

BAB III

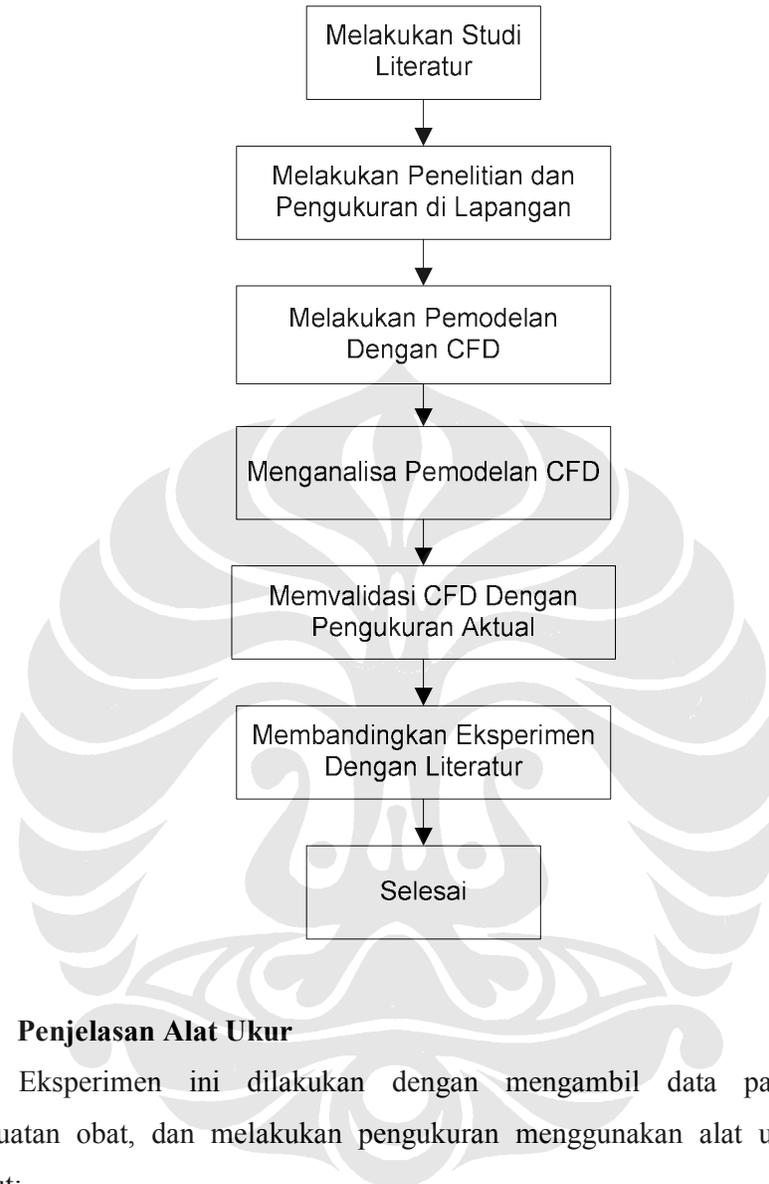
METODOLOGI PENELITIAN, PENGAMBILAN DATA DAN SIMULASI

3.1 METODOLOGI PENELITIAN

3.1.1 Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan pada industri obat PT X dengan batasan masalah yaitu: membahas tentang kualitas udara didalam sistem ruang bersih dan tidak membahas tentang polutan yang berupa campuran gas yang ada didalam ruangan tersebut. Tujuan dari investigasi dan pensimulasian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem ruang bersih yang ada pada industri obat telah sesuai dengan standar sistem ruang bersih yang berlaku secara internasional dan sistem ruang bersih yang digunakan itu benar-benar efektif serta terjamin kebersihannya. Metodologi yang digunakan adalah pengambilan data di lapangan untuk mengukur geometri ruangan, mengukur kecepatan aliran udara, mengukur temperatur udara, mengukur kelembaban udara serta mengukur partikel kontaminan secara aktual pada sistem ruang bersih tersebut dengan menggunakan alat ukur, yang nantinya akan dilakukan tahap lebih lanjut yaitu pensimulasian keadaan ruangan tersebut dengan menggunakan program *EFD* dan *Flovent*. Tujuan pensimulasian ini adalah untuk mengetahui bagaimana arah dan laju aliran udara pada sistem ruang bersih tersebut, pola aliran udara pada ruangan tersebut, distribusi temperatur pada ruangan tersebut, kelembaban udara dalam ruangan tersebut serta sebagai validasi dari data yang telah diambil di lapangan.

3.1.2 Alur Kerangka Penelitian



3.1.3 Penjelasan Alat Ukur

Eksperimen ini dilakukan dengan mengambil data pada industri pembuatan obat, dan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur sebagai berikut:

1. *Hotwire Anemometer* digunakan untuk mengukur laju kecepatan aliran udara serta mengukur temperatur udara.
2. *Logger Humidity/Temperatur* digunakan untuk mengukur kelembaban udara serta mengukur temperatur udara.
3. *Particle Counter* digunakan untuk mengukur jumlah dan besarnya partikel yang ada pada ruangan tersebut.
4. Meteran digunakan untuk mengukur geometri ruangan, peralatan, dan perlengkapan.



Gambar 3.1 Hotwire Anemometer



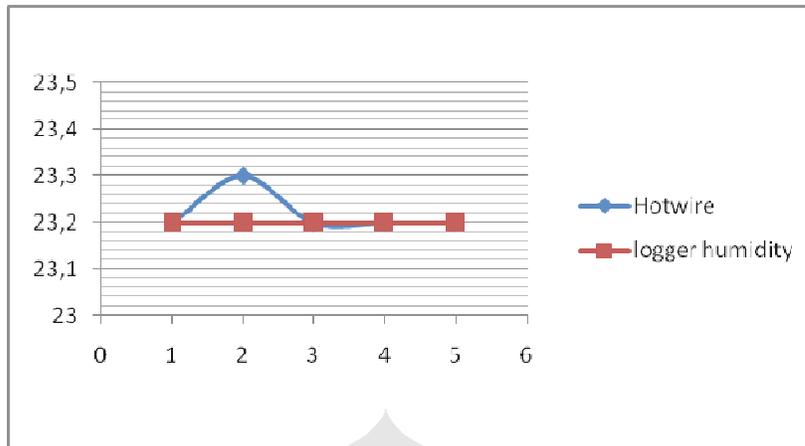
Gambar 3.2 *Magnehelic*

3.1.4 Kalibrasi Alat Ukur

Alat ukur yang dipakai dalam penelitian kali ini perlu di kalibrasi agar keakuratan dari pengukuran yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan. Kalibrasi yang dilakukan pada setiap alat ukur tidaklah sama, hal ini dikarenakan sulitnya menemukan adanya pembanding untuk alat tertentu.

