BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

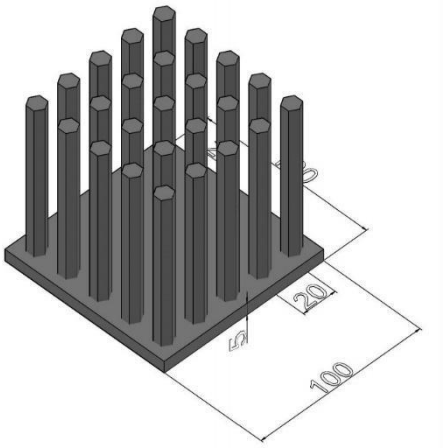
Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Manufaktur ITERA dan Laboratorium Konversi Energi ITERA selama kurang lebih selama 6 bulan dimulai pada bulan Januari 2021 hingga bulan Juni 2021.Antara lain kegiatan yang akan dilaksanakan selama tugas akhir sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Timeline Penelitian

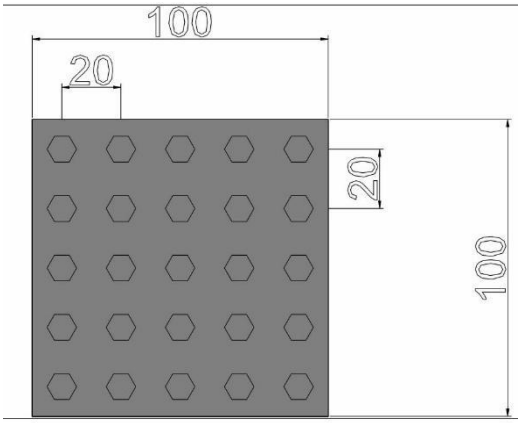
No	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	Studi Literatur						
2	Perancangan Alat Konveksi Hexagonal Pin						
3	Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas						

3.2 Spesimen Penelitian

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

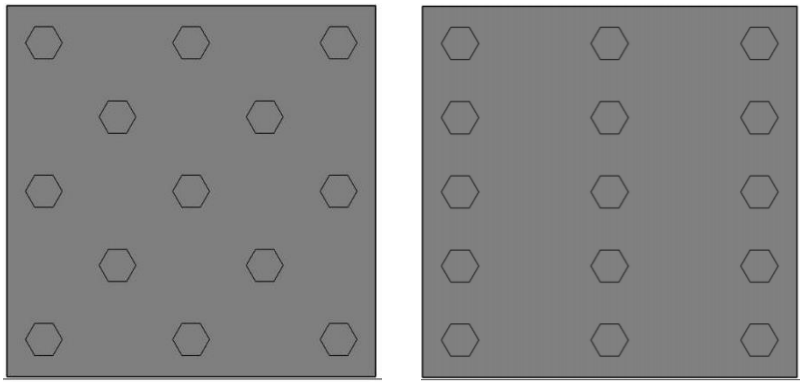


Gambar 3. 1 Desain Spesimen Uji Tampak Isometri

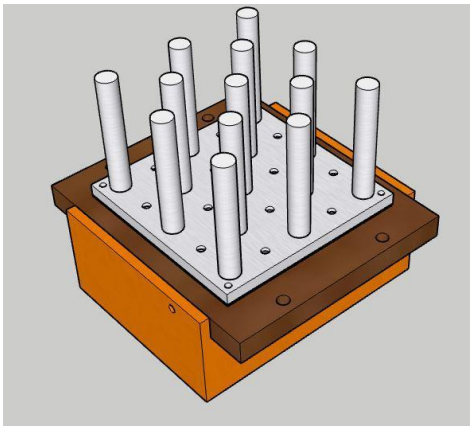


Gambar 3. 2 Desain Spesimen Uji Tampak Depan

Berikut ini variasi susunan yang akan diuji yaitu susunan *aligned* dan *staggered*:



Gambar 3. 3 Susunan Staggered dan Aligned



Gambar 3. 4 Desain Rancangan Spesimen

Tabel 3. 2 Spesifikasi Spesimen Penelitian

Spesimen	Sx	Sy	Jumlah Sirip	Sy/D	Sx/D
Aligned	20	40	15	4	2
Staggered	40	20	13	2	4

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki dua tahapan yaitu tahapan perancangan dan tahapan pengujian pin. Berikut penjelasan mengenai kedua tahapan tersebut:

3.3.1 Tahapan Perancangan

Pada tahapan perancangan ini dilakukan pembuatan *plate base* dan *hexagonal pin* dengan desain dan ukuran yang telah ditentukan. Dalam tahap ini menggunakan alat dan bahan yang mendukung tahapan ini diantaranya sebagai berikut:

1. Mesin Bubut

Pada tahap ini mesin bubut digunakan dalam proses *facing* yang berguna untuk memperhalus *hexagonal pin fin*

Gambar 3. 5 Mesin Bubut

(Laboratorium Manufaktur,2021)

2. *Band Saw*

Pada tahap ini mesin *band saw* digunakan untuk memotong hexagonal pin fin sesuai ukuran yang ditentukan.

