BAB III
METODELOGI PENELITIAN

3. 1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Manufaktur ITERA dan Laboratorium Konversi Energi ITERA selama kurang lebih selama 6 bulan dimulai pada bulan Januari 2021 hingga bulan Juni 2021. Antara lain kegiatan yang akan dilaksanakan selama tugas akhir sebagai berikut:

Tabel 3. 1 *Timeline* penelitian

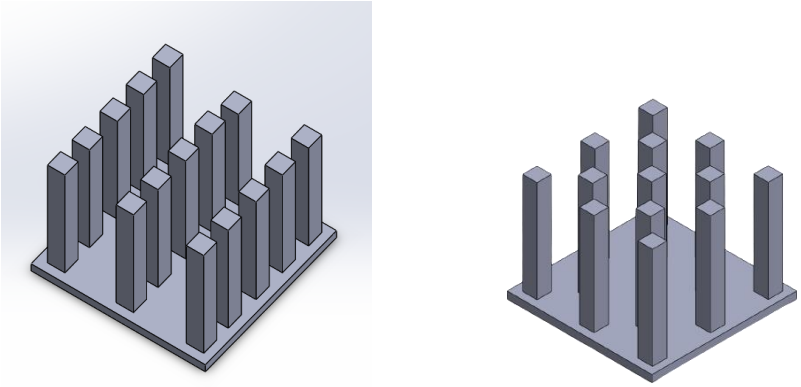
No	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1	Studi literatur							
2	Perancangan alat konveksi tipe sirip persegi							
3	Pengujian karakteristik perpindahan panas							
4	Penulisan laporan penelitian							

3. 2 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan pengujian sirip tipe surface persegi dengan menggunakan variasi susunan *staggered* dan *inline*. Pada penelitian ini dilakukan dengan alat *free and forced convection* dengan konveksi paksa (menggunakan *fan*).

3. 3 Spesimen Penelitian

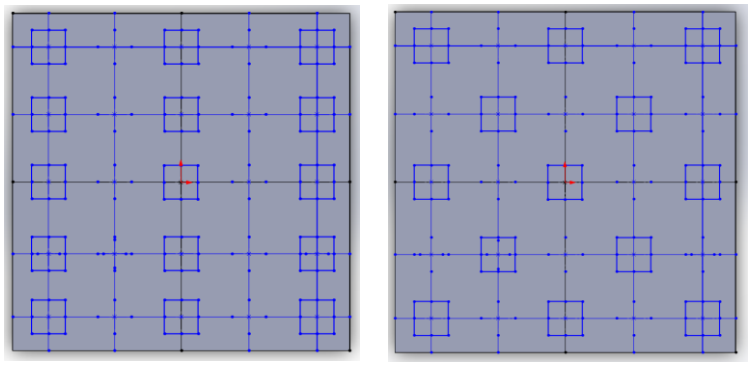
Spesimen penelitian ini terbuat dari sebuah plat dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 100 mm, dan tebal 5 mm dengan dipasang *square pin* dengan tinggi 70 mm dan memiliki diameter 10 mm yang disusun secara *inline* dan *staggered*. Bahan yang digunakan pada plate base dan *square pin* adalah aluminium 6061.



(a) (b)

Gambar 3. 1 Desain spesimen uji tampak isometri (a) *inline* dan (b) *staggered*

Berikut ini variasi susunan yang diuji yaitu susunan *inline* dan *staggered:*



(a) (b)

Gambar 3. 2 Susunan (a) *inline* dan (b) *staggered*

3. 4 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. **Alat Tahap Perancangan**

   Adapun alat yang digunakan dalam tahap perancangan penelitian tugas kahir ini adalah sebagai berikut :

a. *Band Saw*

Band saw digunakan untuk memotong material sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Band saw dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :

Gambar 3. 3 *Band Saw*

b. Mesin bubut

Mesin bubut digunakan untuk menghaluskan permukaan pin tipe surface persegi hasil dari pemotongan oleh band saw. Mesin bubut dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut :

Gambar 3.4 Mesin bubut

(Laboratorium Manufaktur, 2021)

c. *Mesin Milling*

Mesin milling digunakan untuk memberi lubang pada pin tipe surface persegi supaya lubang tepat pada titik tengah (center) dari permukaan pin. Mesin milling dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut :

