

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

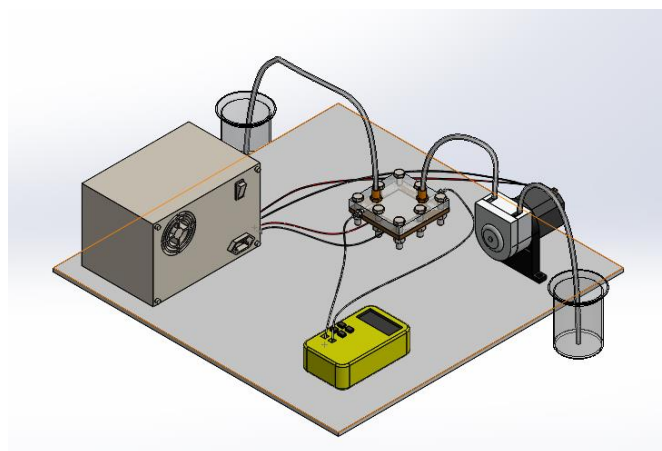
Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Manufaktur ITERA dan Laboratorium Konversi Energi ITERA selama kurang lebih 4 bulan. Dimulai pada bulan maret 2021 hingga bulan juni 2021. Kegiatan yang akan dilaksanakan dirangkum ke dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.1 Timeline Penelitian

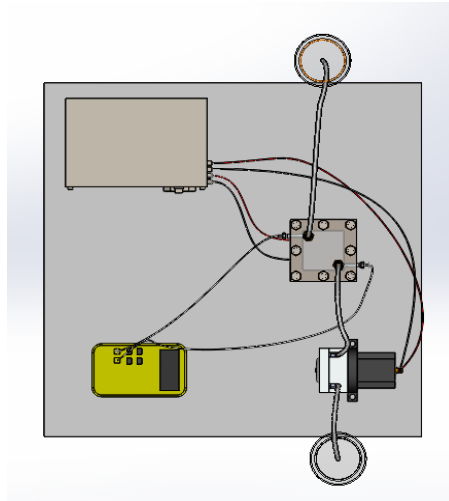
No	Kegiatan	Maret	April	Mei	Juni
1	Studi Literatur				
2	Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Eksperimen				
3	Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas				

3.2 Spesimen Penelitian

Spesimen Penelitian ini terdiri dari beberapa *parts* yang terdiri dari *waterblock* komersial, pompa, *thermocouple*, *power supply*, gelas ukur dan wadah penampung air disatukan di sebuah plat nilon berukuran 40cm x 40cm. *parts* tersebut disusun sebagai berikut :



Gambar 3.1 Desain Spesimen Uji Tampak Isometri



Gambar 3.2 Desain Uji Spesimen Tampak Atas

Tabel 3.2 *Parts* Spesimen Penelitian

Nama	Jumlah	Satuan
<i>Power supply</i>	1	Unit
<i>Thermocouple</i>	3	Buah
Gelas/ wadah	2	Buah
<i>Waterblock</i>	1	Unit
Selang	3	Buah
Pompa Peristaltik	1	Unit

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki dua tahapan yaitu tahapan perancangan alat uji dan tahapan pengujian. Berikut penjelasan dari kedua tahapan tersebut :

3.3.1 Tahapan Perancangan Peralatan Eksperimen

Pada tahapan perancangan peralatan eksperimen, *parts* disatukan ke sebuah plat nilon dengan ukuran yang sudah ditentukan. Pada tahapan ini alat untuk mendukung tahapan ini diantaranya sebagai berikut :

a. *Band Saw*

Alat ini digunakan untuk memotong *base* plat dengan ukuran yang diinginkan

b. *Mesin Milling*

Mesin *milling* digunakan untuk melubangi sisi samping *nipple* sedalam jalur masuk air untuk tempat meletakkan *thermocouple*

c. Gerinda

Alat gerinda digunakan untuk menghaluskan permukaan plat yang sudah dipotong

d. *Ultrasonic Cleaner*

Alat ini digunakan untuk mengaduk nanopartikel dengan campuran air akuades untuk membuat nanofluida dengan fraksi massa yang diinginkan.

