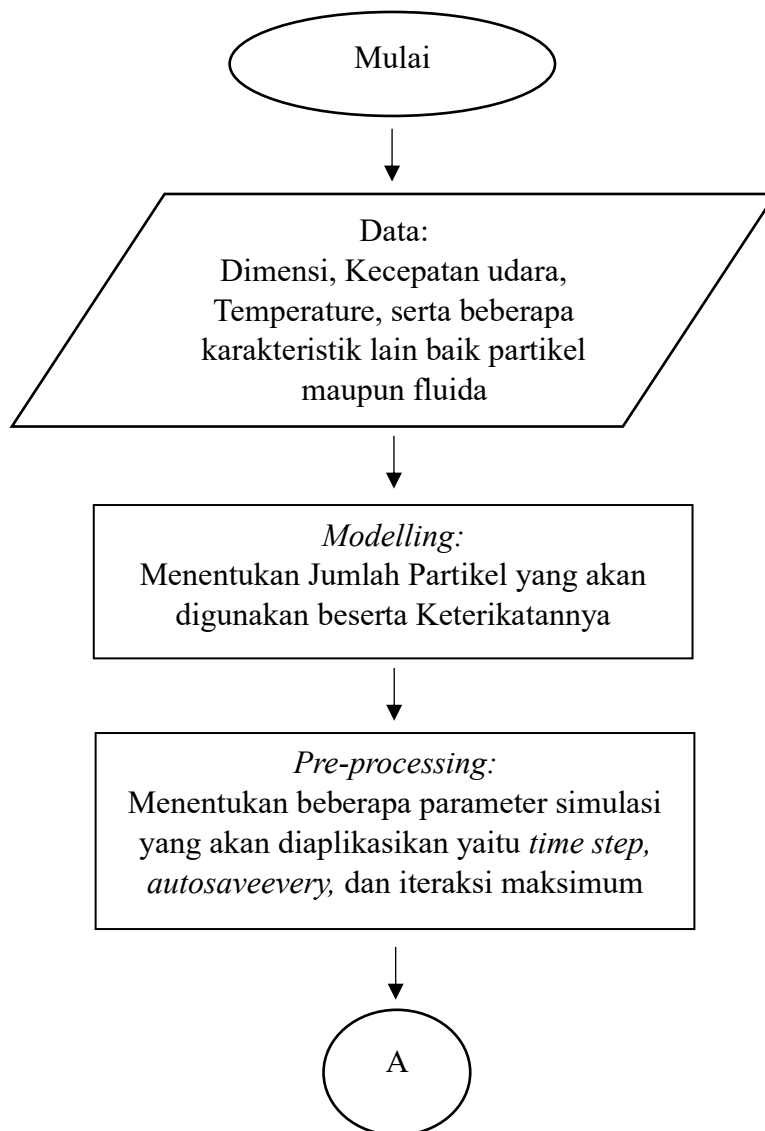


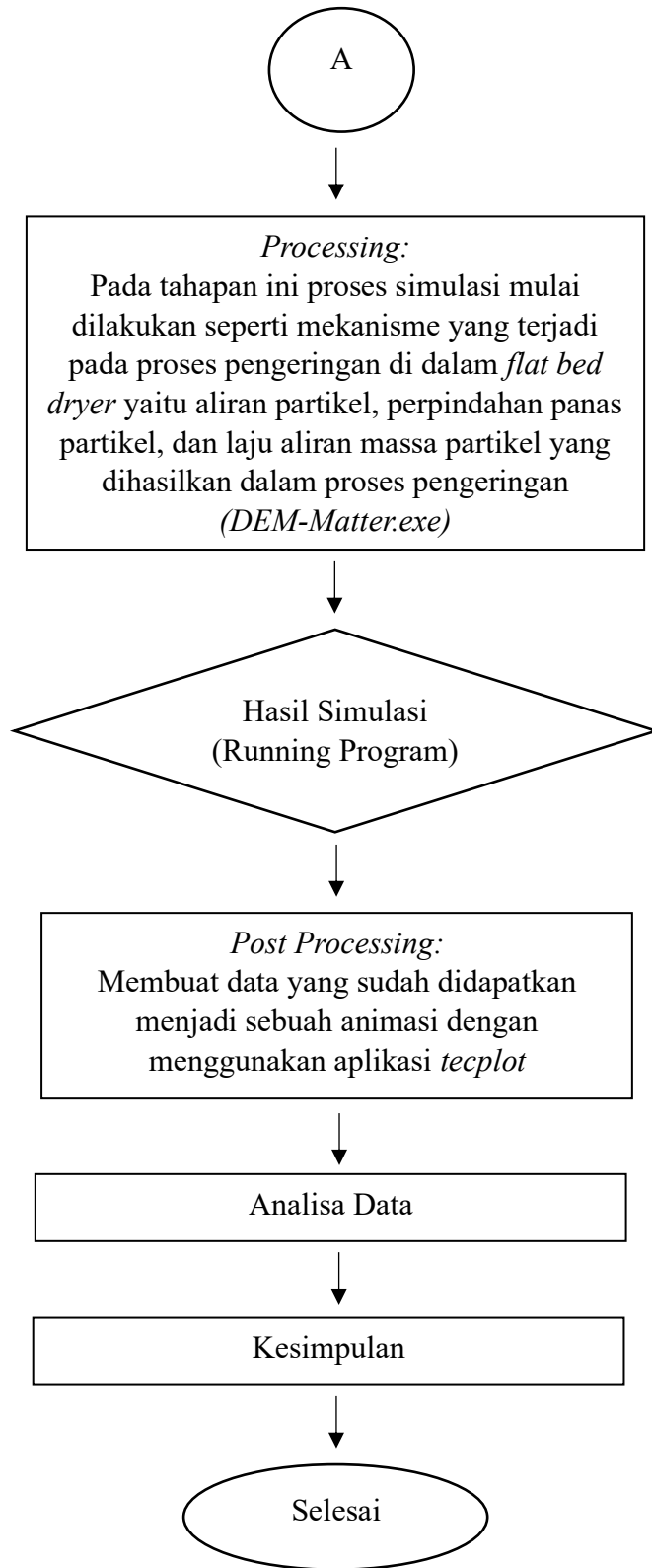
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian kali ini terdapat sebuah diagram alir yang bertujuan untuk menjelaskan mengenai tahapan-tahapan pada penulisan laporan tugas akhir kali ini. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian
(Dokumen Pribadi)

Lalu berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir diatas, dimana diagram alir tersebut akan dilakukan pada proses penelitian kali ini supaya penelitian berjalan dengan terencana dan terarah. Berikut adalah penjelasannya:

1. Mulai

Pada tahap pertama ini, penulis melakukan studi literatur melalui jurnal, buku, dan berita. Referensi yang digunakan tentu saja berkaitan dengan proses simulasi CFD-DEM (*Computational Fluid Dynamics-Discrete Element Methode*) dari sumber-sumber yang kredibel. Tujuan dilakukannya studi literature ini adalah untuk mendukung topik penelitian yang akan penulis lakukan.

2. Data

Lalu pada tahap ini penulis mengumpulkan data-data yang akan digunakan dalam proses simulasi seperti dimensi *reactor* dan bilah dari *flat bed dryer*, kecepatan udara (*inlet*), dan temperature udara. Data-data tersebut didapatkan dari banyak sumber seperti jurnal, buku, bahkan hasil dari *trial and error* sehingga cukup kredibel. Contoh data tersebut kemudian akan digunakan sebagai *input* pada proses selanjutnya yaitu proses *modelling*

3. *Modelling*

Dari data-data yang sudah dikumpulkan sebelumnya dilanjutkan dengan proses *modelling*. Tahapan ini bertujuan untuk mendefinisikan model dari geometri, domain, serta data yang akan disimulasikan. Langkah pertama membuat model 3D dari *flat bed dryer* menggunakan aplikasi *spaceclaim* sesuai dengan data yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Selanjutnya model 3D tersebut dibuat menjadi *grid/mesh* supaya bisa dilakukan perhitungan secara komputasi. Setelah *grid/mesh* jadi, dilakukan pengaturan domain.