Gambar 3.5 Mesin Milling

(Laboratorium Manufaktur, 2021)

d. Hand Tap

Hand tap digunakan untuk memberi ulir pada lubang pin yang telah dibuat supaya baut bisa mudah terpasang dengan pin. *Hand tap* dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut :

Gambar 3. 6 *Hand Tap*

(Laboratorium Manufaktur, 2021)

e. Mata Bor

Mata bor yang digunakan ukuran 4,5 mm dalam proses melubangi pin pada mesin *milling* dan dapat dilihat pada gambar 3.5 sebagai berikut :

Gambar 3.7 Mata bor
(Laboratorium Manufaktur, 2021)

2. Alat Tahapan Pengujian

Adapun alat yang digunakan pada tahap pengujian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Alat *Free and Force Convection* Apparatus Tequipment TD1005
   Alat *free and force convection* dapat dilihat dalam gambar 3.6 sebagai berikut.

Gambar 3.8 Alat Free and forced convection
(Laboratorium Konversi Energi, 2021)

b. Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam saluran udara segiempat dan dapat dilihat dalam gambar 3.7 sebagai berikut.

Gambar 3.9 Manometer

(Laboratorium Konversi Energi, 2021)

c. Termokopel

Termokopel digunakan untuk pengambilan data temperatur dan dapat dilihat dalam gambar 3.8 sebagai berikut.

Gambar 3.10 Termokopel

(Laboratorium Konversi Energi, 2021)

d. Stopwatch

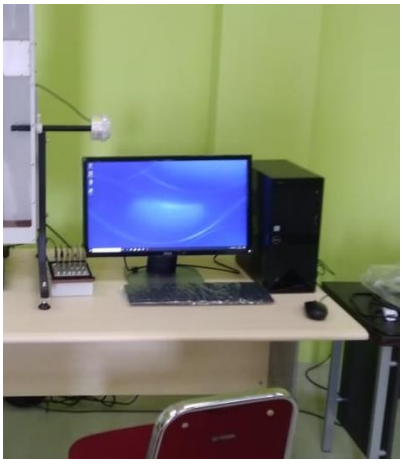
Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu selama proses pengujian dan dapat dilihat dalam gambar 3.10 sebagai berikut.

Gambar 3.11 Stopwatch

(Laboratorium Konversi Energi, 2021)

e. Perangkat Komputer

Perangkat komputer digunakan untuk menjalankan software dalam proses *record* data dan pengambilan data.



Gambar 3. 12 Perangkat Komputer

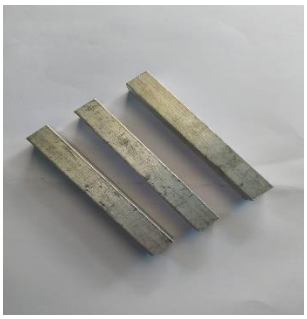
(Laboratorium Konversi Energi, 2021)

3. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Batang Alumunium 6061

   Batang alumunium dengan permukaan persegi serta panjang dan lebar permukaan 10 mm sebagai material dari sirip tipe *surface* persegi. Batang aluminium dapat dilihat dalam gambar 3.11 sebagai berikut :

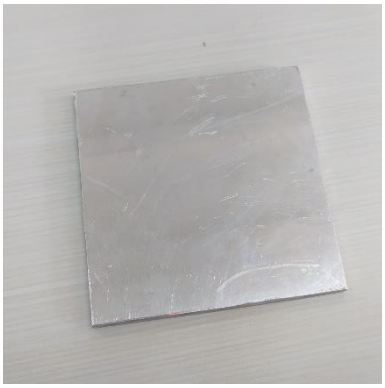


Gambar 3. 13 Batang Aluminium

(Laboratorium Manufaktur, 2021)

2. Plat Alumunium 6061

   Plat alumunium sebagai material dari *plate base* dengan panjang 10 cm dan lebar 10 cm serta tebal 0,5 cm dapat dilihat pada gambar 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3.14 Plat alumunium

(Laboratorium Manufaktur, 2021)

3. 5 Langkah-Langkah Tahap Perancangan

Adapun langkah-langkah dalam tahap perancangan terbagi menjadi dua prose yaitu proses pembuatan base dan proses pembuatan sirip tipe *surface* persegi.

