

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN, PENGAMBILAN DATA DAN SIMULASI

3.1 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan obat PT. X dengan batasan masalah yaitu: eksperimen serta simulasi ruang bersih yang digunakan untuk menimbang bahan pembuat obat pada perusahaan tersebut. Tujuan dari eksperimen dan pensimulasian ini adalah untuk mengetahui apakah ruang bersih yang digunakan itu benar-benar efektif serta terjamin kebersihannya. Metodologi yang digunakan adalah pengambilan data di lapangan untuk melihat laju aliran udara, temperatur udara, serta kelembaban udara secara aktual pada ruang bersih tersebut dengan menggunakan alat ukur, yang nantinya akan dilakukan tahap lebih lanjut yaitu pensimulasian keadaan ruangan tersebut dengan menggunakan program *EFD*. Tujuan pensimulasian ini adalah untuk mengetahui bagaimana arah dan laju aliran udara pada ruang bersih tersebut, distribusi temperatur pada ruangan tersebut, kelembaban udara dalam ruangan tersebut serta sebagai validasi dari data yang telah diambil.

Eksperimen ini dilakukan dengan mengambil data di lapangan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur sebagai berikut:

1. *Hotwire* digunakan untuk mengukur laju kecepatan aliran udara serta mengukur temperatur udara.
2. *Higrometer* digunakan untuk mengukur kelembaban udara.
3. Meteran digunakan untuk mengukur geometri ruangan, peralatan, dan perlengkapan.

3.2 PENGAMBILAN DATA

3.2.1 Data Ekperimen

Pengambilan data untuk ekperimen 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 critical area</i> .
2	Data laju kecepatan udara pada keluaran/ <i>outlet critical area</i> .
3	Data laju kecepatan udara pada corong sebagai keluaran/ <i>outlet</i> tambahan didalam <i>critical area</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 critical area</i> .
7	Data temperatur pada masukan/ <i>inlet</i> ruangan luar.
8	Data kelembaban udara dalam <i>critical area</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>critical area</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

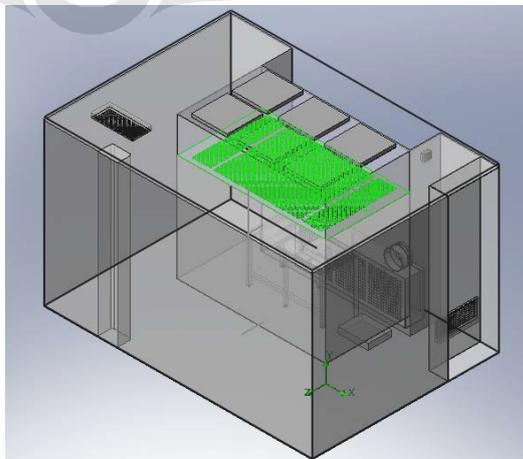
3.2.2.1 Pengukuran Kecepatan Aliran Udara

Pengukuran kecepatan aliran udara ini akan digunakan sebagai data pembanding serta sebagai masukan ke dalam program *EFD*, dan juga akan digunakan untuk memvalidasi 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:

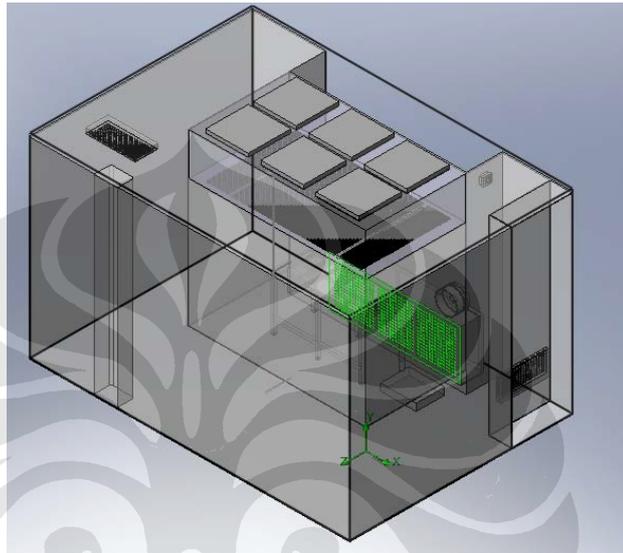
1. Menyalakan *hotwire anemometer*, selanjutnya membuka penutup kawatnya.
2. Memastikan bahwa bagian yang digunakan adalah bagian depan dari *hotwire anemometer*.
3. Mendekatkan bagian depan dari *hotwire anemometer* tersebut ke bagian yang ingin diukur kecepatan aliran udaranya. Arah aliran yang ingin 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 *critical area* yang berada pada bagian atas *critical area* tersebut. *Critical area* 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.



