
30,1	30,3	30,3	35,4	37,1	37,4	30,8	31,9	600
30,3	30,3	30,5	35,8	37	37,3	30,8	32,1	630
30,4	30,4	30,3	36,1	37,8	37,6	30,9	32,1	660
30,5	30,6	30,6	36,3	38,1	38,4	31	32,2	690

0,6 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31	30,9	31	31,1	30,9	30,9	32,6	32,6	0
31,2	31,1	31,4	31,1	31	30,9	32,6	32,6	30
30,9	30,6	30,8	31,4	30,9	31	32,7	32,7	60
31,7	31,6	32,1	32,3	32,2	32,2	32,7	32,7	90
31,8	31,9	32	32,9	32,6	32,6	32,7	32,7	120
31,9	32,2	32	33,1	32,4	32,7	32,8	32,8	150
32	31,8	32,2	33,9	32,7	33,5	32,9	32,9	180
32,2	32,2	32,1	33,9	33,7	33,8	32,9	32,9	210
32,4	32,7	32,7	34,4	34,5	34,9	32,9	33	240
32,2	32,3	32,5	34,6	34,9	35,3	33	33,2	270
32,3	32,5	32,7	34,9	35	35,8	33	33,2	300
32,5	32,6	32,5	35,3	35	36,2	33,1	33,2	330
32,3	32,4	32,2	35,3	35,5	35,9	33,1	33,3	360
32,6	32,6	32,6	35,8	35,5	36,5	33,2	33,4	390
32,2	32,6	32,7	36,2	36,1	36,6	33,2	33,6	420
32,5	32,4	32,1	36,1	36,6	37,4	33,2	33,7	450
32,3	32,7	32,4	36,6	36,8	38,4	33,3	33,8	480
32,4	32,2	32,2	36,5	37,7	38,5	33,3	33,9	510
32,7	32,6	32,8	36,5	37,4	39,1	33,4	34	540
32,2	32,6	32,6	37,1	37,2	39,2	33,4	34,2	570
32,5	32,9	32,4	37,6	38,7	39,4	33,4	34,3	600
32,5	32,3	32,5	38,4	40,2	40,7	33,5	34,4	630
32,9	32,9	32,3	38,3	40,2	40,7	33,5	34,5	660
32,4	32,6	32,2	38,8	41	40,5	33,6	34,6	690

0,9 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31,1	31,3	31,4	31,4	31	31,2	32,4	32,6	0
31	31,1	31,1	31,4	31,2	31,3	32,5	32,5	30
30,8	31	30,8	31,5	31	31,3	32,5	32,5	60
30,9	31,2	30,8	32	31,7	32	32,5	32,6	90
30,9	31	31	32,2	32,2	32,4	32,5	32,6	120
31	31	31,1	32,5	32,3	32,6	32,5	32,5	150
31,1	31,1	31	32,9	32,9	32,9	32,5	32,8	180
30,8	30,7	30,7	33,1	33,5	33	32,5	32,8	210
31	31,3	31,5	34,1	33,7	33,9	32,6	32,9	240
31	31,2	31	34,3	34	34,1	32,6	32,9	270
31	31,4	31,5	34,8	34,6	34,9	32,6	33	300
30,9	31,1	30,8	34,5	35,1	35,3	32,6	33,2	330
31,2	31,3	31	34,6	36,3	36	32,7	33,1	360
31,1	30,8	31,2	35,6	36,4	36,2	32,9	33,1	390
31,3	31,3	31,3	35,9	36,9	36,8	32,9	33,2	420
31,2	31,5	31	36,2	36,8	36,8	32,9	33,3	450
31,4	31,4	31,4	36,1	37,8	36,8	32,9	33,3	480
31,2	31,3	31,3	36,4	37,1	38,3	33	33,4	510
31,2	31,2	31,4	37	37,5	37,5	33	33,5	540
31,3	31,2	31,5	37,5	38,2	38,4	33,1	33,6	570
31,4	31,6	31,,2	37,1	38,7	38,7	33,2	33,6	600
31,6	31,5	31,4	38,1	38,2	39,4	33,2	33,6	630
31,5	31,8	31,9	38,2	39,3	39,9	33,2	33,7	660
31,6	31,4	31,4	38,5	40,4	40,2	33,3	33,8	690

Charge
Tanpa Pendingin

Charge					
Battery				Voltage	Time
Temperatur			Average Battery		
I	II	III			
28	28	28,1	28,0	49,2	0
29,2	29,3	29,2	29,2	50,5	30
29,4	29,7	29,8	29,6	51,1	60
30,3	30,1	30	30,1	51,5	90