3.1.4.1 Kalibrasi *Hotwire Anemometer*

Kalibrasi yang dilakukan penulis untuk alat ukur *Hotwire Anemometer* adalah dengan membandingkan alat ini dengan alat ukur *Logger Humidity/Temperatur* untuk pengukuran temperatur udara. Cara mengkalibrasi adalah dengan melihat hasil yang ditunjukkan pada kedua alat tersebut.



Grafik 3.1 Kalibrasi temperatur

Untuk mengkalibrasi *Hotwire Anemometer* pada pengukuran kecepatan, penulis mengalami kesulitan sehingga sebagai penggantinya, dilakukan 5 kali pengulangan dalam pengambilan data sebagai kalibrasi, dengan mengambil rata-rata dari kelima pengukuran tersebut.

3.1.4.2 Kalibrasi Logger Humidity/Temperatur

Kalibrasi yang dilakukan untuk alat ini pada pengukuran temperatur sama dengan kalibrasi yang dilakukan pada alat *Hotwire Anemometer* yaitu membandingkan kedua hasil dari kedua alat ukur sehingga didapat kan eror dari pengukuran tersebut. Sedangkan pada pengukuran kelembaban penulis mengalami kesulitan sehingga sebagai penggantinya, dilakukan 5 kali pengulangan dalam pengambilan data sebagai kalibrasi, dengan mengambil rata-rata dari kelima pengukuran tersebut.

3.1.4.3 Kalibrasi Particle Counter

Untuk mengkalibrasi *Particle Counter* pada pengukuran jumlah serta besarnya partikel, penulis mengalami kesulitan sehingga sebagai penggantinya, dilakukan 5 kali pengulangan dalam pengambilan data sebagai kalibrasi, dengan mengambil rata-rata dari kelima pengukuran tersebut.

3.2 PENGAMBILAN DATA

3.2.1 Data Eksperimen

Pengambilan data untuk eksperimen adalah data aktual yang pengukurannya dilakukan pada saat sistem ruang bersih tersebut beroperasi sehingga data yang diambil benar-benar memenuhi tujuan dari penulis untuk mengetahui efektifitas serta kebersihan dari sistem ruang bersih.

Tabel 3.1 Data-data pengukuran

no	Data yang diukur
1	Data laju kecepatan udara pada masukan/ <i>inlet dispensing booth</i> .
2	Data laju kecepatan udara pada keluaran/ <i>outlet dispensing booth</i> .
3	Data laju kecepatan udara pada corong sebagai keluaran/ <i>outlet</i> tambahan didalam <i>dispensing booth</i> .
4	Data laju kecepatan udara pada masukan/ <i>inlet</i> ruangan luar.
5	Data laju kecepatan udara pada keluaran/ <i>outlet</i> ruangan luar.
6	Data temperatur pada masukan/ <i>inlet dispensing booth</i> .
7	Data temperatur pada masukan/ <i>inlet</i> ruangan luar.
8	Data kelembaban udara dalam <i>dispensing booth</i> .
9	Data laju kecepatan udara untuk validasi pada titik tertentu.
10	Data perubahan temperatur untuk validasi pada titik tertentu.
11	Data geometri sistem ruang bersih (<i>dispensing booth</i>).
12	Data geometri ruangan luar.
13	Data geometri peralatan dan perlengkapan yang ada didalam sistem ruang bersih.
14	Data geometri <i>grill</i> .
15	Data <i>HEPA filter differential pressure</i> .
16	Data partikel kontaminan ukuran 0.5 μm .
17	Data partikel kontaminan ukuran 5 μm .

3.2.2 Cara Pengukuran

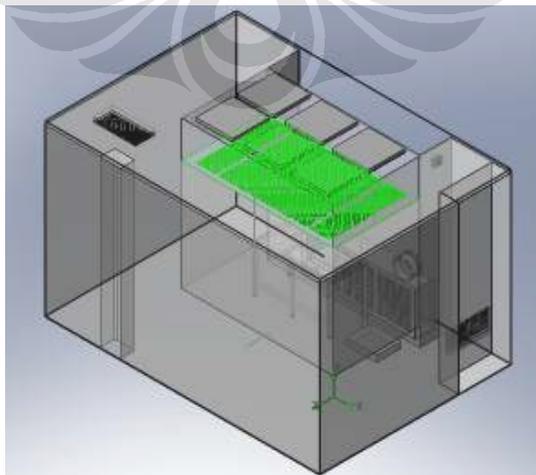
3.2.2.1 Pengukuran Kecepatan Aliran Udara

Pengukuran kecepatan aliran udara ini akan digunakan sebagai data pembanding serta sebagai masukan ke dalam program *EFD* dan *Flovent*, dan juga akan digunakan untuk validasi hasil simulasi dari program tersebut. Untuk mengukur kecepatan aliran udara didalam ruang, alat ukur yang digunakan adalah *hotwire anemometer*.