Gambar 3. 6 Mesin Band Saw

(Laboratorium Manufaktur,2021)

3. Mesin *Milling*

Pada tahap ini mesin *milling* digunakan untuk melubangi plat aluminium yang digunakan sebagai *plate base* dengan jarak antar titik tengah lubang 20 mm.

Gambar 3. 7 Mesin Milling

(Laboratorium Manufaktur,2021)

4. Mata Bor

Pada tahap ini mata bor digunakan untuk melubangi *hexagonal pin fin* dan *plate base.*

Gambar 3. 8 Mata Bor

(Laboratorium Manufaktur,2021)

5. *Hand Tap*

Pada tahap ini *hand tap* digunakan untuk membuat ulir pada *hexagonal pin fin* yang telah dilubangi:

Gambar 3. 9 *Hand Tap*

(Laboratorium Manufaktur,2021)

3.3.2 Tahapan Pengujian

Pada tahapan perancangan ini dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik perpindahan panas yang terjadi pada surface hexagonal pin. Dalam tahap ini menggunakan alat yang mendukung tahapan ini diantaranya sebagai berikut:

1. *Free and Force Convection Apparatus*

Gambar 3. 10 *Free and Force Convection Apparatus*

(Laboratorium Konversi Energi,2021)

2. *Stopwatch*

Pada tahap ini *stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu interval pengujian yang telah ditentukan

Gambar 3. 11 Stopwatch

(Laboratorium Konversi Energi,2021)

3.3.3 Bahan yang digunakan

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

1. Batang Aluminium

   Batang Aluminium dengan diameter 10 mm dan tinggi 70 mm

Gambar 3. 12 Batang Aluminium

2. Plat Aluminium

   Plat Aluminium dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 100 mm, dan tebal 5 mm.

Gambar 3. 13 Plat Aluminium

3.4 Tahap Perancangan

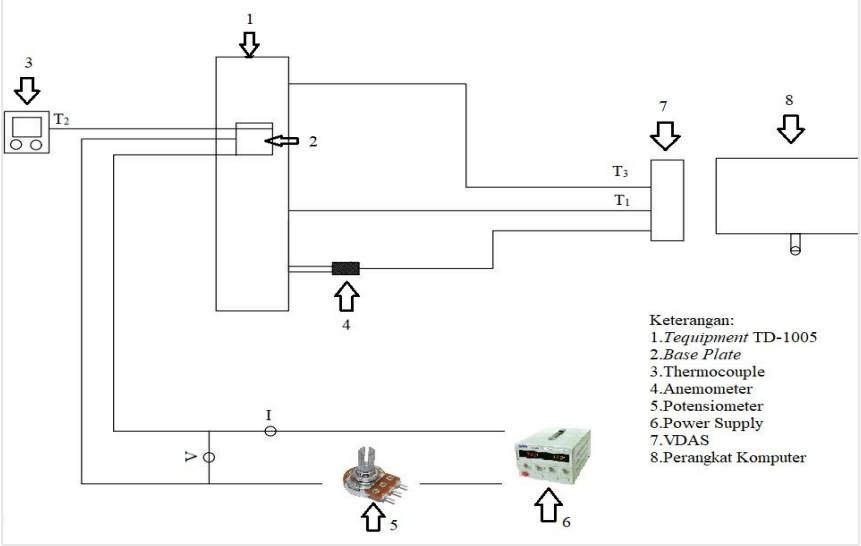
Adapun tahapan tugas akhir ini dimulai dengan pembuatan *plate base* serta *hexagonal pin fin*, sebagai berikut:

1. Mendesain Plate Base dengan ukuran yang disesuaikan dengan mesin free and force convection pada Laboratorium Konversi Energi ITERA
2. Memotong Plat Aluminium dengan ukuran 100 x 100 mm dan memotong hexagonal pin fin dengan tinggi 70 mm
3. Melubangi *Plate Base* yang terbuat dari Aluminium dengan menggunakan mesi*n milling* sebanyak 25 buah dengan diameter lubang 10 mm serta jarak antar titik tengah lubang ke lubang lain sebesar 20 mm.
4. Membuat lubang pada Hexagonal Pin Fin dengan menggunakan mata bor dengan diameter pada lubang pin fin sebesar 5 mm.
5. Membuat ulir pada Hexagonal Pin Fin yang telah dibuat lubang
6. Memasang heater pada bagian bawah plate base dengan menggunakan pasta aluminium
7. Membuat cover plat base dengan ukuran yang ditentukan