3.3.2 Tahapan Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik perpindahan panas pada nanofluida dengan fraksi yang sudah ditentukan. Dalam tahapan ini menggunakan alat untuk mendukung tahapan diantaranya sebagai berikut :

- a. Pompa
- b. Stopwatch
- c. *Thermocouple*
- d. Selang
- e. *Heater*
- f. *Power supply*
- g. Baut dan mur
- h. Gelas ukur 1000 ml
- i. Wadah penampung air

3.3.3 Bahan yang digunakan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

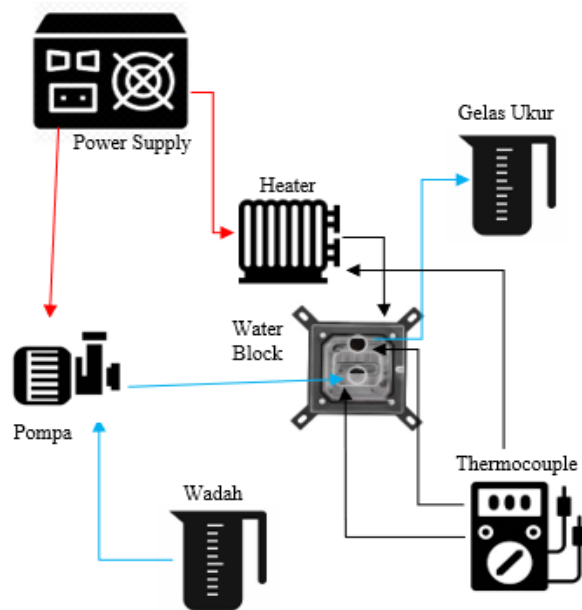
- a. Plat nylon
- b. Nanofluida Al_2O_3

3.4 Tahap Perancangan Peralatan Eksperimen

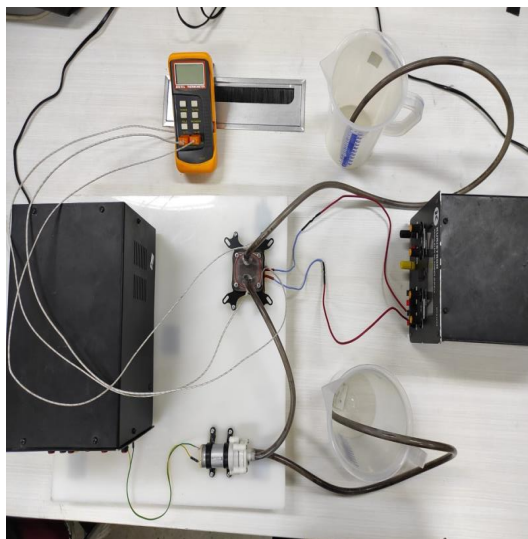
Adapun tahap perancangan peralatan eksperimen pada tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

- a. Memotong plat *base* dengan menggunakan mesin *Band Saw*
- b. menghaluskan plat *base* yang sudah dipotong menggunakan gerinda
- c. Melubangi bagian samping *nipple* dengan menggunakan mesin *milling*
- d. Pemilihan *waterblock*
- e. Pemilihan *heater*
- f. Pemilihan pompa

Perakitan pada alat poin a sampai e akan dirancang skematik seperti gambar berikut ini :



Gambar 3.3 Skematik Tahap Perancangan



Gambar 3.4 Foto Instalasi Pengujian *Waterblock*

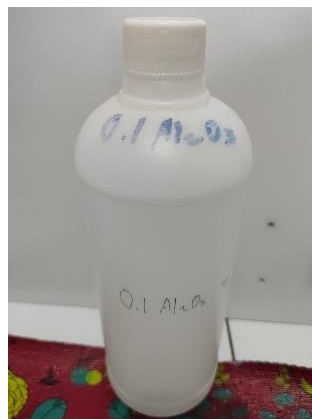
3.5 Tahap Pengujian Karakteristik

Adapun tahapan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

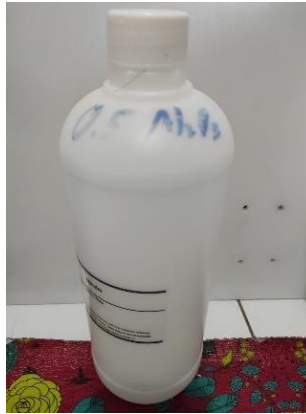
- a. Pembuatan sampel nanofluida
 1. Mengisi wadah dengan air *aquadest* sebanyak 1 liter.
 2. Menimbang nanopartikel yang akan dicampur dengan air yang sudah disiapkan dengan variasi persentase 0.1%, 0.5%, dan 1% dari volume total air yang akan dicampur.
 3. Menambahkan nanopartikel sesuai dengan persentase yang telah ditentukan pada air *aquadest*. Dengan total campuran nanopartikel dan *aquadest* sebanyak 1 liter.
 4. Mengaduk wadah yang berisikan campuran air dan nanopartikel dengan *ultrasonic* selama 2 jam.
 5. Melakukan pengendapan selama 24 jam.
 6. Nanofluida sudah terbuat dan siap digunakan sebagai media pendingin pada *waterblock*.