30,4	30,3	30,2	30,3	51,7	120
30,8	30,8	30,7	30,8	51,8	150
31,2	31,2	31,1	31,2	52	180
31,6	31,6	31,6	31,6	52,1	210
32,2	32,3	32,2	32,2	52,1	240
32,6	32,7	32,6	32,6	52,3	270
33	33,2	33,2	33,1	52,4	300
33	33,3	33,1	33,1	52,6	330
33	32,9	33,1	33,0	52,8	360
33	33,2	33,2	33,1	52,9	390
33,2	33,3	33,3	33,3	53	420
33,5	33,6	33,6	33,6	53,2	450
33,5	33,6	33,6	33,6	53,3	480
33,7	33,9	33,8	33,8	53,3	510
33,9	34,1	33,9	34,0	53,3	540
33,9	34,2	34	34,0	53,4	570
34	34,1	34,1	34,1	53,4	600
34,1	34,2	34,2	34,2	53,5	630
34,1	34,3	34,2	34,2	53,5	660
34,2	34,3	34,3	34,3	53,5	690
34,2	34,3	34,3	34,3	53,5	720
34,2	34,4	34,4	34,3	53,6	750
34,5	34,5	34,5	34,5	53,6	780
34,6	34,7	34,6	34,6	53,6	810
34,8	34,7	34,7	34,7	53,6	840
34,8	35	34,8	34,9	53,7	870
34,9	34,9	35	34,9	53,7	900
34,9	35,1	35,1	35,0	53,7	930
34,9	35	35,2	35,0	53,7	960
35,2	35,1	35,2	35,2	53,7	990
35,1	35,1	35,3	35,2	53,8	1020
35,2	35,4	35,3	35,3	53,8	1050
35,1	35,4	35,4	35,3	53,8	1080
35,2	35,4	35,5	35,4	53,8	1110
35,2	35,4	35,5	35,4	53,8	1140
35,4	35,5	35,4	35,4	53,8	1170
35,5	35,6	35,4	35,5	53,8	1200
35,4	35,4	35,6	35,5	53,8	1230
35,3	35,5	35,6	35,5	53,8	1260
35,6	35,6	35,6	35,6	53,9	1290
35,6	35,8	35,7	35,7	53,9	1320
35,7	35,8	35,7	35,7	53,9	1350
35,6	35,8	35,7	35,7	53,9	1380
35,3	35,3	35,2	35,3	53,9	1410
35,3	35,3	35,4	35,3	53,9	1440
35,3	35,4	35,4	35,4	54	1470
35,5	35,6	35,5	35,5	54	1500
35,3	35,5	35,5	35,4	54	1530
35,3	35,4	35,4	35,4	54	1560
35,3	35,2	35,2	35,2	54	1590
34,9	35,1	35,1	35,0	54,1	1620
35	35,1	35,2	35,1	54,1	1650
35	35	35,2	35,1	54,1	1680
35,6	35,8	36	35,8	54,1	1710
35,8	35,7	35,8	35,8	54,1	1740
35,6	35,8	35,7	35,7	54,1	1770
35,4	35,7	35,6	35,6	54,1	1800

Aquadest & Ethylene Glycol (60:40)
0,3 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31,6	31,5	31,6	32,1	32,2	32,2	32,5	32,8	0
31,7	31,5	31,5	32	32,2	32,1	32,5	32,9	30
31,6	31,7	31,6	32,2	32,3	32,4	32,5	32,9	60
31,6	31,5	31,6	32,2	32,4	32,4	32,6	32,7	90
31,6	31,6	31,6	32,4	32,5	32,6	32,6	32,8	120
31,6	31,5	31,7	32,6	32,8	32,8	32,7	32,8	150
31,8	31,8	31,9	32,9	32,9	32,9	32,7	32,8	180
31,9	31,9	32	32,8	32,9	32,8	32,7	32,8	210
31,9	31,8	32,1	33	33,2	33	32,7	32,9	240
31,9	31,8	32	33,3	33,5	33,5	32,8	32,9	270
31,8	31,9	32	33,4	33,4	33,6	32,9	32,9	300
31,9	31,9	31,9	33,5	33,6	33,7	32,9	33	330
32	32,2	32	33,6	33,7	33,7	32,9	33	360
32	32	32,1	33,6	33,8	33,9	32,9	33	390
32,1	32	32	34,1	34	34	33	33,1	420
32,2	32,1	32,2	33,7	33,8	33,9	33	33,1	450
32,1	32,1	32	34,1	34,3	34,2	33,1	33,1	480
32,4	32,2	32,5	34,1	34,5	34,3	33,1	33,2	510
32,4	32,3	32,5	34,5	34,6	34,5	33,2	33,2	540
32,4	32,5	32,5	34,4	34,7	34,7	33,2	33,2	570