4. 1 Proses pembuatan *base plate*

Langkah-langkah proses pembuatan *base plate* adalah sebagai berikut.

a. Memotong plat yang masih berukuran besar menjadi plat berukuran panjang 100 mm dan lebar 100 mm.
b. Melubangi plat dengan diameter lubang 4 mm. Jarak lubang dari tepi plat adalah 10 mm dengan jarak antar lubang adalah 20 mm.
c. Melubangi kembali plat yang telah dilubangi sebelumnya dengan diameter lubang 10 mm dan tidak sampai menembus plat sebagai tempat kepala baut ketika dipasangkan pada plat dengan pin.
d. Meratakan permukaan disekitar lubang menggunakan amplas.

4. 2 Proses pembuatan sirip tipe *surface* persegi

Langkah-langkah proses pembuatan sirip tipe *surface* persegi adalah sebagai berikut.

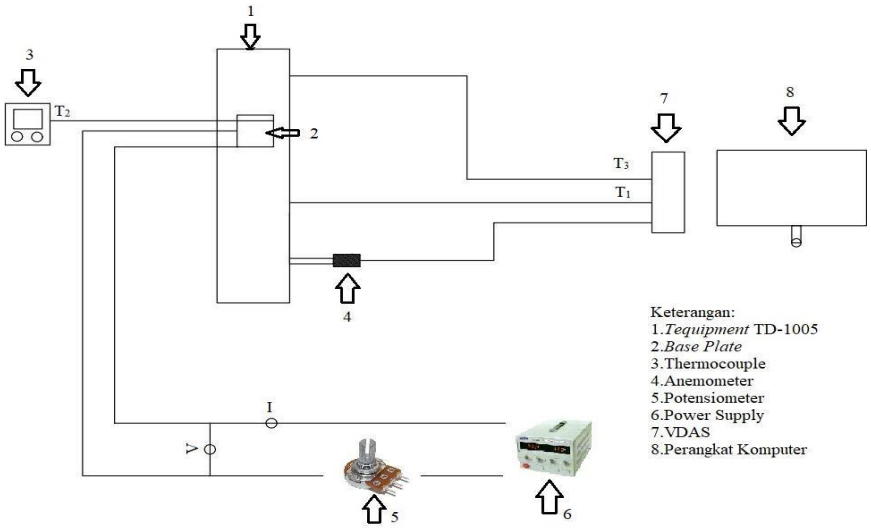
a. Memotong material pin yang masih berukuran panjang menjadi ukuran yang telah ditentukan yaitu 70 mm dengan menggunakan *band saw*.
b. Menghaluskan permukan disetiap ujung sirip tipe *surface* persegi menggunakan mesin bubut.
c. Melubangi sirip tipe *surface* persegi menggunakan mesin *milling* dengan diameter lubang 4,5 mm dan kedalaman lubang 20 mm.
d. Membuat ulir atau drat menggunakan *hand tap* pada lubang yang telah dibuat pada sirip tipe *surface* persegi.

3. 6 Langkah-Langkah Tahap Pengujian

Adapun langkah-langkah dalam tahap pengujian pengambilan data tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Memasang spesimen ke mesin *free and force convection Tecquipment TD 1005* dengan bentuk yang telah ditentukan yaitu *square pin fin.*
2. Menghubungkan *base plate* yang dipasangi *heater* dengan *thermocouple* dan *power supply.*
3. Mengatur daya pada heater menggunakan power supply dengan mengatur nilai volt dan amperenya dengan pembacaan menggunakan avometer.
4. Menunggu pembacaan temperatur stabil pada T2 terbaca di thermocouple.