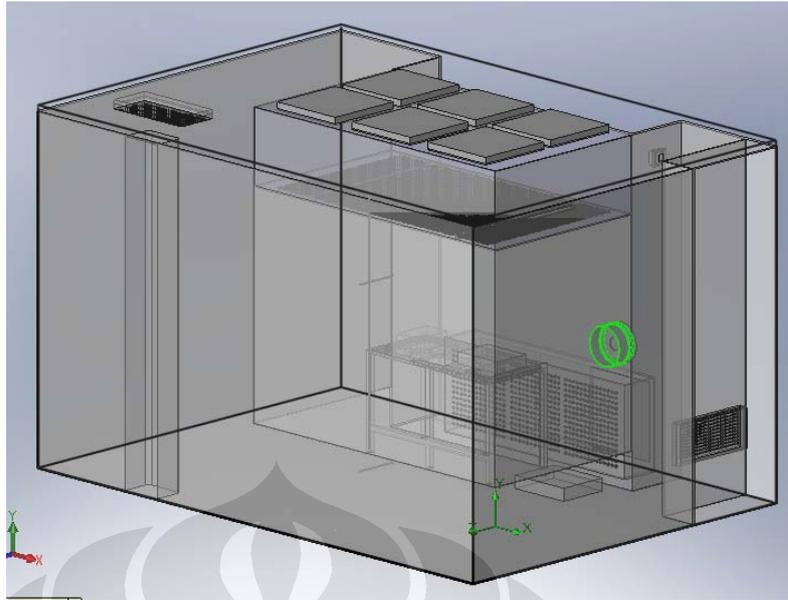
Gambar 3.1 Inlet Critical area

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



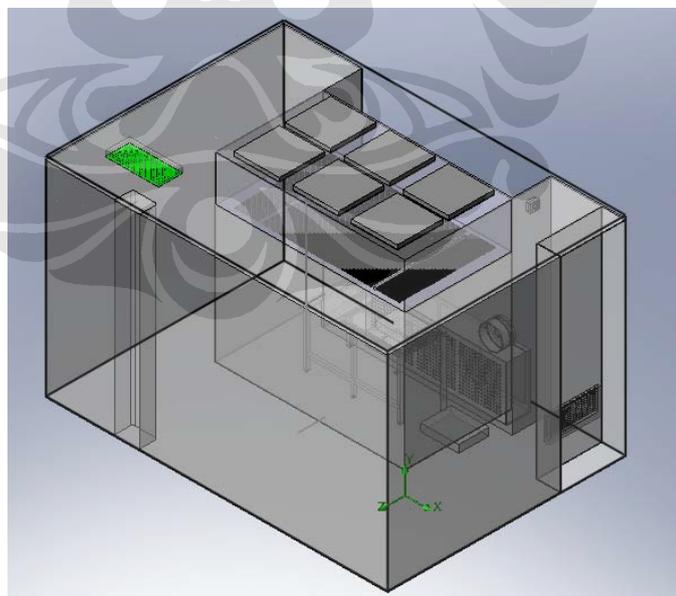
Gambar 3.2 Outlet Critical area

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.