32,2	32,3	32,3	34,4	34,8	34,7	33,2	33,3	600
32,2	32,3	32,3	34,2	34,4	34,6	33,3	33,3	630
32,3	32,1	32,4	34,6	34,8	34,7	33,4	33,44	660
32,4	32,3	32,5	34,5	34,7	34,7	33,4	33,4	690
32,2	32,2	32,3	34,6	34,8	34,6	33,4	33,4	720
32,4	32,3	32,4	34,7	34,8	34,7	33,4	33,6	750
32,3	32,1	32,3	34,6	34,6	34,7	33,4	33,6	780
32,4	32,3	32,5	35	35,1	35	33,4	33,6	810
32,3	32,5	32,6	34,8	35	35,1	33,5	33,6	840
32,6	32,4	32,7	34,8	35,2	35	33,5	33,6	870
32,2	32,4	32,7	34,8	35,1	35,1	33,5	33,7	900
32,5	32,6	32,8	35	35,3	35	33,6	33,7	930
32,5	32,5	32,6	35,2	35,1	35	33,7	33,7	960
32,6	32,6	32,7	35,1	35,1	35,2	33,7	33,8	990
32,5	32,4	32,6	35,2	35	35	33,7	33,8	1020
32,4	32,4	32,5	35,2	35,1	35,1	33,7	33,8	1050
32,3	32,5	32,5	35	35,1	35,2	33,7	33,9	1080
32,3	32,5	32,3	34,9	35,2	35,4	33,8	33,9	1110
32,5	32,5	32,5	35,1	35,2	35,2	33,8	33,9	1140
32,3	32,3	32,6	35,1	35,1	35,2	33,8	34	1170
32,7	32,6	32,9	35,3	35,4	35,5	33,9	34	1200
32,7	32,8	32,9	35,1	35,5	35,4	33,9	34,1	1230
32,9	32,7	33	35,4	35,4	35,6	34	34,1	1260
33	33,1	32,9	35,5	35,6	35,7	34	34,2	1290
33	32,7	32,7	35,8	35,6	35,7	34	34,2	1320
33	32,9	33	35,7	35,4	35,7	34	34,2	1350
33,1	33,1	33,1	35,8	35,7	35,8	34	34,2	1380
32,9	33,1	33,1	35,6	35,9	35,6	34,1	34,2	1410
33	33	33,2	35,8	35,6	35,7	34,1	34,2	1440
32,9	33,1	33	35,8	35,7	35,8	34,2	34,3	1470
33	33,1	33,1	35,8	35,6	35,7	34,2	34,3	1500
33,2	33,3	33,5	35,7	35,7	35,8	34,2	34,4	1530
33,2	33,2	33,1	35,8	35,7	35,8	34,2	34,4	1560
33,1	33	33	35,8	35,7	35,9	34,2	34,4	1590
33,2	33	33,1	35,7	35,9	35,8	34,2	34,4	1620
33	33,2	33,2	35,8	35,8	35,8	34,3	34,5	1650
33	33,1	33,2	35,7	35,8	35,7	34,3	34,5	1680
33	33,2	33,1	35,8	35,7	35,8	34,3	34,5	1710
33	33,5	33,4	35,7	35,8	35,8	34,4	34,6	1740
33,2	33,5	33,2	35,6	35,7	35,8	34,4	34,6	1770
33,3	33,5	33,5	35,7	35,8	35,9	34,4	34,6	1800

0,6 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31,3	31,3	31,5	31,5	31,7	31,8	32,1	32,5	0
31,6	31,7	31,6	31,9	32,1	32,1	32,1	32,5	30
31,9	32	32	32,2	32,4	32,3	32,1	32,5	60
32	32,2	32,1	32,5	32,8	33	32,1	32,5	90
32,3	32,4	32,6	32,9	33,3	33,5	32,1	32,6	120
32,7	32,7	32,8	33	33,6	33,5	32,1	32,6	150
32,9	33	33,1	33,4	33,8	34,1	32,2	32,7	180
33,1	33,3	33,2	34,2	34,4	34,5	32,2	32,7	210
32,2	32	32,3	33,5	33,4	33,6	32,2	32,7	240
31,9	32,1	32,2	33,5	33,6	33,5	32,2	32,7	270
32,2	32,1	32,1	33,7	33,8	33,9	32,3	32,8	300
32,4	32,4	32,5	33,8	34,1	33,9	32,4	32,8	330
32,4	32,5	32,6	34,1	34	34,2	32,4	32,8	360
32,8	32,9	32,9	34,2	34,4	34,5	32,4	32,9	390
32,7	32,7	32,8	34,5	34,6	34,4	32,4	32,9	420
32,3	32,2	32,3	34,1	34,1	34,1	32,5	33	450