Proses pengambilan data adalah sebagai berikut:

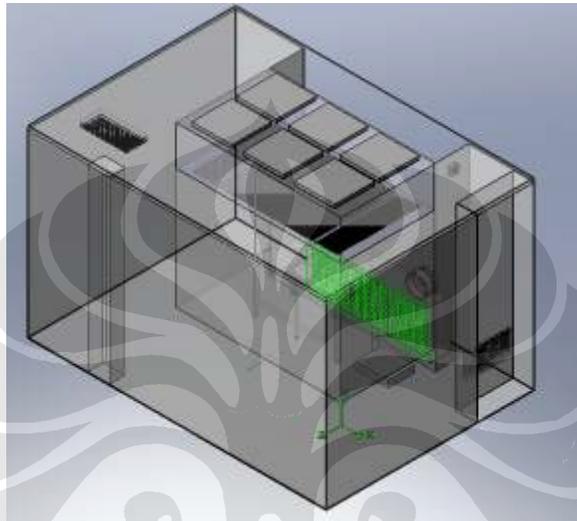
1. Menyalakan *hotwire anemometer*, selanjutnya membuka penutup kawatnya.
2. Memastikan bahwa bagian yang digunakan adalah bagian depan dari *hotwire anemometer*.
3. Mendekatkan bagian depan dari *hotwire anemometer* tersebut ke bagian yang ingin diukur kecepatan aliran udaranya. Arah aliran yang ingin diambil harus tegak lurus dengan bagian depan dari *hotwire anemometer*.
4. Pencatatan hasil pengukuran.
5. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak lima kali pengulangan.

Bagian pertama yang diambil data kecepatan aliran fluidanya adalah bagian masukan dari *dispensing booth* yang berada pada bagian atas *dispensing booth* tersebut. *Dispensing booth* yang jika dilihat dari bawah berbentuk persegi panjang ini dibagi menjadi tiga bagian, yang selanjutnya di tiap bagian tersebut dilakukan pengambilan data dengan pengulangan sebanyak lima kali.



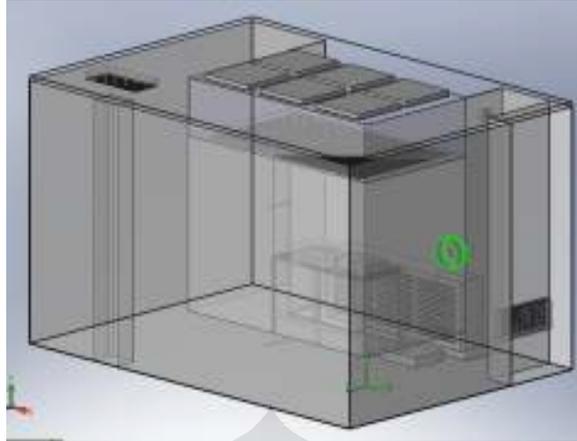
Gambar 3.3 Inlet Dispensing Booth

Bagian kedua yang diambil data kecepatan aliran fluidanya adalah bagian keluaran dari *dispensing booth* yang berada pada dinding bawah sebelah dalam dari *dispensing booth*. Bagian keluaran dari *dispensing booth* ini juga dibagi menjadi tiga bagian, yang selanjutnya di tiap bagian tersebut dilakukan pengambilan data dengan pengulangan sebanyak lima kali.



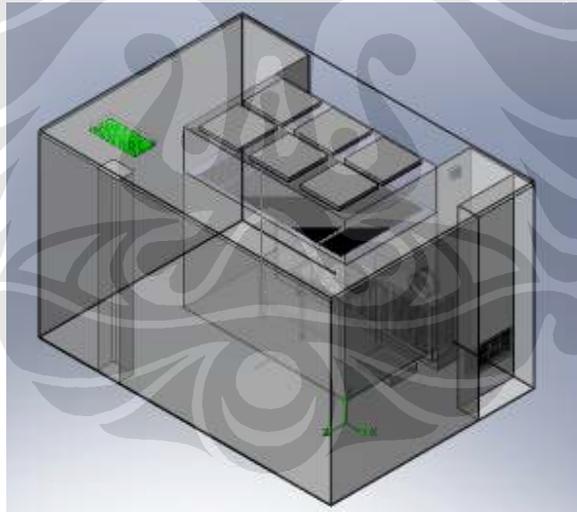
Gambar 3.4 Outlet Dispensing Booth

Bagian ketiga adalah bagian corong, corong ini digunakan sebagai keluaran tambahan yang berfungsi juga untuk memastikan bahwa tidak ada partikel kontaminan yang berada disekitar timbangan. Posisi dari corong tersebut lebih dekat dari timbangan karena posisinya yang berada sejajar dengan timbangan meskipun letaknya disamping dari timbangan. Pengambilan data dilakukan pada bagian depan dari corong tersebut dengan pengulangan sebanyak lima kali.



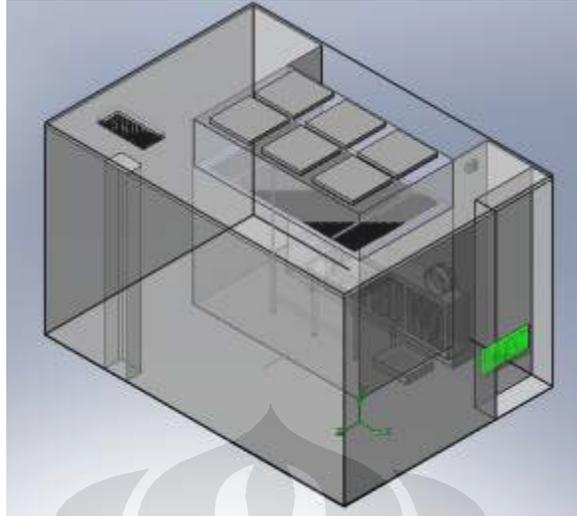
Gambar 3.5 Corong *Outlet*

Bagian ke empat adalah bagian masukan dari ruangan yang berada di luar *dispensing booth*, bagian ini perlu di masukkan sebagai data pengukuran karena fluida yang mengalir pada bagian luar mempengaruhi bagian *dispensing booth* juga. Pada bagian masukan ini diambil data sebanyak lima kali.