5. Menghidupkan kipas untuk mengalirkan udara kurang lebih 1 m/s ke dalam tunnel.
6. Menunggu pembacaan temperatur stabil dimana T1 dan T3 terbaca pada VDAS dan T2 terbaca pada thermocouple.
7. Mengambil data setelah nilai T1, T2, T3 terbaca stabil.
8. Mengulangi langkah percobaan 1-7 dengan variasi kecepatan udara yang lain yaitu 1 m/s, 1.5 m/s, 2 m/s, 2.5 m/s, 3 m/s dan variasi daya sebesar 15 W, 20 W, 25 W
9. Mematikan peralatan setelah pengambilan data



Gambar 3. 15 Skematik Pengujian

3.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penelitian tugas akhir ini terdapat dua data yang digunakan sebagai berikut :

1. Data primer, merupakan data yang langsung diperoleh saat pembacaan pada alat free and forced convection berlangsung, meliputi waktu (s), T_1 inlet (^oC), T_2 surface (^oC), T_3 out (^oC), arus listrik (A), tegangan listrik (V).
2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pengolahan dan perhitungan hasil proses pengujian pada alat free and forced convection meliputi perhitungan laju perpindahan panas konveksi (q), luas alas surface (A), koefisien perpindahan panas (h), temperatur rata-rata logaritmik

(ΔT_{LMTD}), bilangan nusselt (Nu), bilangan reynolds (Re) dan *effectiveness* (ε).

3.7 Metode Pengolahan Data

Adapun data-data yang telah dikumpulkan dari pengujian surface di alat *free and forced convection* selanjutnya akan dilakukan analisis perhitungan dalam bentuk tabel berdasarkan rumus yang kemudian hasil dari perhitungan itu akan disajikan dalam bentuk grafik.

Data–data yang diambil dari hasil pengujian sirip tipe *surface* persegi susunan *staggered* dan *inline* disajikan dalam bentuk tabel seperti pada tebel 3.1 berikut.

Tabel 3. 2 Data pengujian karakteristik perpindahan panas *square pin fin*

Power : Surface : Kecepatan : Susunan :													
No	t (s)	T_i (^oC)	T_s (^oC)	T_o (^oC)	ΔT	ΔT_{LMTD} (K)	q (W)	V (volt)	I (A)	h (W/m^2K)	Re	Nu	ε

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh langsung dari hasil pengujian unjuk kerja pin fin surface bersusunan staggered berbahan material aluminium, maka data tersebut selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan rumus-rumus yang sudah ditentukan, yaitu sebagai berikut :

a. Laju perpindahan panas konveksi (q) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.8)
b. Temperatur rata-rata logaritmik (ΔT_{LMTD}) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.11)
c. Koefisien perpindahan panas konveksi (h) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.10)