3.5 Tahap Pengujian Karateristik Perpindahan Panas Surface

Adapun tahapan pengujian dilakukan menggunakan mesin *free and force convection apparatus* dengan spesimen yang digunakan yaitu *aligned* dan *staggered*. Langkah pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Memasang spesimen pengujian ke mesin *free and force convection TecQuipment TD 1005*
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 dan menunggu pembacaan volt dan ampere stabil sekitar ± 0,1 W
4. Menunggu pembacaan temperatur stabil ±0,2 ^{o}C dimana T_1 dan T_3 terbaca pada VDAS dan T_2 terbaca pada *thermocouple*
5. Menghidupkan kipas untuk mengalirkan udara sesuai dengan kecepatan yang diinginkan ke dalam *tunnel.*
6. Mengambil data setelah nilai T_1, T_2,T_3 terbaca stabil.
7. 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
8. Mematikan peralatan setelah pengambilan data



Gambar 3. 14 Skematik Pengujian

3.6 Metode Pengambilan Data

Dalam pengambilan data penelitian tugas akhir ini ada dua data yang digunakan, antaranya adalah sebagai berikut :

a. Data primer, merupakan data yang langsung diperoleh saat pembacaan pada alat free and forced convection berlangsung, meliputi, T_1 inlet (^oC), T_2 surface (^oC), T_3 out (^oC) dengan terlebih dahulu menetapkan Power (q) sebesar 15 Watt serta waktu dengan interval 30 s selama 480 s dengan variasi kecepatan 1 m/s, 1.5 m/s,2 m/s, 2.5 m/s dan 3 m/s.
b. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pengolahan dan perhitungan hasil proses pengujian pada alat *free and forced convection* meliputi perhitungan perpindahan panas konveksi (q), luas alas surface (A), koefisien perpindahan panas (h_c), temperatur rata-rata logaritmik (ΔT_{LMTD}), bilangan nusselt (Nu), bilangan reynolds (Re) dan *Effectiveness* (ε).

3.7 Metode Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh pada saat pengujian menggunakan alat *free and force convection*,maka data tersebut dapat dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.Pengolahan data tersebut telah diperoleh pada persamaan yang telah ditentukan antara lain:

1. Laju perpindahan panas konveksi (q) yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.1)
2. Koefisien perpindahan panas (h) yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.4)
3. Temperatur rata-rata logaritmik (ΔT_{LMTD}) yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.11)
4. *Reynolds Number* yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.3)
5. *Nusselt Number* yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.10)
6. *Effectiveness* yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.13)

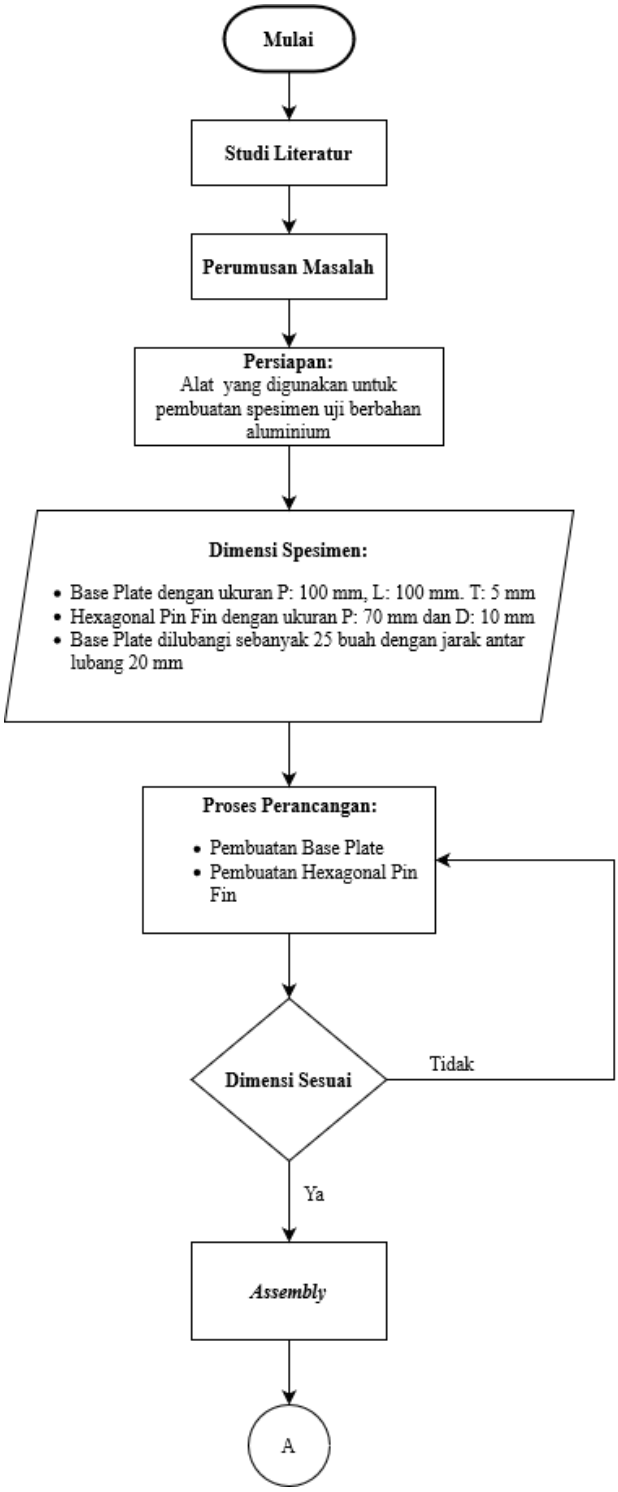
Tabel 3. 3 Data Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas Hexagonal Pin Fin