Gambar 3.6 *Inlet* Luar

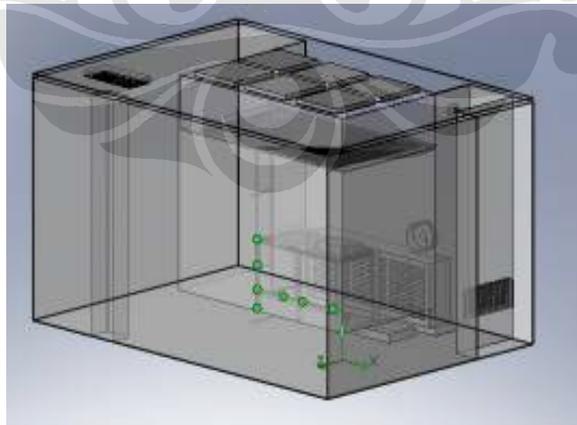
Bagian ke lima adalah bagian keluaran dari ruangan yang berada di luar *dispensing booth*. Pada bagian ini juga diambil data sebanyak lima kali.



Gambar 3.7 *Outlet Luar*

bagian ke enam adalah pengambilan data pada titik tertentu yang digunakan sebagai validasi pada hasil simulasi. Data yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Pada titik $Y=23\text{cm}$ dan $X=265-303\text{cm}$ dari datum
2. Pada titik $Y=23\text{cm}$ dan $X=189-233\text{cm}$ dari datum
3. Pada titik $X=303\text{cm}$ dan $Y=2-23\text{cm}$ dari datum
4. Pada titik $X=303\text{cm}$ dan $Y=52-80\text{cm}$ dari datum



Gambar 3.8 Titik – Titik *Validasi*

3.2.2.2 Pengukuran Temperatur Udara

Pengukuran temperatur dilakukan persis sama dengan pengukuran kecepatan aliran fluida, bedanya hanya data yang dicatat adalah data temperatur, alat yang digunakan pun juga sama yaitu *hotwire anemometer*.

Bagian pertama yang diukur temperaturnya adalah bagian masuk dari *dispensing booth*, tujuan dari pengukuran temperatur ini adalah untuk mengetahui persebaran temperatur yang ada di dalam *dispensing booth*. Pengukuran temperatur ini dilakukan pada tiga bagian dari *dispensing booth* dengan masing-masing bagian dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak lima kali.

Bagian kedua adalah bagian masuk dari ruangan luar, tujuannya adalah itu mengetahui apakah temperatur pada bagian luar ini akan mempengaruhi temperatur pada *dispensing booth*, karena pada saat pengukuran terjadi perbedaan temperatur pada bagian masuk *dispensing booth* dengan ruangan luar. Pengukuran temperatur ini dilakukan sebanyak lima kali pengulangan.

Bagian ketiga adalah pengambilan data temperatur pada titik tertentu yang digunakan sebagai validasi pada hasil simulasi. Data yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Pada titik Y=23cm dan X=265-303cm dari datum
2. Pada titik Y=23cm dan X=189-233cm dari datum
3. Pada titik X=303cm dan Y=2-23cm dari datum
4. Pada titik X=303cm dan Y=52-80cm dari datum

3.2.2.3 Pengukuran Kelembaban Udara

Pengukuran kelembaban udara ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang bernama *Logger Humidity/Temperatur*. Pada *dispensing booth* ini kelembaban menjadi faktor yang juga penting untuk menjaga kebersihan dari kontaminan, sebab kontaminan dapat berkembang lebih cepat pada kelembaban lebih dari 50%. Pengukuran kelembaban udara ini dilakukan di dalam *dispensing booth*, pengambilan data dilakukan berkali kali dengan selang waktu 15 menit.

3.2.2.4 Pengukuran Geometri Ruangan

Pengukuran geometri ini adalah untuk masukkan pada program *EFD*. Agar simulasi yang dilakukan oleh kedua program tersebut dapat berjalan sesuai dengan keadaan aktualnya, maka hal yang harus dilakukan adalah dengan membangun geometri untuk simulasi persis dengan geometri aktualnya. Geometri yang dimaksud bukan hanya geometri dari *dispensing booth* dan geometri ruangan luar semata, tetapi juga geometri dari peralatan juga perlengkapan yang ada didalam *dispensing booth*.

Bagian pertama pada pengukuran geometri ini adalah mengukur ruangan *dispensing booth* dan ruangan luar, alat yang digunakan untuk mengukur geometri adalah meteran. Pada pengukuran ini yang diukur adalah panjang, lebar dan tinggi ruangan, apabila ada tambahan maka tambahan tersebut juga harus diukur panjang dan lebarnya.

Bagian kedua adalah pengukuran peralatan dan perlengkapan, peralatan yang dimaksud disini adalah alat ukur timbangan dan perlengkapan yang dimaksud adalah meja untuk meletakkan timbangan tersebut. Pada pengukuran peralatan dan perlengkapan hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Panjang, lebar dan tingginya.
2. Posisi peralatan tersebut dari ruangan atau dari perlengkapan.

Pada pengukuran timbangan hal yang harus diukur adalah dimensi timbangan tersebut yaitu panjang, lebar dan tingginya, namun selain itu perlu juga dilakukan pengukuran jarak timbangan dari sudut meja. Sedangkan pada pengukuran perlengkapan hal yang harus diukur adalah dimensi dari meja tersebut yaitu panjang, lebar dan tinggi namun juga diperlukan pengukuran detail dari meja tersebut, apabila meja tersebut memiliki palang diantara kaki-kaki meja, maka palang tersebut juga diukur dimensinya, serta posisinya dari kaki meja. Posisi meja juga diukur dari sudut ruangan, sehingga didapatkan posisi meja yang sama persis dengan posisi aktualnya.