32	32,2	32,3	34,2	34,1	34,3	32,6	33	480
32,4	32,4	32,5	34,3	34	34,4	32,6	33,1	510
32,2	32,3	32,3	34,2	34,1	34,4	32,7	33,1	540
32,4	32,5	32,6	34,3	34,5	34,7	32,8	33,2	570
32,5	32,5	32,5	34,6	34,6	34,8	32,8	33,2	600
32,4	32,3	32,5	34,6	34,5	34,7	32,8	33,2	630
32,1	32,3	32,5	34,7	34,6	34,8	32,8	33,3	660
32,3	32,5	32,5	34,7	34,7	35	32,9	33,3	690
32,3	32,5	32,6	34,6	34,7	35	32,9	33,3	720
32,5	32,5	32,7	34,7	34,6	35	32,9	33,4	750
32,6	32,6	32,6	34,9	34,8	35,2	33	33,4	780
32,5	32,6	32,7	35,2	34,9	35	33	33,5	810
32,5	32,6	32,7	35,3	35,1	35,2	33,1	33,5	840
32,5	32,5	32,6	35	35	35	33,1	33,5	870
32,5	32,7	32,4	35,1	34,9	35,2	33,1	33,6	900
32,5	32,5	32,7	35,1	34,9	35,2	33,2	33,6	930
32,5	32,7	32,5	35,2	34,9	35,2	33,2	33,6	960
32,4	32,5	32,7	35,4	34,9	35,2	33,3	33,7	990
32,3	32,4	32,6	35,1	35,1	35,2	33,3	33,7	1020
32,6	32,8	32,6	35,3	35	35,5	33,44	33,8	1050
32,5	32,5	32,7	35	35,1	35,6	33,4	33,9	1080
32,3	32,3	32,6	35	35,1	35,2	33,4	33,8	1110
32,4	32,7	32,5	35	35	35,4	33,5	33,9	1140
32,3	32,5	32,7	35	35,1	35,3	33,6	34	1170
32,4	32,3	32,5	35,1	34,9	35,2	33,6	34	1200
32,4	32,5	32,7	35	35,2	35,3	33,6	34	1230
32,5	32,3	32,3	35,1	35,2	35,2	33,6	34	1260
32,6	32,5	32,3	35	35,3	35,2	33,6	34,1	1290
32,7	32,4	32,8	35,1	35,4	35,3	33,7	34,1	1320
32,3	32,5	32,6	35,2	35,2	35,5	33,7	34,2	1350
32,8	32,9	32,3	35,5	35,4	35,5	33,8	34,2	1380
32,6	32,8	32,9	35,5	35,4	35,4	33,8	34,2	1410
32,7	32,9	32,9	35,6	35,4	35,5	33,8	34,2	1440
32,8	32,9	32,6	35,3	35,4	35,4	33,9	34,3	1470
32,9	32,9	32,9	35,5	35,5	35,7	33,9	34,3	1500
32,7	32,7	32,8	35,5	35,3	35,5	34	34,3	1530
32,9	32,9	32,9	35,6	35,3	35,6	34	34,4	1560
32,7	32,7	32,8	35,5	35,2	35,5	34	34,4	1590
32,7	32,9	32,8	35,6	35,3	35,6	34	34,5	1620
32,8	32,8	32,8	35,7	35,5	35,8	34,1	34,5	1650
32,7	32,6	32,5	35,2	35,1	35,3	34,1	34,5	1680
32,8	32,8	32,9	35,4	35,1	35,4	34,1	34,5	1710
32,7	32,6	32,9	35,3	35,3	35,3	34,1	34,5	1740
32,9	32,9	32,8	35,2	35,3	35,4	34	34,6	1770
32,6	32,7	32,9	35,2	35,2	35,4	34	34,6	1800

0,9 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
29,7	29,8	29,7	29,8	29,9	30	29,8	29,9	0
30,3	30,5	30,4	30,4	30,4	30,6	29,8	29,9	30
30,2	30,2	30,3	30,3	30,5	30,6	29,8	30	60
30,1	30,1	30	30,4	30,5	30,6	29,8	30	90
29,8	29,8	29,9	30,3	30,6	30,5	29,9	30	120
30,1	30,2	30,1	30,8	31,1	31	29,9	30	150
30,1	30,2	30	30,9	31,1	31	29,9	30,1	180
29,9	30	29,9	30,9	31	31	30	30,1	210
30,3	30,2	30,2	31,3	31,5	31,3	30	30,2	240
30,2	30,2	30,1	31,3	31,6	31,2	30	30,2	270
29,9	29,9	29,9	31	31,3	31	30,1	30,3	300
29,9	29,9	29,9	31,3	31,4	31,3	30,2	30,3	330
30,4	30,3	30,2	31,5	31,8	31,6	30,3	30,3	360