4. *Pre-processing*

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan beberapa parameter yang akan digunakan dalam simulasi CFD-DEM ini. Beberapa parameter

tersebut seperti *timestep*, *autosaveevery*, dan juga iterasi maksimum. Parameter tersebut sangat penting dalam simulasi CFD-DEM ini

5. *Processing (DEM-Matter.exe)*

Pada tahap *processing* ini menggunakan *software* yang sudah dikembangkan secara pribadi oleh bapak Hadi Wahyudi, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing. program ini adalah program yang mensimulasikan keseluruhan dari proses pengeringan pada partikel padi di dalam pengaduk bilah *flat bed dryer*. Pada proses simulasi pengeringan padi kali ini akan menghasilkan beberapa data seperti aliran partikel, perpindahan panas partikel, laju perpindahan massa partikel, dan *moisture content* partikel

6. Hasil program

Setelah program *DEM-Matter.exe* selesai, akan dihasilkan data-data yang diperlukan sesuai dengan tujuan penelitian kali ini seperti fenomena gerakan partikel padi dalam *reactor flat bed dryer*, proses perpindahan panas, dan proses perpindahan massa di dalam *reactor*.

7. *Post Processing*

Langkah selanjutnya masuk ke dalam tahap *post processing*. Dimana pada tahap ini bertujuan untuk memvisualisasikan hasil dari tahapan *processing* yang sudah dilakukan, dengan tujuan untuk mempermudah dalam menganalisa data. Proses visualisasinya menggunakan aplikasi tecplot sehingga dapat dengan mudah untuk melanjutkan ke tahapan selanjutnya yaitu analisa data

8. Analisa data

Pada tahapan kali ini hasil yang sudah divisualisasikan akan dibahas sesuai dengan tujuan dari penelitian kali ini. Data yang dihasilkan yaitu berupa gerakan padi di dalam *flat bed dryer*, proses perpindahan panas, dan proses perpindahan massa yang terjadi di dalam *flat bed dryer*.

9. Kesimpulan

Tahapan terakhir yaitu kesimpulan, pada tahapan ini dibuatlah kesimpulan berdasarkan data-data yang sudah didapatkan serta menjawab tujuan dari penelitian ini.

3.2 CFD-DEM

Aliran dari partikel-fluida yang disimulasikan dengan menggunakan penggabungan CFD-DEM itu sendiri sebenarnya terdiri dari fase serta karakteristik yang berbeda. Selain itu CFD-DEM juga saling berinteraksi dengan menggunakan cara yang *kompleks* serta berbeda pula. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendekatan multi-skala untuk memahami fenomena pada kondisi operasi yang berbeda-beda. Dalam simulasi menggunakan gabungan CFD-DEM itu sendiri hasil pergerakan dari masing-masing partikel didapatkan dengan persamaan newton tentang gerakan. Namun, untuk hasil dari aliran fluida didapatkan dengan menggunakan komputasi dinamika fluida (CFD).

Sebuah aliran benda solid yang dilakukan permodelan oleh DEM berada pada level individual partikel, sedangkan untuk aliran fluida permodelan dilakukan oleh CFD dan berada pada level sel komputasi. Saat digabungkan setiap *time step* yang berasal dari DEM akan memberikan sebuah informasi yang berisikan kecepatan serta posisi dari partikel tersebut lalu mengevaluasi porositas dan gaya drag dari fluida di dalam sel komputasi. Lalu data yang sudah dievaluasi tersebut akan digunakan CFD untuk menentukan dan menghitung medan aliran gas yang kemudian menghasilkan gaya drag fluida yang terdapat pada partikel. Hasil yang didapatkan dari simulasi menggunakan gabungan CFD-DEM adalah informasi tentang gerakan dari partikel dan fluida yang disimulasikan.