Tabel 3.3 Komposisi Nanofluida

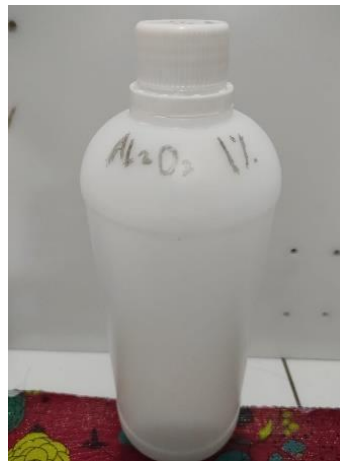
No	Komposisi	Nanopartikel (gram)	Fluida Dasar (ml)
1	Air akuades	0	1000
2	Air akuades+0.1% Al_2O_3	1	999
3	Air akuades+0.5% Al_2O_3	5	995
4	Air akuades+1% Al_2O_3	10	990



Gambar 3.5 Nanofluida Al_2O_3 0.07%



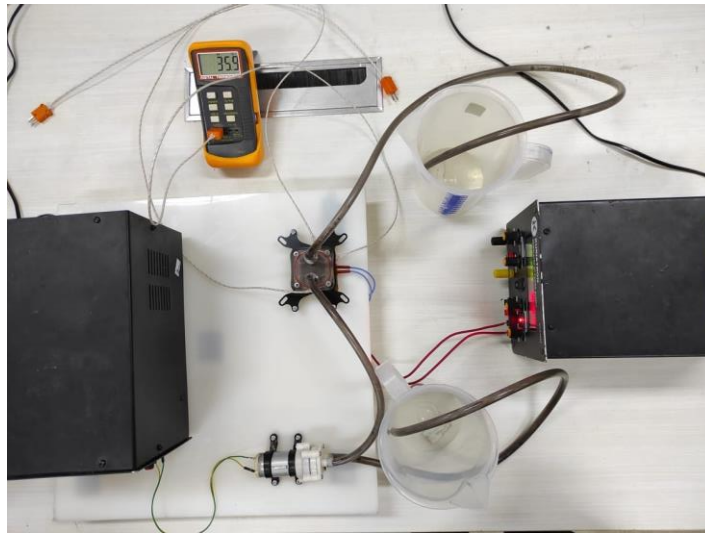
Gambar 3.6 Nanofluida Al₂O₃ 0.35%



Gambar 3.7 Nanofluida Al₂O₃ 0.55%

- b. Melakukan pengujian pada peralatan eksperimental
 1. Menyalakan *heater* untuk memanaskan plat *waterblock*.
 2. Memasukan air pendingin ke dalam *reservoir*.
 3. Menyalakan pompa dan mengatur daya untuk memperoleh *flowrate*/debit 0.4 L/min.
 4. Menampung nanofluida pada gelas ukur sampai 1000 ml dan menentukan seberapa lama waktu yang dibutuhkan sampai stabil. Hal ini dilakukan sebanyak 4 kali.
 5. Mencatat perubahan nilai parameter-parameter terhadap waktu (T_1 , T_2 , T_{heater} , tegangan, dan kuat arus) untuk memastikan kondisi *steady state*.
 6. Mencatat temperatur T_1 , T_2 , T_{heater} , tegangan dan kuat arus

7. Mengatur daya pompa dengan menaikkan *flowrate*/debit sebesar 0,3 L/min dari pengambilan data sebelumnya
 8. Mengulang pengambilan data sesuai dengan point 4-6
- c. Mengganti air menjadi nanofluida dengan fraksi massa yang berbeda dan melakukan point b-1 sampai b-8 kembali
 - d. Setelah selesai melakukan pengujian, mematikan *heater*, pompa dan merapikan alat.