30,2	30,3	30,2	31,5	31,9	31,7	30,3	30,4	390
30	30,1	30	31,5	31,8	31,7	30,3	30,5	420
30	30	30	31,6	31,8	31,7	30,4	30,6	450
30,2	30,2	30,2	31,7	32	32	30,5	30,6	480
30,1	30,1	30,1	31,9	32	31,9	30,5	30,7	510
30	29,9	30	31,7	32	31,9	30,6	30,7	540
29,8	29,8	29,7	31,5	31,8	31,7	30,6	30,7	570
30,5	30,5	30,5	32,1	32,4	32,3	30,8	30,8	600
30,2	30,3	30,3	32,1	32,3	32,2	30,9	30,8	630
30,2	30,2	30,2	32	32,3	32,1	31	30,9	660
30	30	30,1	31,9	32,3	32	31	31	690
30,6	30,6	30,6	32,2	32,9	32,6	31	31	720
30,5	30,6	30,6	32,3	32,6	32,6	31	31	750
30,2	30,2	30,1	32,1	32,5	32,5	31	31,1	780
30	30	30,1	32,1	32,3	32,5	31,2	31,2	810
30,1	30,1	30	32,3	32,1	32,3	31,3	31,2	840
30,8	30,8	30,9	32,8	33,1	32,9	31,3	31,3	870
30,9	31	30,9	32,5	33,1	32,9	31,4	31,4	900
31	31	31	32,5	33,1	33	31,4	31,4	930
30,7	30,7	30,7	32,6	32,9	32,9	31,4	31,4	960
30,8	30,9	30,9	33	32,9	32,8	31,5	31,5	990
30,9	31,3	31,2	33,3	33,1	33,1	31,6	31,5	1020
30,9	31,1	31,1	33,2	33,1	33,1	31,6	31,6	1050
30,9	31,1	31	33,3	33,1	33	31,7	31,6	1080
31,2	31,2	31,3	33,3	33,1	33,1	31,7	31,7	1110
31	31	30,9	33,2	33	33	31,8	31,7	1140
31,1	31,1	31,2	33,3	33,1	33	31,8	31,8	1170
31	31,3	31,2	33,4	33,3	33,5	32	31,8	1200
31,3	31,2	31,2	33,3	33,2	33,2	32	31,9	1230
31,1	31,3	31,3	33,3	33,1	33,2	32	32	1260
31,2	31,3	31,2	33,3	33,3	33,2	32	32	1290
31,2	31,2	31,2	33,3	33,3	33,3	32,1	32	1320
31,3	31,3	31,2	33,3	33,3	33,2	32,1	32,1	1350
31,1	31,2	31,3	33,2	33,1	33,4	32,1	32,1	1380
31,2	31,3	31,2	33,3	33,2	33,3	32,2	32,2	1410
31,5	31,5	31,4	33,3	33,4	33,3	32,2	32,2	1440
31,5	31,5	31,5	33,3	33,4	33,3	32,2	32,2	1470
31,4	31,4	31,4	33,4	33,2	33,4	32,3	32,3	1500
31,3	31,3	31,3	33,3	33,2	33,3	32,3	32,4	1530
31,4	31,5	31,5	33,4	33,2	33,5	32,4	32,4	1560
31,2	31,2	31,3	33,3	33,2	33,2	32,4	32,4	1590
31,3	31,4	31,4	33,3	33,3	33,6	32,5	32,5	1620
31,4	31,4	31,4	33,2	33,2	33,3	32,5	32,5	1650
31,5	31,6	31,7	33,4	33,2	33,3	32,6	32,6	1680
31,9	31,8	31,8	33,4	33,6	33,7	32,6	32,6	1710
31,6	31,6	31,7	33,3	33,4	33,6	32,6	32,6	1740
31,7	31,7	31,7	33,3	33,5	33,6	32,7	32,7	1770
31,7	31,8	31,8	33,4	33,4	33,6	32,7	32,7	1800

Aquadest & Ethylene Glycol (40:60)
0,3 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
30,7	30,6	30,7	30,7	30,6	30,6	30,6	30,4	0
30,6	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	31	30,6	30
30,7	30,8	30,8	30,9	31	30,9	31	31	60
30,7	30,7	30,7	30,8	30,9	31	31	31,1	90
30,5	30,3	30,6	30,7	30,7	30,9	31	31,1	120
30,4	30,4	30,4	30,8	30,7	30,7	31,1	31,2	150
30,2	30	30,1	30,6	30,5	30,6	31,1	31,2	180
30,2	30,2	30,2	30,6	30,6	30,9	31,1	31,2	210
30,3	30,3	30,4	31	30,8	30,8	31,1	31,2	240