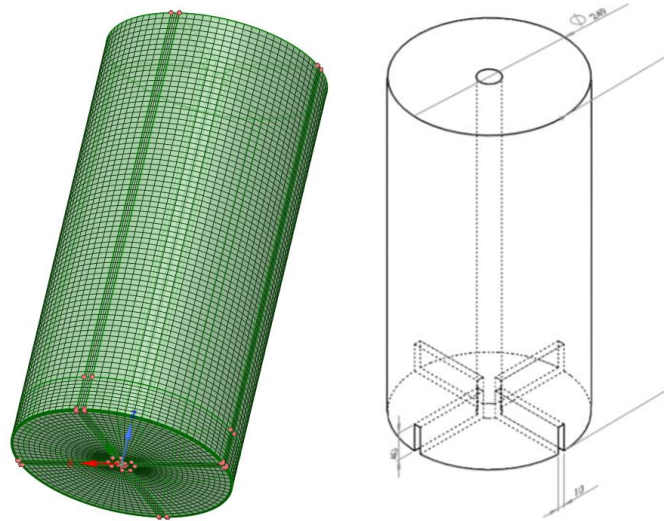
3.3 Pengaplikasian DEM Dalam *Flat Bed Dryer*

Terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk dapat mengaplikasikan DEM (*Discrete element method*) pada *flat bed dryer*. Dan berikut ini adalah tahapan-tahapannya:

1. *Modelling*

Pada tahapan ini dilakukan permodelan susunan dari partikel yang akan di masukan ke dalam *flat bed dryer* beserta model dari pengeringnya. Model dan ukuran dari *flat bed dryer* pada simulasi kali ini terinspirasi

dari penelitian yang dilakukan oleh (Herman et al., 2022) dengan beberapa perubahan pada ukurannya. Pada langkah ini juga memodelkan bentuk dari partikel yang akan digunakan, dimana pada penelitian kali ini objek partikel yang digunakannya adalah padi. dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah



Gambar 3.2 Susunan Partikel Pada *Flat Bed Dryer*
(Dokumen Pribadi)

2. Penginputan Data

Pada tahap ini, data yang sudah dikumpulkan kemudian di *input* pada program sesuai dengan keadaan partikel dan *flat bed dryer*.

3. *Boundary Condition*

Dimana pada tahap ini model yang sudah dibuat sebelumnya akan dijadikan dalam bentuk *mesh*. Model yang sudah dibuat dibagi dengan jumlah grid tertentu yang menghasilkan batasan domain. Sehingga, pada setiap titik kontrol perhitungan akan dilakukan perhitungan secara komputer dengan batasan domain dan *boundary condition* yang telah ditentukan.

4. Proses *Running*

Tentunya dalam penggunaan *flat bed dryer* ini memiliki kelebihan dan juga kekurangannya. Sehingga hal tersebut yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan *flat bed dryer*.

Kelebihan:

1. Distribusi aliran udara panas akan lebih merata dikarenakan bahan yang dikeringkan akan diaduk selama proses pengeringan.
2. Dapat digunakan pada lahan yang terbatas dan tidak bergantung kepada cuaca
3. Mutu padi yang dihasilkan oleh alat pengering ini jauh lebih baik dan dapat dikontrol suhu pengeringannya (Yuliyantika & Sudarti, 2022)

Kekurangan:

1. Ketebalan padi yang akan dikeringkan di dalam ruang pengering perlu diatur karna semakin tebal maka proses pengeringan akan semakin lama
2. Menggunakan energi pemanas yang cukup besar sehingga mempengaruhi harga jual padi
3. Memiliki biaya operasional dan *maintenance* yang cukup tinggi (Catrawedarma, 2019; Rahmawan, 2019)