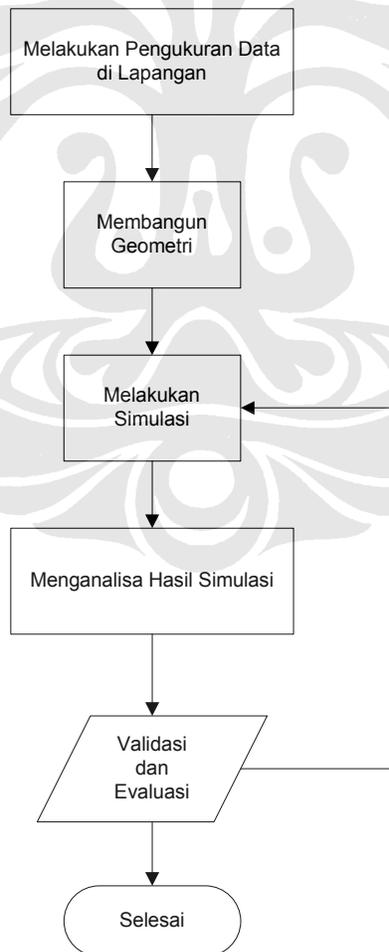
Bagian ketiga adalah pengukuran *grill*, hal yang diukur dari *grill* ini adalah jarak *grill* dari langit-langit ruangan, panjang dan lebar *grill*, ukuran serta jarak lubang pada *grill*.

3.2.2.5 Pengukuran Particle Counter

Pengukuran partikel dilakukan diatas *wafer silicon* yang diberi tanda-tanda jarak yang nantinya digunakan untuk mengukur banyaknya partikel per satuan luas. *Wafer silicon* tersebut diletakkan pada suatu area atau pun diletakkan pada berbagai area yang selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah dan besarnya partikel dengan menggunakan mikroskop optik yang dapat menghitung jumlah partikel hingga ukuran 5 μm . Atau pengukuran partikel bisa juga dengan menggunakan aturan jumlah partikel per satuan waktu, yaitu partikel dihitung jumlahnya berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

3.3 SIMULASI

3.3.1 Alur Permodelan



3.3.2 Proses Pembuatan Geometri

3.3.2.1 Pensimulasian dengan EFD

Langkah-langkah membangun geometri ruangan:

1. Pertama adalah membuat *dispensing booth* yang berukuran panjang 250cm dan lebar 142cm, yang selanjutnya di extruded boss setinggi ukuran aktual yaitu 210cm.
2. Selanjutnya membuat perlengkapan yang ada didalam *dispensing booth* yaitu meja dengan ukuran panjang 127cm, lebar 60, dan tinggi 78cm dengan kaki meja berjumlah 6 buah.
3. Selanjutnya membuat 2 buah keramik yang ada diatas meja sebagai alas dari timbangan dengan ukuran sebagai berikut:
 - a. Keramik 1 panjang 40cm, lebar 35cm, dan tinggi 2,5cm.
 - b. Keramik 2 panjang 50cm, lebar 47,45cm dan tinggi 2cm.
4. Selanjutnya membuat timbangan 1 dan timbangan 2 yang terletak diatas keramik dengan ukuran sebagai berikut:
 - a. Timbangan 1 panjang 31cm, lebar 21cm, dan tinggi 10cm.
 - b. Timbangan 2 panjang 40cm, lebar 30cm, dan tinggi 9cm.
5. Selanjutnya membuat timbangan 3 yang terletak dilantai dengan ukuran panjang 50cm, lebar 40cm, dan tinggi 10cm.
6. Selanjutnya membuat indikator timbangan 3 yang berukuran panjang 5cm, lebar 2,5cm dan tinggi 86cm.
7. Selanjutnya membuat *grill* dan *ducting inlet*/masukkan yang terletak diatas *dispensing booth* dengan ukuran sebagai berikut:
 - a. *Grill* terbagi menjadi 3 bagian dengan masing masing bagian memiliki ukuran:
 - Bagian 1 dan 3 panjang 128,5cm dan lebar 34cm.
 - Bagian 2 panjang 128,5cm dan lebar 147cmPada semua *grill* terdapat lobang yang berdiameter 1,5cm dengan jarak antara lobang baik keatas maupun kesamping sejauh 1cm.
 - b. *Ducting inlet*/masukkan yang berukuran sesuai dengan ukuran *dispensing booth* lalu di extruded boss keatas setinggi 60cm.

8. Selanjutnya membuat *inlet*/masuk yang berada di atas ducting *inlet* sebanyak 6 buah dengan ukuran masing masing 60cm x 60cm dengan tinggi 5cm.
9. Selanjutnya membuat *grill* dan ducting *outlet*/keluaran yang berada pada dinding belakang bawah *dispensing booth* dengan ukuran sebagai berikut:
 - a. *Grill* terbagi menjadi 3 bagian dengan masing masing bagian memiliki ukuran panjang 60cm dan lebar 60cm.
Pada semua *grill* terdapat lobang yang berdiameter 1,5cm dengan jarak antara lobang baik keatas maupun kesamping sejauh 1cm.
 - b. Ducting *outlet*/keluaran berukuran panjang 185,78cm dan lebar 72,25cm dengan tebal ducting 30cm
10. Selanjutnya membuat *outlet*/keluaran yang berada dibelakang ducting *outlet* sebanyak 3 buah dengan ukuran masing masing 60cm x 60cm dengan tebal 5cm.
11. Selanjutnya mengurangi sisi bagian kanan, kiri, dan depan dari *dispensing booth* setinggi 30cm.
12. Selanjutnya membuat ruangan luar dengan menambahkan skesta dengan ukuran panjang 450cm dan lebar 312cm, lalu di extruded boss setinggi ukuran ruang aktual yaitu 273cm.
13. Selanjutnya menambahkan detail dari ruangan luar, yaitu membuat lekukan pada bagian depan dan lekukan pada bagian kanan dengan ukuran sebagai berikut:
 - a. Pada bagian depan panjang 27cm dan lebar 21cm, lalu di extruded boss setinggi 270cm.
 - b. Pada bagian kanan panjang 85,55cm dan lebar 31cm, lalu di extruded cut setinggi 271cm
14. Selanjutnya membuat *outlet*/keluaran pada bagian luar dengan ukuran panjang 68cm, lebar 32cm dan tebal 5cm. Diseluruh permukaan *outlet* dibuatkan *grill* dengan diameter lobang 1,5cm dengan jarak antara lobang baik keatas maupun kesamping sejauh 1cm.