30,3	30,1	30,2	30,9	30,8	31	31,1	31,3	270
30,3	30,3	30,3	31	31,1	31,1	31,1	31,3	300
30,1	30,1	30,3	31,2	31	31,5	31,2	31,4	330
30,1	30,2	30	31	31,2	31,5	31,2	31,4	360
30,5	30,6	30,3	31,5	31,6	31,8	31,2	31,4	390
30,1	30	30,3	31,3	31,8	31,7	31,3	31,4	420
30,3	30,1	30,2	31,5	31,8	31,8	31,3	31,4	450
30,1	30,2	30,3	31,6	31,6	32,1	31,4	31,5	480
30,2	30,1	30,3	31,8	31,9	32,1	31,3	31,5	510
30,6	30,7	30,9	32,1	32,3	32,2	31,4	31,6	540
30,5	30,5	30,7	32,1	32,2	32,5	31,5	31,6	570
30,8	30,8	31	32,6	32,3	32,7	31,5	31,7	600
30,5	30,4	30,5	32,4	32,6	33	31,6	31,8	630
30,5	30,8	30,6	32,5	33	33,1	31,6	31,8	660
30,3	30,3	30,5	32,3	32,7	33,1	31,7	31,8	690
30,9	31,1	31,2	32,6	32,7	33,2	31,7	31,8	720
30,8	31	30,8	32,8	33,2	33,6	31,7	31,9	750
30,7	30,6	30,8	32,9	33,2	33,6	31,8	32	780
31	31,2	31,2	33,2	33,2	33,8	31,8	32	810
31,1	31,3	31,2	33,1	33,9	34,1	31,9	32,1	840
31,2	31,2	31,2	33,3	33,8	34,1	32	32,1	870
31,4	31,5	31,3	33,6	34,4	34,2	32	32,2	900
31,2	31,2	31,2	33,4	34,5	34,2	32,1	32,3	930
31	31,1	31	33,5	34,7	34,3	32,1	32,2	960
31,2	31,5	31,2	33,6	34,9	34,2	32,1	32,3	990
31,5	31,4	31,4	33,5	34,7	34,6	32,2	32,3	1020
31,4	31,5	31,5	33,5	34,3	34,8	32,3	32,4	1050
31,5	31,5	31,6	33,7	34,2	35,3	32,3	32,5	1080
31,3	31,3	31,5	33,7	34,7	34,9	32,4	32,5	1110
31,3	31,3	31,2	33,8	34,4	35,2	32,4	32,5	1140
31,5	31,6	31,5	33,9	34,2	35,3	32,4	32,6	1170
31,7	31,6	31,9	33,9	34,5	35,4	32,5	32,6	1200
31,5	31,6	31,5	34,1	34,8	35,5	32,5	32,7	1230
31,6	31,8	31,5	34,2	35,2	35,6	32,6	32,7	1260
31,7	31,9	31,8	34	34,9	35,5	32,7	32,8	1290
31,9	31,7	32	34,1	34,8	35,5	32,7	32,8	1320
31,7	31,8	31,5	34,1	34,8	35,6	32,7	32,9	1350
31,8	31,8	31,9	34,3	34,8	35,7	32,7	32,9	1380
31,8	31,8	31,8	34,2	35,5	35,9	32,8	32,9	1410
32	32	31,7	34,3	35,5	36	32,9	33	1440
31,7	31,9	31,5	34,2	35,1	35,8	32,9	33	1470
32	32	31,7	34,5	35,5	36,1	32,9	33	1500
32	32	32,1	34,5	35,5	36,1	33	33,1	1530
32,3	32,2	32,4	34,5	36,1	36	33,1	33,1	1560
32	31,9	32,1	34,4	35,8	35,7	33,1	33,2	1590
31,8	31,5	32,1	34,2	35,5	35,9	33,1	33,3	1620
31,9	32	31,7	34,2	35,2	36,1	33,2	33,2	1650
32,2	32,3	31,9	34,2	35,8	36	33,2	33,2	1680
32	32,1	31,9	34,6	35,5	35,9	33,2	33,3	1710
32	31,7	32	34	35,8	35,9	33,3	33,3	1740
32,1	32,3	31,9	34,4	35,6	35,9	33,3	33,4	1770
32,1	32,3	32,2	34,5	35,3	36	33,4	33,4	1800

0,6 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
31,7	32,1	31,9	32	31,9	32,1	32,6	32,6	0
31,6	31,4	31,4	31,8	31,6	31,6	32,6	32,6	30
31,6	31,9	32	31,9	31,8	31,8	32,6	32,6	60
31,6	31,9	31,6	31,9	31,8	31,8	32,6	32,6	90
31,4	31,3	31,5	31,9	31,6	31,7	32,6	32,7	120
31,4	31,4	31,3	31,7	31,6	31,9	32,6	32,7	150