3.4 Sifat Partikel dan Parameter DEM Yang Digunakan

Tentunya dalam simulasi CFD-DEM yang akan dilakukan terdapat parameter dan juga sifat-sifat pada simulasinya. Hal-hal tersebut merupakan suatu hal penting yang harus diatur supaya simulasi yang akan dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah sifat serta parameter yang digunakan dalam penelitian kali ini:

Tabel 3.1 Sifat Partikel dan Parameter DEM

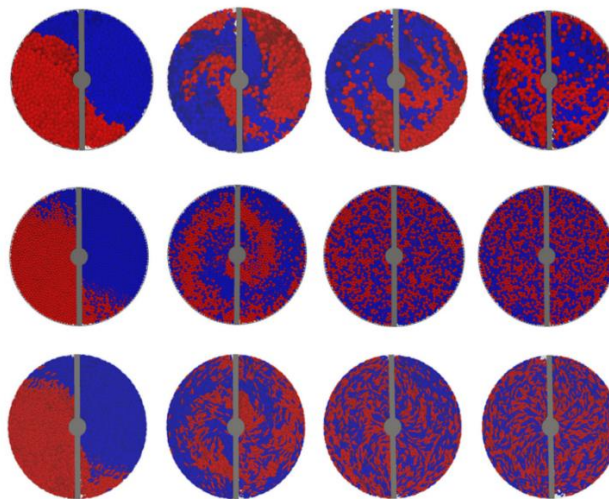
No	Parameter	Nilai
1	Diameter Partikel A, B, C	0,011234 & 0.0065 & 0.0065 (mm)
2	Densitas Partikel (ρ_p),	1500 kg/m ³
3	Bentuk Partikel	Prolate
4	Jumlah Partikel	6.500
5	Kecepatan Udara	1,5 m/s
6	Kadar Air Awal Padi	20% - 26%
7	<i>Time Step</i>	3,384 x 10 ⁻⁵

8	<i>Inlet Temperature</i>	333,16 °K / 60 °C
9	<i>Humidity Ratio</i>	0,002
10	Variasi Kecepatan Putar	0,1 rad/s 0,3 rad/s 0,5 rad/s

kadar air mula-mula dari partikel padi yang digunakan dalam simulasi kali sesuai dengan kadar air setelah petani memanen padinya yaitu berkisar di angka 20%-26%. Dan berdasarkan standar nasional (SNI) kadar air yang dianjurkan supaya padi dalam kualitas baik adalah sebesar 14% supaya padi dapat disimpan hingga 6 bulan lamanya. (Mustofa, 2021)

pada sebuah proses pengeringan padi menggunakan sebuah alat pengering, disarankan agar suhu mesin berada di antara 50 °C sampai 60 °C. hal tersebut dimaksudkan agar padi yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus dan juga dapat disimpan dengan waktu yang cukup lama. (Awangga, Yoga and Alfi, 2019)

Menurut (Nusyirwan, 2015) hasil pengeringan padi menggunakan sebuah dryer dengan sebuah *blade* atau pengaduk di dalamnya menghasilkan presentasi keseragaman pengeringan yang cukup baik. Melalui penelitian yang sudah dia lakukan menghasilkan nilai persentase keseragaman pengeringan sebesar 86,6%. Dan juga untuk kadar air dan laju pengeringan juga dipengaruhi oleh putaran dari pengaduknya, semakin tinggi putaran pengaduk maka semakin cepat juga penurunan kadar air dan massanya.