15. Selanjutnya membuat *inlet*/masuk pada bagian luar dengan ukuran panjang 68cm, lebar 32cm dan tebal 5cm. Diseluruh permukaan *outlet* dibuatkan *grill* dengan diameter lobang 1,5cm dengan jarak antara lobang baik keatas maupun kesamping sejauh 1cm.
16. Selanjutnya membuat corong yang terletak pada bagian dalam *dispensing booth* yang berguna sebagai keluaran tambahan dengan diameter 30cm.

3.3.2.2 Pensimulasian Dengan Flovent

Flovent adalah salah satu program yang biasa digunakan untuk mensimulasikan aliran fluida dengan kondisi khusus yaitu aliran didalam ruangan atau HVAC (*Heating Ventilation Air Conditioning*). Flovent adalah program standar yang sering dipake oleh ASHRAE dalam mensimulasikan kondisi-kondisi aliran fluida khususnya aliran dalam ruang.

Tahap awal memulai pensimulasian dengan menggunakan flovent adalah kita menentukan dahulu batasan sistem yang ingin kita buat dengan datum di titik (0,0,0). Selanjutnya kita mulai memasukkan bagian-bagian dari ruangan yang akan disimulasikan satu persatu.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah mensetting sistem sebagai berikut:

- a. Posisi (0,0,0) ukuran (324, 273, 450)
- b. Sistem global
Tekanan : 1 atm
External radiant temperature : 23⁰C
External ambient temperature : 23⁰C
- c. Lingkungan : 23⁰C
- d. Fluida : air 20⁰C

Langkah selanjutnya adalah membangun geometri sebagai berikut:

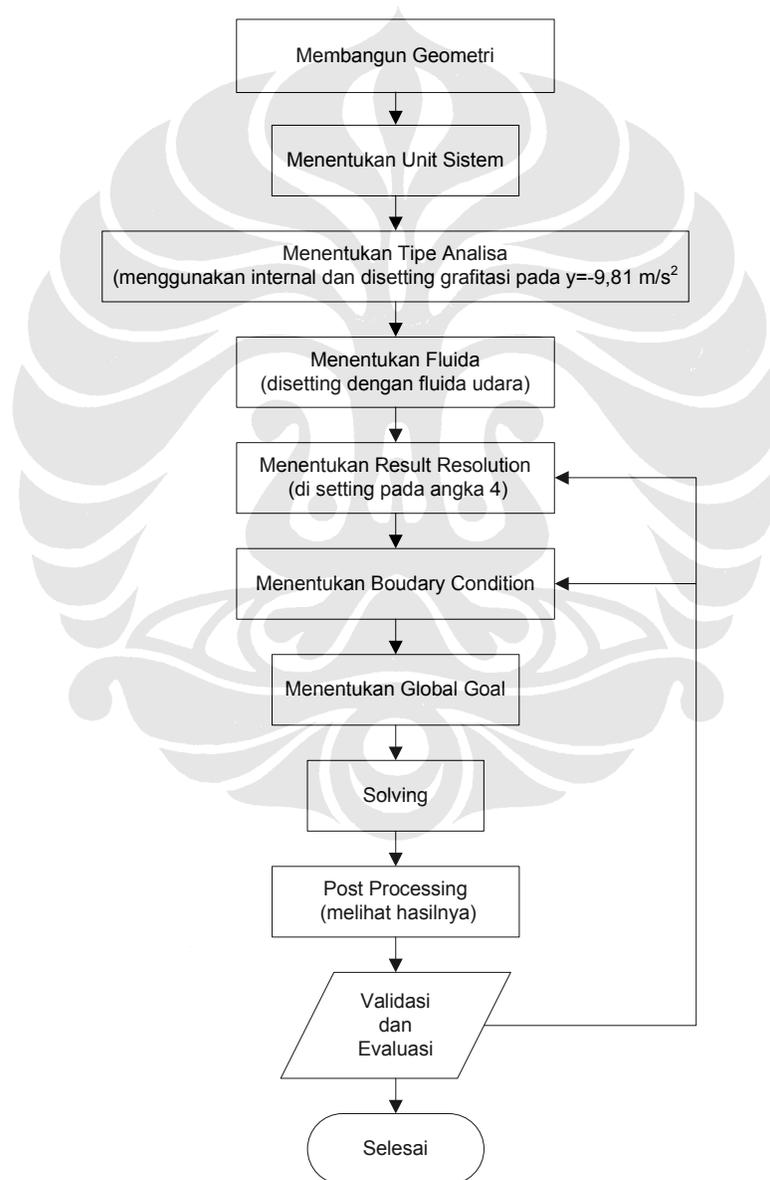
- a. Bangun ruangan luar (0,0,0) dengan ukuran (324, 273, 450) tebal 10cm.
- b. Bangun ruangan *dispensing booth*.
Posisi (0, 30, 98) dengan ukuran (192, 243, 25) tebal 10cm.
- c. Bangun detail ruangan luar.

- d. Membuat masukkan udara *dispensing booth* sebanyak 6 buah yang terletak pada bagian atas *dispensing booth*, dengan ukuran masing-masing 60cm x 60cm.
- e. Memasukkan kecepatan aliran pada 6 buah masukkan tersebut dengan nilai yang sama yaitu 0,266 m³/s.
- f. Membuat keluaran udara yang terletak didinding bawah dalam *dispensing booth* yang berjumlah 3 buah dengan ukuran yang sama yaitu 60cm x 60cm.
- g. Memasukkan kecepatan aliran keluar pada 3 buah keluaran tersebut dengan nilai yang sama yaitu 0,396 m³/s.
- h. Membuat keluaran udara tambahan kedalam *dispensing booth* dengan ukuran 26,58cm x 26,58cm.
- i. Memasukkan kecepatan aliran keluar tersebut dengan nilai 0,311 m³/s.
- j. Membuat masukkan udara yang terletak diatas ruangan luar yang berukuran 68cm x 30cm.
- k. Memasukkan kecepatan aliran masukkan tersebut dengan nilai 0,224 m³/s.
- l. Membuat keluaran udara yang terletak disamping kanan ruangan luar yang berukuran 68cm x 30cm.
- m. Memasukkan kecepatan aliran keluar tersebut dengan nilai 0,321 m³/s.
- n. Memasukkan meja ke dalam *dispensing booth* yang berukuran (127, 60, 78).
- o. Meletakkan marmer yang ada di atas meja sebagai alas dari timbangan yang berukuran (35 , 40 , 2,5) dan (47,45 , 50 , 2)
- p. Meletakkan timbangan 1, timbangan 2 yang terletak diatas marmer dengan ukuran timbangan 1 (21 , 31 , 10) dan ukuran timbangan 2 (40 , 30 , 9)
- q. Meletakkan timbangan 3 yang terletak dibawah lantai dengan ukuran (50 , 40 , 10).
- r. Meletakkan indikator timbangan 3 disamping kiri timbangan 3 yang berukuran (5 , 2,5 , 86).
- s. Membuat 2 buah lampu sebagai berikut:
Posisi lampu 1 (65, 241, 178) ukuran (119,6 , 2 , 2,5)
Posisi lampu 2 (65, 241, 258) ukuran (119,6 , 2 , 2,5)