Gambar 3.8 Foto Saat Pengambilan Data

3.6 Metodologi Pengumpulan Data

Dari eksperimen yang akan dilakukan data-data yang akan diambil adalah sebagai berikut ;

1. Komposisi fraksi nanofluida : diperoleh dari campuran massa hasil timbangan nanopartikel yang dimasukkan ke dalam volume air yang sudah ada
2. Temperatur masuk *waterblock* : diperoleh dari bacaan *thermocouple* jalur T_1 fluida yang masuk
3. Temperatur keluar *waterblock* : diperoleh dari bacaan *thermocouple* jalur T_2 fluida yang keluar
4. Temperatur *heater* : diperoleh dari bacaan *thermocouple* yang menempel berdekatan dengan *heater* dan plat *waterblock*

5. *Flowrate* : diperoleh dari waktu yang dibutuhkan untuk mengisi volume wadah penampung fluida dengan demikian Q diperoleh dari volume dibagi dengan waktu (waktu yang dari stopwatch)

3.7 Metode Pengolahan Data

Data-data yang akan diperoleh dari eksperimen sebagaimana disebutkan pada bagian 3.6 akan dirangkum dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.4 Data Hasil Eksperimen

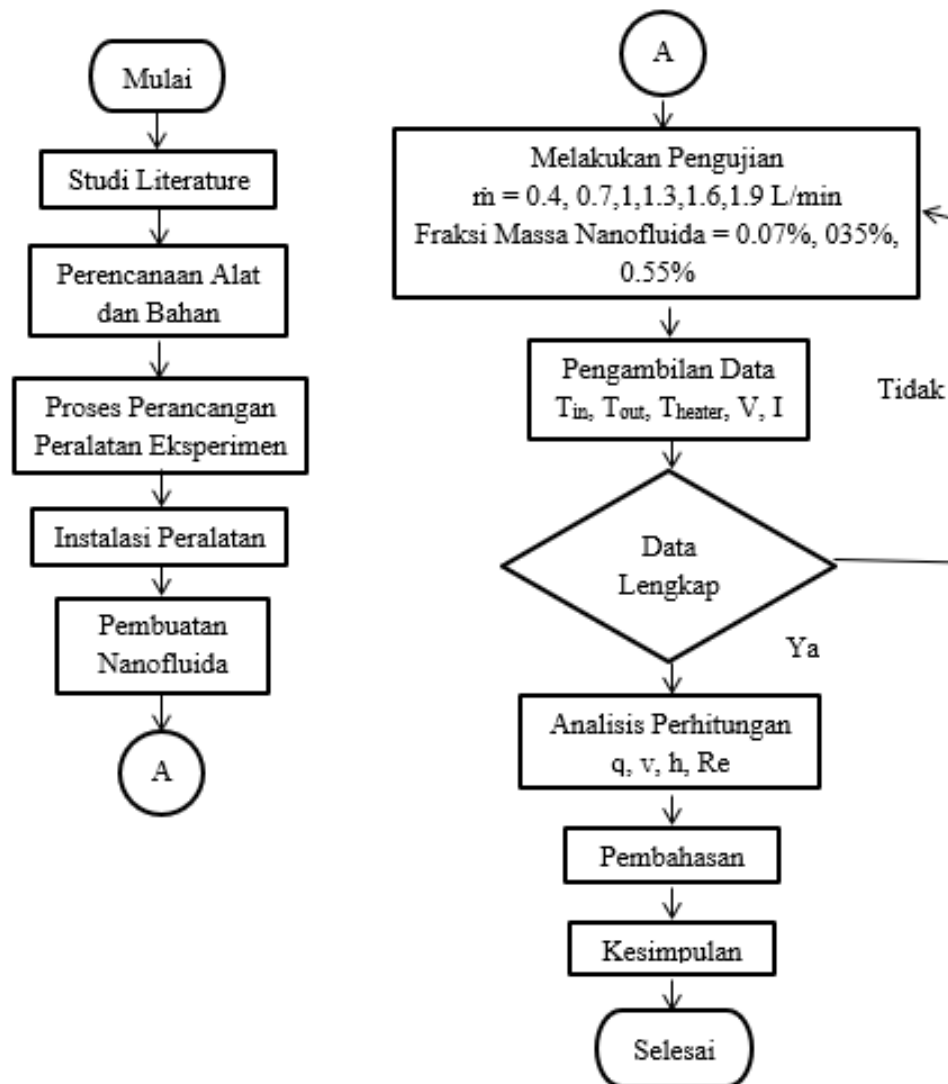
Fraksi massa nanofluida :						
No	Flowrate (kg/min)	T_{in} (°K)	T_{heater} (°K)	T_{out} (°K)	V_{heater} (Volt)	I_{heater} (ampere)
1						
2						
3						

Dari data yang sudah tertera di tabel akan dipakai untuk menghitung laju perpindahan panas, kecepatan fluida, viskositas koefisien dan *Reynolds number* sehingga akan mendapatkan grafik

Tabel 3.5 Data Hasil dari Perhitungan

Fraksi massa nanofluida :				
No	V (m/s)	Q (m ³ /s)	Re	h
1				
2				
3				

3.8 Diagram Alir



Gambar 3.9 Diagram Alir