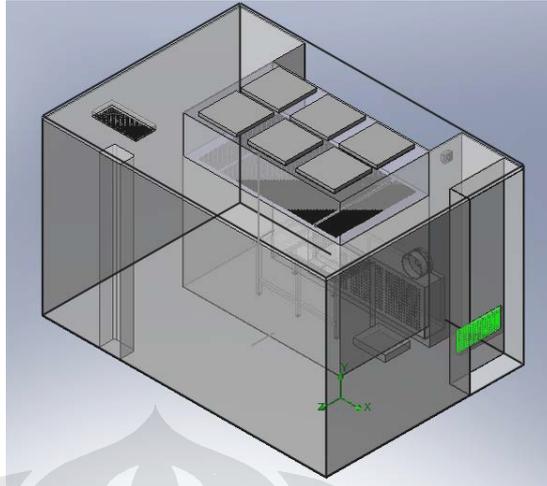
Gambar 3.3 Corong Outlet

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



Gambar 3.4 Inlet Luar

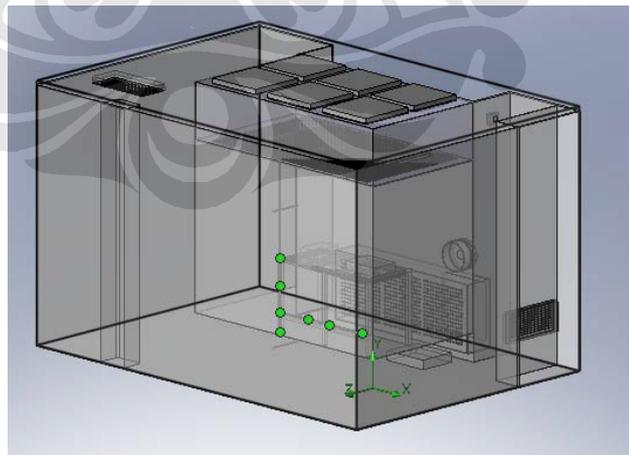
Bagian ke lima adalah bagian keluaran dari ruangan yang berada di luar *critical area*. Pada bagian ini juga diambil data sebanyak lima kali.



Gambar 3.5 *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 $X=265\text{-}303\text{cm}$ dari datum
2. Pada titik $Y=23\text{cm}$ dan $X=189\text{-}233\text{cm}$ dari datum
3. Pada titik $X=303\text{cm}$ dan $Y=2\text{-}23\text{cm}$ dari datum
4. Pada titik $X=303\text{cm}$ dan $Y=52\text{-}80\text{cm}$ dari datum



Gambar 3.6 Titik – Titik *Outlet*

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 *critical area*, tujuan dari pengukuran temperatur ini adalah untuk mengetahui persebaran temperatur yang ada di dalam *critical area*. Pengukuran temperatur ini dilakukan pada tiga bagian dari *critical area* 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 *critical area*, 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 *critical area* 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 *critical area*, 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 *critical area* dan geometri ruangan luar semata, tetapi juga geometri dari peralatan juga perlengkapan yang ada didalam *critical area*.

Bagian pertama pada pengukuran geometri ini adalah mengukur ruangan *critical area* 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*.

3.3 SIMULASI

3.3.1 Proses Pembuatan Geometri

Program EFD adalah program tambahan yang ada didalam program solidworks, yang dapat dipakai untuk menganalisa segala jenis permasalahan fluida dan komponennya. Pada program EFD hal pertama yang diperlukan adalah membangun geometri ruang dengan menggunakan program solidworks dan diteruskan dengan menganalisa aliran fluida serta komponen-komponennya.

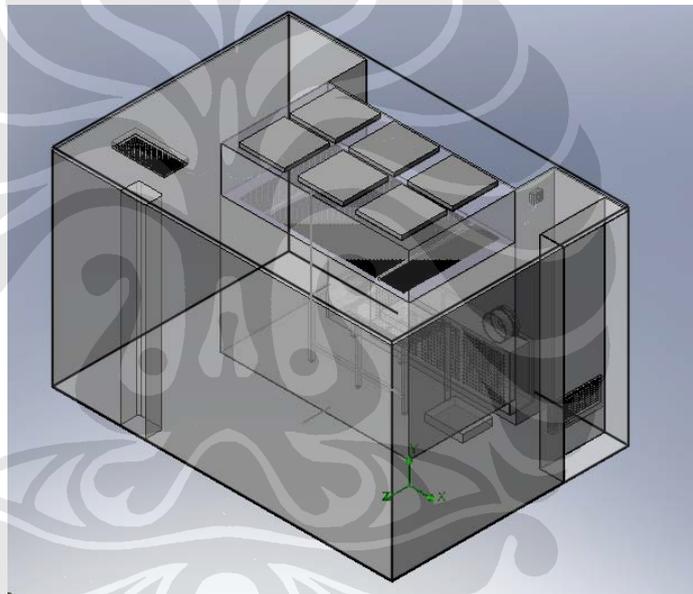
Langkah-langkah membangun geometri ruangan:

1. Pertama adalah membuat *critical area* yang berukuran panjang 250cm dan lebar 142cm, yang selanjutnya di extruded boss setinggi ukuran aktual yaitu 210cm.
2. Selanjutnya membuat perlengkapan yang ada didalam *critical area* 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 *critical area* 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 147cm

- Pada 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 *critical area* lalu di extruded boss keatas setinggi 60cm.
8. Selanjutnya membuat *inlet*/masukkan yang berada diatas 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 *critical area* 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 *critical area* setinggi 30cm.
 12. Selanjutnya membuat ruangan luar dengan menambahkan skesta dengan ukuran panjang 450cm dan lebar 312cm, lalu di extuded 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*/masukkan 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 *critical area* yang berguna sebagai keluaran tambahan dengan diameter 30cm.



Gambar 3.7 Geometri *Cleanroom*

3.3.2 Proses Simulasi Geometri