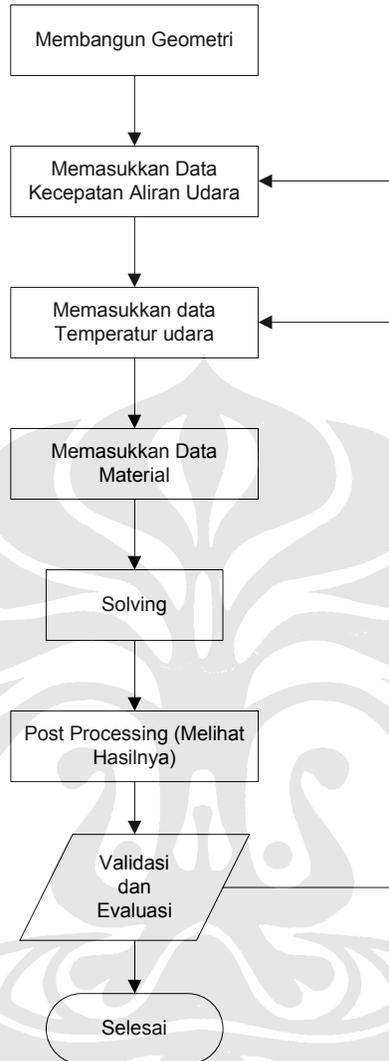
- t. Meletakkan 2 buah partikel sbagai berikut:
 Posisi 1 (139,13 , 151 , 269,72) ukuran (15 , 20 , 15)
 Posisi 2 (133,88 , 151 , 182,97) ukuran (15 , 20 , 15)
- u. Membuat perforeted plate posisi (51, 243, 99) ukuran 141cm x 243cm,
 dengan diameter lobang 0.6cm jarak antar lobang 1cm

3.3.3 Proses Simulasi Geometri

3.3.3.1 Proses Pada EFD



3.3.3.2 Proses Pada Flovent

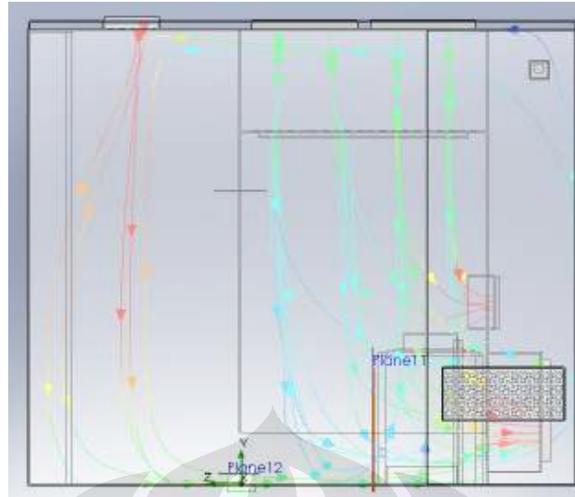


3.3.4 Validasi Simulasi

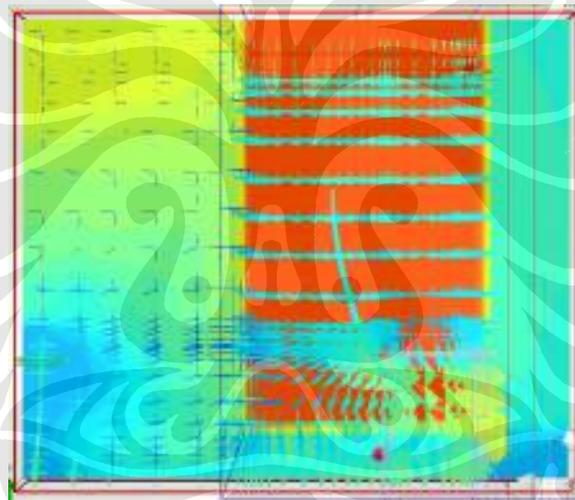
Berikut ini adalah perbandingan hasil yang ditampilkan oleh program CFD yaitu Program *EFD* dan Program *Flovent*

3.3.4.1 Perbandingan Pola Aliran Udara

Pola perbandingan yang ditampilkan oleh kedua program CFD ini secara umum menunjukkan kesamaan, yaitu pola aliran yang langsung menuju ke arah bawah dan berbelok pada posisi tepat dibawah meja penimbangan.