Gambar 3.3 Hasil Efektivitas Pencampuran Partikel Prolate

(Herman et al., 2022)

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Herman et al., 2022) juga menyatakan bahwasannya efek pencampuran yang didapatkan oleh partikel perbentuk *prolate* sangatlah baik dan seragam jika dibandingkan dengan efek pencampuran partikel dengan bentuk yang lain. Hasil dari penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 3.3 diatas

3.5 ANSYS Fluent

Salah satu aplikasi yang digunakan pada penelitian kali ini adalah ANSYS Fluent 2022 R2 license. ANSYS Fluent itu sendiri adalah salah satu jenis program *computational fluid dynamic* (CFD) yang menggunakan sebuah metode volume terbatas. Penggunaan fluent itu sendiri memungkinkan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan tentang fluida menggunakan mesh yang tidak terstruktur karena fluent menawarkan fleksibilitas mesh penuh. (Fachry, 2022)

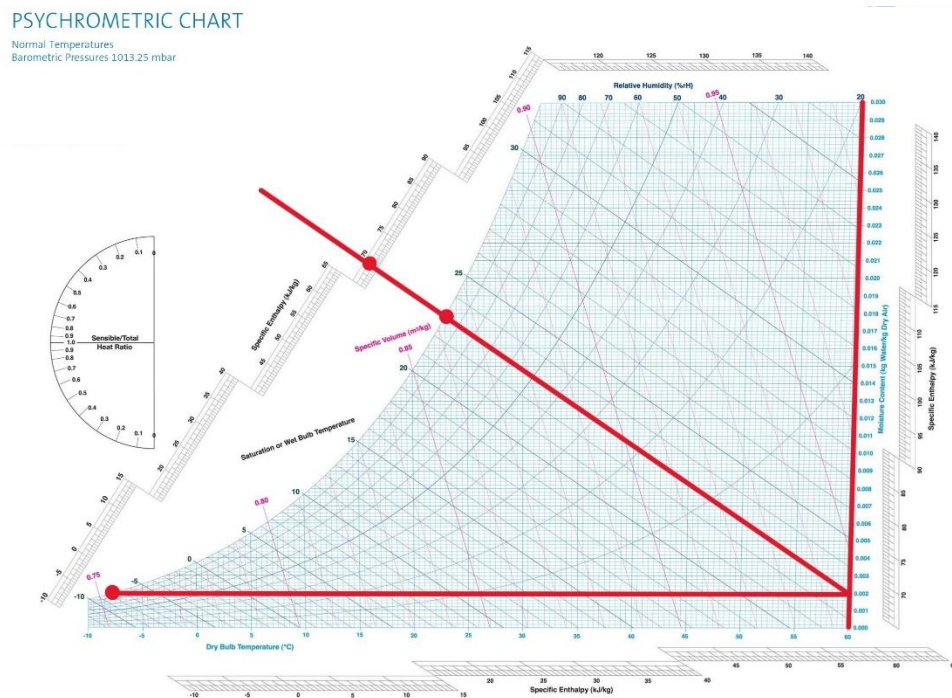
ANSYS itu sendiri adalah sebuah aplikasi/*software* berbasis *finite element analysis* (FEA). Banyak cakupan simulasi yang bisa dijalankan menggunakan ANSYS contohnya perpindahan panas, dinamika fluida, dan simulasi struktur. ANSYS itu sendiri bekerja dengan cara metode elemen hingga, yaitu sistem penyelesaiannya dilakukan dengan cara membagi objek analitis satu rangkaian kesatuan dalam jumlah terbatas elemen (Fadila & Bustami, 2013). Penggunaan dari *software* ANSYS ini juga mudah karena ANSYS berintegrasi dengan perangkat lunak CAD, sehingga pengguna lebih leluasa untuk membuat model geometri dengan menggunakan aplikasi CAD yang telah lebih dulu di kuasai tidak perlu menggunakan aplikasi CAD dari ansys itu sendiri (Spaceclaim). Hasil yang di dapatkan dari penggunaan ansys fluent ini berupa pendekatan dengan menggunakan analisa numerik, dan ketelitiannya bergantung pada kualitas mesh yang telah dibuat sebelumnya. (Harahap, 2020)