31,6	31,6	31,5	31,9	31,9	32	32,6	32,7	180
31,5	31,9	31,4	32,2	32	32,2	32,7	32,7	210
31,4	31,3	31,4	32,3	32	32,3	32,7	32,8	240
31,4	31,6	31,4	32,3	32,2	32,3	32,7	32,8	270
31,4	31,3	31,3	32,5	32,2	32,4	32,7	32,8	300
31,4	31,4	31,2	32,6	32,2	32,7	32,8	32,8	330
31,2	31,5	31,1	32,3	32,3	32,5	32,8	32,9	360
31,1	31,3	31,3	32,4	32,7	32,7	32,8	33	390
31	31	30,9	32,5	32,8	32,9	32,9	33	420
31,5	31,3	31,3	33,1	33	33,4	32,9	33	450
31,3	31,3	31,1	33,2	33,3	33,5	32,9	33	480
31,3	31	31,2	33	33,1	33,3	33	33	510
31,4	31,3	31,3	33,3	33,2	33,6	33	33,1	540
31,8	31,4	31,5	33,7	33,5	33,9	33	33,1	570
31,7	32	32	33,9	34,4	34,3	33,1	33,2	600
31,4	31,4	31,5	33,4	33,5	33,9	33,1	33,2	630
31,8	31,9	31,9	33,9	34,1	34,5	33,2	33,3	660
31,8	31,8	31,7	34,1	34,7	34,6	33,2	33,3	690
31,6	31,7	31,7	34	34,4	34,9	33,2	33,4	720
31,4	31,7	31,4	33,8	34,5	34,7	33,2	33,4	750
31,8	31,8	31,9	33,8	34,4	35	33,3	33,4	780
31,4	31,7	31,3	33,7	34,6	34,9	33,3	33,5	810
31,9	32,1	32	34,1	34,8	35,2	33,4	33,5	840
32,1	32,2	32,5	34,3	35,4	35,2	33,4	33,5	870
31,9	32,4	32,1	34,1	35	35,2	33,5	33,6	900
32,3	32,4	32,2	34,3	34,8	35,4	33,5	33,6	930
32,3	32,3	32,2	34,7	35,6	35,5	33,5	33,7	960
32,2	32,5	32,5	34,6	36	35,7	33,5	33,7	990
32,3	32,7	32,6	34,4	35,7	35,9	33,6	33,7	1020
32,8	33	33	35	36	36,1	33,6	33,8	1050
32,4	32,6	32,6	34,9	35,5	35,9	33,7	33,8	1080
32,4	32,6	32,9	35	35,6	36,1	33,7	33,8	1110
32,6	32,8	32,6	35,1	36,4	36,5	33,7	33,9	1140
32,4	32,6	32,8	35	36,2	36,3	33,8	33,9	1170
32,5	32,3	32,4	35	36,6	36,1	33,8	34	1200
32,2	32,8	32,3	34,8	36,1	36	33,8	34	1230
32,4	32,4	32,5	34,9	36,1	36,3	33,9	34	1260
32,4	32,4	32,3	35,1	36,3	36,7	33,9	34,1	1290
32,6	32,4	32,2	35	36,1	36,6	34	34,1	1320
32,9	32,9	32,8	35	36	36,2	34	34,1	1350
32,3	32,3	32,3	34,9	36,1	36,4	34	34,2	1380
32,6	32,8	32,5	35,1	36,1	36,8	34,1	34,2	1410
32,6	32,7	32,6	35,2	36,5	36,5	34,1	34,2	1440
32,7	32,5	32,5	35,3	36,2	37	34,1	34,3	1470
32,4	32,3	32,3	35	36,1	36,9	34,2	34,3	1500
32,5	32,6	32,5	35,3	36,8	36,6	34,3	34,3	1530
32,6	32,6	32,5	35	36,6	36,7	34,3	34,4	1560
32,8	32,8	32,5	35,1	36,7	36,7	34,3	34,4	1590
32,8	32,7	32,7	35,1	36,6	37,1	34,3	34,5	1620
33	33	33,1	35,6	36,7	37,2	34,4	34,5	1650
33	33,1	33	35,5	36,7	37,1	34,4	34,5	1680
32,7	32,9	32,9	35,3	36,6	36,9	34,4	34,5	1710
33	32,9	33	35,7	36,4	37,1	34,4	34,6	1740
32,9	32,9	33,1	35,6	36,8	36,9	34,5	34,6	1770
32,9	33,3	33,4	35,4	36,8	37	34,5	34,6	1800

0,9 Lpm

Outer Serpentine			Battery			Fluid		Time
Temperature			Temperature			Temperature		
I	II	III	I	II	III	Inlet	Outlet	
30,8	30,8	30,4	30,6	30,3	30,4	32,3	32,4	0
31,2	31,2	31,1	31	30,7	31	32,4	32,4	30