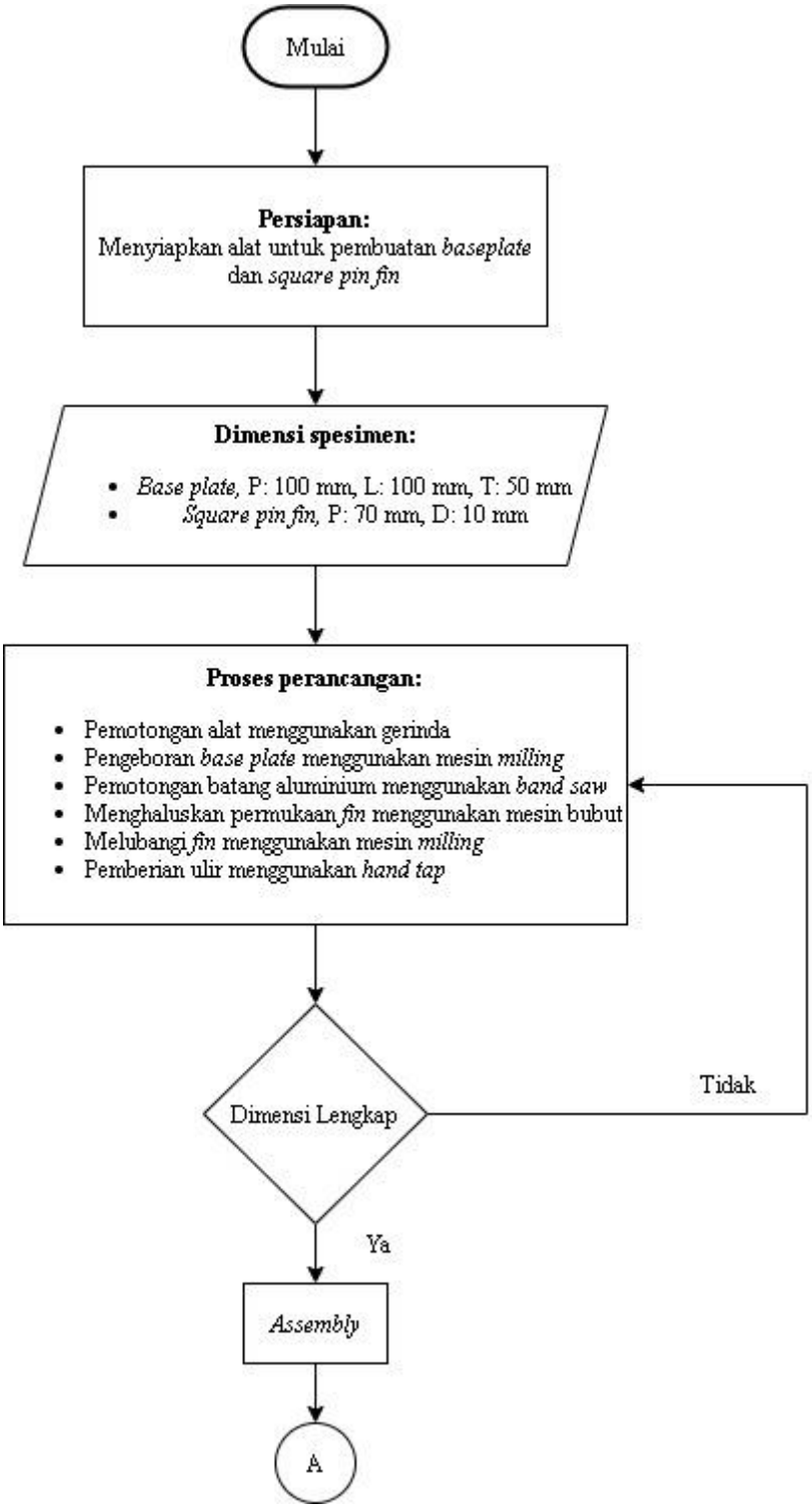
d. Bilangan reynolds (Re) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.4)
e. Nusselt number (Nu) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.5)
f. Nilai *effectiveness* (ε) yang diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.12)

Data yang telah diperoleh dari hasil pengolahan data melalui perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah dalam melakukan proses analisa data. Adapun grafik yang dapat dianalisis dari pengolahan data yang telah dilakukan antara lain:

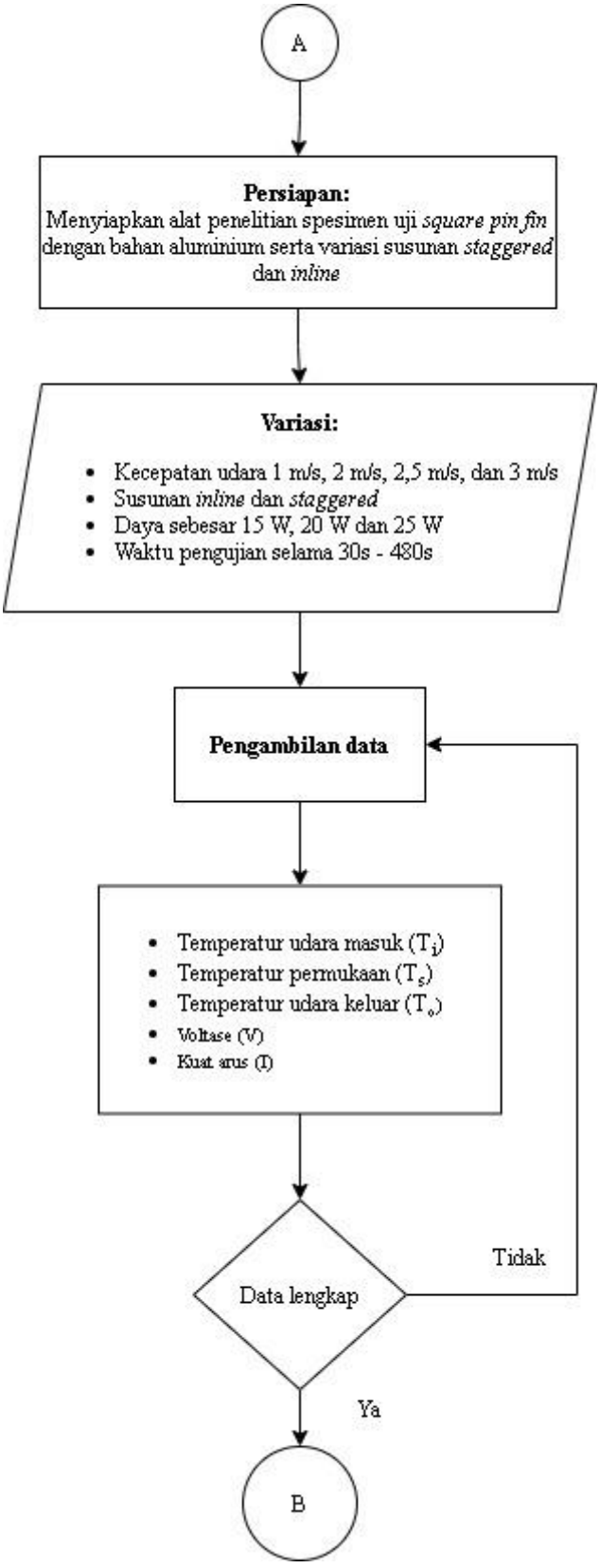
a. ΔT terhadap t
b. h terhadap Re
c. Nu terhadap Re
d. ε terhadap Re