3.6 Diagram Psikometrik

Psikometrik itu sendiri adalah sebuah ilmu yang mempelajari tentang sifat antara udara dengan uap air, karena udara atmosfer tidak 100% kering

melainkan terdapat campuran antara uap air dan udara. Terdapat beberapa istilah yang digunakan pada ilmu psikometrik ini seperti Temperature bola kering (*dry bulb*), temperature bola basah (*wet bulb*), *absolute humidity*, *relative humidity*, *specific enthalpy*, dan *dew point*. (Ridhuan & Rifai, 2017)

Sedangkan diagram psikometrik adalah sebuah diagram yang berfungsi untuk menunjukkan suatu hubungan yang dimiliki antara beberapa komponen seperti kelembaban, enthalpy, temperature, dan kandungan uap air pada udara. Diagram psikometrik digunakan untuk menentukan sistem pengkondisian udara pada suatu sistem. (Sasongko et al., 2020)



Gambar 3.4 Diagram Psikometrik Simulasi
(Dokumen Pribadi)

Penelitian kali ini melakukan simulasi pada sebuah alat pengering padi yang tentu saja pada alat tersebut terdapat udara dan juga uap air yang terkandung di dalamnya. Pada simulasi ini temperature udara basah yang dimiliki sebesar 333,16 °K atau 60 °C, lalu *humidity ratio* sebesar 0,002 kg H₂O/kg. dari data yang sudah dimiliki tersebut kita dapat mengetahui nilai *dew point*, *wet bulb*, dan *specific enthalpy* yang dimiliki pada alat pengeringan tersebut dan dapat dilihat pada gambar 3.3 diatas.

1. *Dew Point*

Dew point adalah sebuah kondisi saat sebuah campuran udara dan uap air pertama kali mengembun atau menjadi sebuah butiran cairan. Pada simulasi kali ini didapatkan nilai dew point antara -10 °C hingga -5 °C. dengan jarak perhitungan manual (menggunakan penggaris) dari -10 °C hingga -5 °C adalah sebesar 1,5 cm dan dari -10 hingga titik *dew point* yaitu sebesar 0,7 cm. dengan menggunakan rumus interpolasi didapatkan hasil berikut:

$$y_3 = \frac{(1,5-0,7).-10+(0,7-0).-5}{1,5-0} = -7,6 \text{ °C}.....(4.1)$$

2. *Wet Bulb*

Wet bulb adalah temperature pada suatu alat atau sistem yang diukur menggunakan sebuah termometer dengan sensor yang dibalut dengan sebuah kain basah dengan tujuan supaya radiasi panas pada alat dapat menghilang. Pada simulasi kali ini didapatkan nilai *wet bulb* antara 20 °C hingga 25 °C. dengan jarak perhitungan manual (menggunakan penggaris) dari 20 °C hingga 25 °C adalah sebesar 3,1 cm dan dari 20 hingga titik *wet bulb* yaitu sebesar 1,8 cm. dengan menggunakan rumus interpolasi didapatkan hasil berikut:

$$y_3 = \frac{(3,1-1,8).20+(1,8-0).25}{3,1-0} = 22,9 \text{ °C}.....(4.2)$$

3. *Specific Enthalpy*

Specific Enthalpy adalah jumlah kandungan energi kalor yang berada pada udara. Pada simulasi kali ini didapatkan nilai *Specific Enthalpy* antara 65 kJ/kg hingga 70 kJ/kg. dengan jarak perhitungan manual (menggunakan penggaris) dari 65 kJ/kg hingga 70 kJ/kg adalah sebesar 0,8 cm dan dari 65 kJ/kg hingga titik *Specific Enthalpy* yaitu sebesar 0,6 cm. dengan menggunakan rumus interpolasi didapatkan hasil berikut:

$$y_3 = \frac{(0,8-0,6).65+(0,6-0).70}{0,8-0} = 68,75 \text{ kJ/kg} \dots\dots\dots (4.3)$$

3.7 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium desain mesin, fakultas teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dari tanggal 2 Agustus 2023 hingga 16 Agustus 2023.