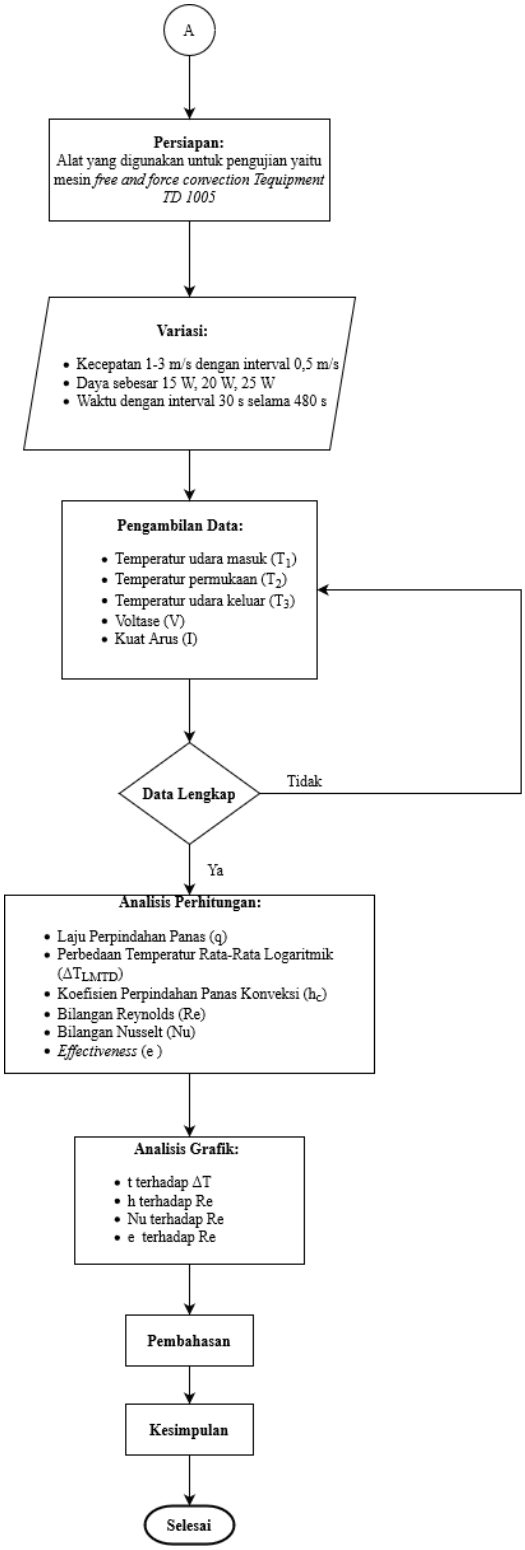
Power: **Susunan:** **Kecepatan:**										
t (s)	T_1 Inlet (^oC)	T_2 Surface (^oC)	T_3 Out(^oC)	ΔT_{LMTD} (^oC)	Tm (^oC)	h ($W/m^2 K$)	q (W)	Re	Nu	ε

Grafik yang dapat dianlisis dari pengolah data yang telah dilakukan antara lain:

a. ΔT_{LMTD} terhadap t
b. h terhadap Re
c. Nu terhadap Re
d. ε terhadap Re

3.8 Diagram Alir





Gambar 3. 15 Diagram Alir Pengujian