30,9	31	31,2	31	30,7	30,8	32,4	32,4	60
30,9	31	30,6	30,9	30,7	30,7	32,4	32,4	90
30,7	30,9	30,8	30,9	30,7	31	32,4	32,4	120
30,9	30,8	30,6	30,7	30,7	31	32,4	32,5	150
30,6	30,8	30,3	31,1	30,8	31	32,4	32,5	180
30,9	30,6	30,5	31,2	31,2	31,3	32,4	32,6	210
30,8	30,5	30,5	31,6	31	31,5	32,4	32,6	240
31,2	31,3	31,1	31,8	31,6	31,9	32,5	32,6	270
31	31,2	31,3	31,8	31,6	31,6	32,5	32,7	300
31,2	31,4	31,4	32	32,3	31,9	32,6	32,6	330
30,7	31,2	30,9	32,1	32,2	32,3	32,6	32,7	360
31,1	31,3	30,8	32,2	32,4	32,2	32,6	32,8	390
30,2	30,3	30,8	32,2	32,2	32,3	32,6	32,9	420
30,7	30,6	30,5	32,2	32,6	32,5	32,7	33	450
31	30,7	31,2	32,8	33	32,7	32,7	33,1	480
30,9	30,5	31	32,7	33	32,9	32,7	33,2	510
31,1	31,1	31	33	33,4	33,1	32,8	33,3	540
31,2	31	31,2	32,8	33	33,4	32,8	33,4	570
31,2	31,6	31,7	33,1	33,9	33,5	32,9	33,4	600
31,1	31,4	30,8	33	33,6	33,3	32,9	33,4	630
31,6	31,6	31,7	33,6	33,6	33,4	32,9	33,8	660
31,5	31,4	31,1	33,6	33,6	33,4	32,9	33,6	690
30,7	30,6	30,5	33,3	33,6	33,3	33	33,6	720
31,4	31,4	31,3	33,6	33,5	34	33	33,7	750
32	32,1	31,9	33,8	34	34,7	33	33,8	780
31,9	32,1	31,7	33,7	34,8	34,8	33	33,8	810
31,5	32,1	32	34,3	34,7	35	33,1	33,8	840
31,7	31,9	31,6	34,1	34,3	35,2	33,2	33,9	870
32	31,6	31,5	34,1	35,2	34,6	33,1	34	900
32	32,2	31,6	34,2	35,2	34,5	33,2	34	930
32,1	32,3	31,8	34,6	35,5	34,7	33,3	34,1	960
32,1	32,2	31,9	34,4	35,4	35,2	33,3	34,1	990
32,2	31,8	31,8	34,5	35,3	35,5	33,3	34,2	1020
31,7	31,7	32,1	34,4	35,6	35,3	33,3	34,2	1050
32,1	32	31,5	34,3	35,6	35,3	33,4	34,2	1080
31,7	31,8	32,2	34,1	35,3	35,3	33,4	34,3	1110
31,9	31,9	32	34,3	35,3	35,4	33,4	34,3	1140
31,7	31,4	31	34,5	35,7	35	33,5	34,3	1170
31,3	31,5	31,6	34,2	34,9	35,6	33,5	34,3	1200
31,6	31,4	31,6	34,8	35,2	35,2	33,5	34,4	1230
31,8	31,7	31,9	34,6	35,5	35,2	33,6	34,4	1260
31,7	31,5	31,6	34,7	35,7	35,6	33,6	34,5	1290
31,4	31,4	31,5	34,6	35,7	35,9	33,6	34,5	1320
31,8	31,9	31,6	34,8	36,1	35,6	33,6	34,5	1350
31,9	32	31,6	34,7	35,6	35,4	33,6	34,6	1380
32	32,1	32,6	34,7	36,2	35,8	33,7	34,6	1410
31,9	31,9	31,7	34,8	36,3	35,4	33,7	34,6	1440
31,8	31,9	31,8	34,7	35,7	36,2	33,8	34,6	1470
31,9	31,7	31,7	34,5	36	36	33,8	34,6	1500
31,5	31,4	31,6	34,5	35,8	36,1	33,8	34,7	1530
31,5	31,5	31,3	34,6	36,4	35,2	33,8	34,7	1560
31,8	31,8	31,7	34,5	35,9	36,1	33,9	34,7	1590
31,9	32,3	32,2	34,5	36,3	35,9	33,9	34,8	1620
32	32,4	32,3	34,4	35,8	36,2	33,9	34,8	1650
31,7	31,7	32	34,5	35,8	35,9	33,9	34,8	1680
32,3	32,4	31,9	35,2	35,8	36,3	33,9	34,8	1710
32,3	32,1	31,9	35,1	35,7	36,3	34	34,9	1740
32,3	32,6	32,3	35,2	36	36,2	34	34,9	1770
31,9	32,4	32	35,2	36,3	36,5	34,1	34,9	1800