3.8 Diagram Alir Penelitian

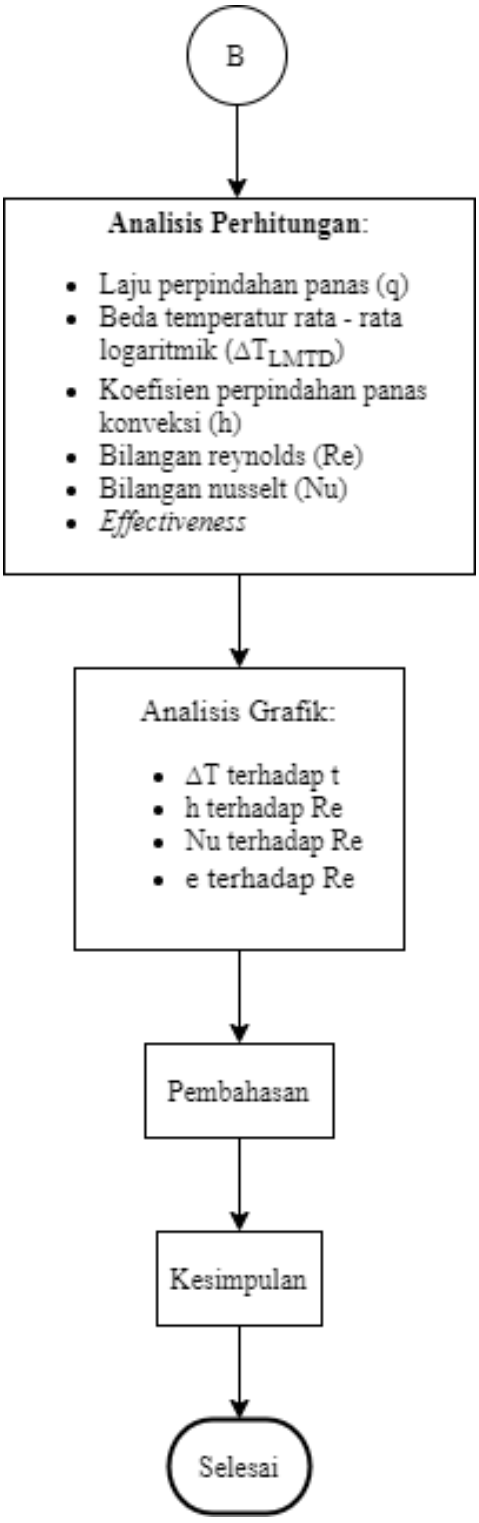
Adapun diagram alir pada proses penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 16 Diagram alir perancangan



Gambar 3. 17 Diagram alir pengujian



Gambar 3. 18 Diagram alir analisa