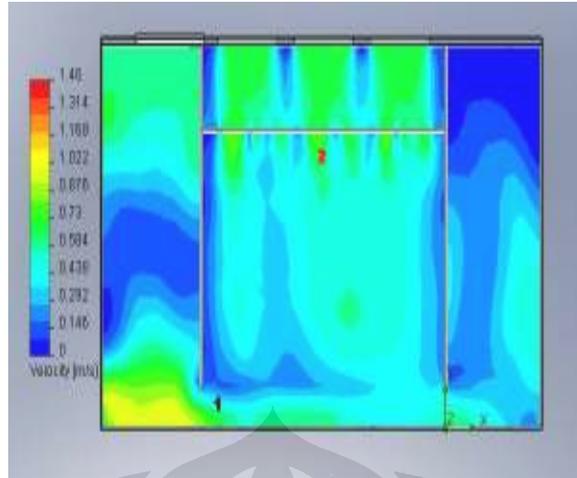
Gambar 3.9 Pola aliran pada EFD



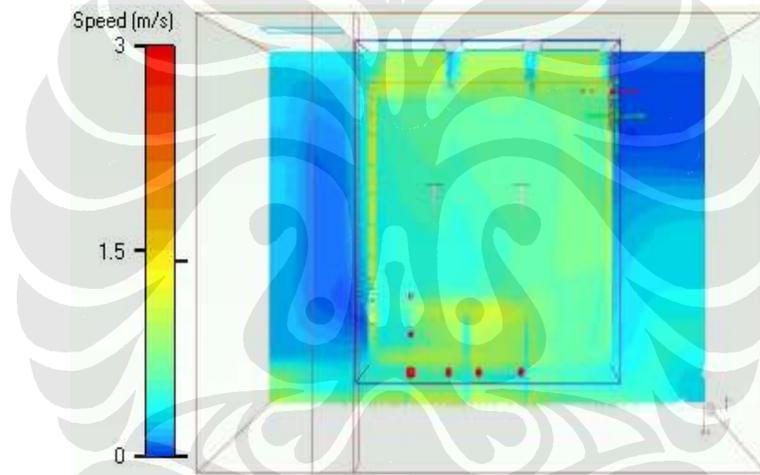
Gambar 3. 10 Pola aliran pada Flovent

3.3.4.2 Perbandingan Distribusi Kecepatan Udara

Distribusi kecepatan udara yang ditampilkan oleh kedua program CFD ini secara umum menunjukkan kesamaan, yaitu laju kecepatan yang paling besar terdapat pada posisi dibawah masukkan dalam *dispensing booth* dengan kecepatan aliran sekitar 0,6m/s hingga 0,8m/s, terdapat kesamaan pula pada bagian kanan dan bagian kiri, yaitu kecepatan aliran udara yang sangat kecil bahkan nol pada bagian kanan dan kecepatan aliran udara sekitar 0,2m/s hingga nol pada bagian kiri.



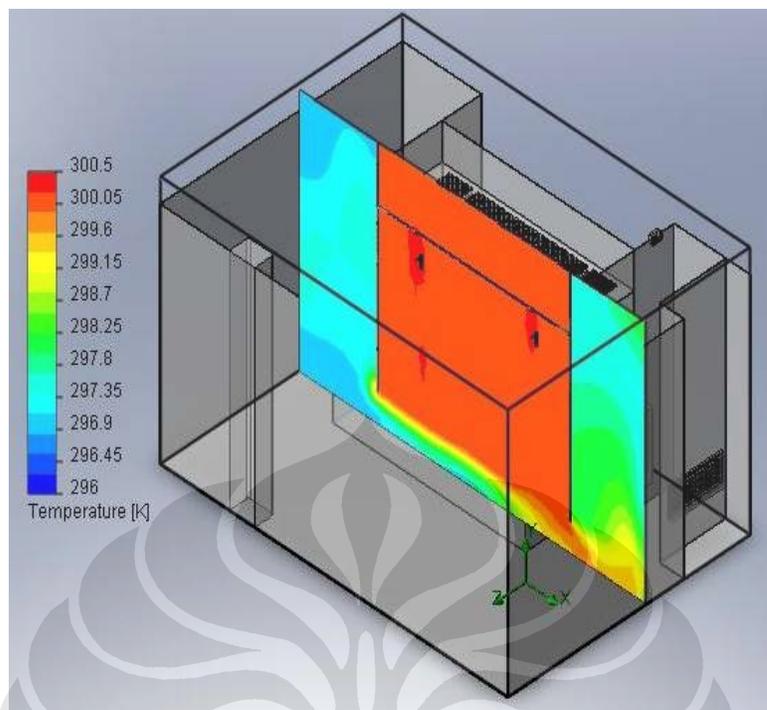
Gambar 3. 11 Pola distribusi kecepatan pada EFD



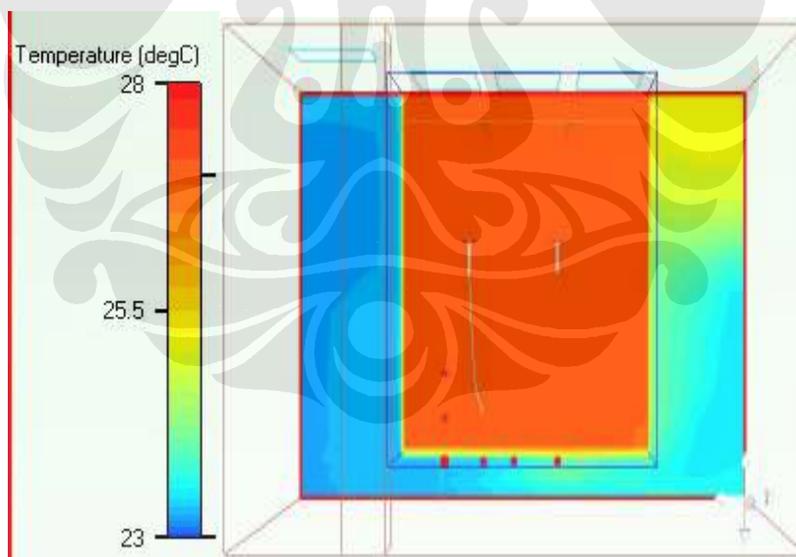
Gambar 3. 12 Pola distribusi kecepatan pada Flovent

3.3.4.3 Perbandingan Distribusi Temperatur Udara

Distribusi temperatur udara yang ditampilkan oleh kedua program CFD ini secara umum menunjukkan kesamaan, yaitu pada bagian *dispensing booth* distribusi temperatur merata pada suhu sekitar 26°C hingga 27°C , pada bagian kiri distribusi temperatur udara pada suhu 23°C hingga 24°C , sedangkan pada bagian kanan distribusi temperatur udara sekitar 24°C hingga 25°C .



Gambar 3.13 Pola distribusi temperatur pada EFD



Gambar 3.14 Pola distribusi temperatur pada *Flovent*