



**ANALISIS ALIRAN UDARA DALAM RUANGAN RUMAH SAKIT  
MENGUNAKAN COMPUTATION FLUID DYNAMICS**

**SKRIPSI**

**BAGUS PANUNTUN**

**NPM 17650109**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**2022**



**ANALISIS ALIRAN UDARA DALAM RUANGAN RUMAH SAKIT  
MENGUNAKAN COMPUTATION FLUID DYNAMICS**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada Fakultas Teknik dan Informatika**

**Universitas PGRI Semarang untuk penyusunan Skripsi**

**BAGUS PANUNTUN**

**NPM 17650109**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS ALIRAN UDARA DALAM RUANGAN RUMAH SAKIT  
MENGUNAKAN COMPUTATION FLUID DYNAMICS**

**SKRIPSI**

**Disusun dan diajukan oleh**

**BAGUS PANUNTUN**

**17650109**

**telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan untuk disusun  
menjadi skripsi**

**pada tanggal 28 Juli 2022**

**Pembimbing 1**

**Pembimbing 2**

**Althesa Androva, S.T., M.Eng.**

**Aan Burhanuddin, S.T., M.T.**

**NPP. 198505082015041002**

**NPP. 148301458**

**ANALISIS ALIRAN UDARA DALAM RUANGAN RUMAH SAKIT  
MENGUNAKAN COMPUTATION FLUID DYNAMICS**

**Disusun dan diajukan oleh**

**Bagus Panuntun**

**17650109**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji**

Ketua,

Dr. Slamet Supriyadi, M.Env. St.  
NIP. 195912281986031003

Penguji I,

Yuris Setyoadi, S.Pd., M.T  
NIP. 138201417

Penguji III,

Altesa Androva, S.T.M.Eng.

NIP. 148501427

Sekretaris,

Aan Burhanudin, S.T., M.T.  
NIP/NPP. 148301458

Penguji II,

Drs. Suheli, M.T.  
NIP. 155010507

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto:**

1. Hakikat hidup bukanlah apa yang kita ketahui, bukan buku buku yang kita baca atau kalimat-kalimat yang kita pidatikan, melainkan apa yang kita kerjakan, apa yang paling mengakar di hati, jiwa dan inti kehidupan kita.
2. Hidup ini bukan hanya sukses atau tidak, bukan menang atau kalah. Tapi hidup di dunia ini apakah mampu bertahan berjuang bergantung pada Allah dalam keadaan apapun.
3. Karyamu akan menempati bagian tersendiri dalam hidupmu.

### **Persembahan:**

Kupersembahkan Profosal ini untuk:

1. Allah SWT Pencipta alam semesta yang telah memberiku hidup dan berkah rizkinya.
2. Kedua orang tua ku Asnan Suryanto dan Tuniati tercinta, terimakasih atas dukungan dan pengorbananya sungguh cinta kasih yang tulus, doa serta kasih sayangnya tak akan pernah kulupakan. Bukan aku yang hebat melainkan orang tuakulah yang hebat.
3. Untuk seluruh keluargaku, dan saudaraku terimakasih doa dan dukunganya.
4. Teman-Teman seperjuangan Teknik Mesin 17A
5. Dosen Pembimbing yang telah membimbingku, dan telah memberi banyak ilmu pengetahuan, sehingga dapat merubah diriku jadi lebih baik dari sebelumnya.
6. Almamater tercinta Universitas PGRI Semarang.

## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bagus Panuntun

NPM : 17650109

Progdi : Teknik Mesin 17'A

Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan plagiarisme. Apabila pada kemudian hari skripsi ini terbukti hasil plagiarisme, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Semarang, 28 Juli 2022

Yang membuat pernyataan

Bagus Panuntun

NPM 17650109

## ABSTRAK

Berkembangnya industry global semakin pesat sehingga mengakibatkan pemanasan global yang berdampak pada alam seperti cuaca ektrim, sebagai contoh saat musim kemarau pada belahan bumi tertentu temperature udara dilingkungan menjadi lebih tinggi dengan kondisi ideal lingkungan. Pada umumnya penggunaan system pengkondisian udara ditunjukkan untuk meningkatkan kenyamanan pada suatu tempat, penggunaan air conditioner (AC) pada kurun waktu dua dekade terakhir khususnya pada daerah yang iklim tropis sebagai system pendingin. Tahap penelitian dilakukan degan dua tahap, Pertama melakukan simulasi computation fluid dynamics terhadap ruang kantor menstibusi kecepatan dan temperature udara serta modeling aliran dengan menggunakan viscous disetting k-epsilon dengan model Realizable untuk aliran bersifat turbulen. Peneliti ini bertujuan untuk melakukan modelling dan simulasi pada ruang Rumah sakit dan menganalisis distribusi udara dan temperatur untuk mengetahui karakteristik visualisasi pada ruangan (masalah kenyamanan dari segi termal ruangan) menggunakan CFD (Computation Fluid dynamics) dalam hal ini menggunakan program Flovent. Dapat diketahui untuk meakukan modelling dan simulasi ruang isolasi. Menggunakan modelling aliran turbulen dalam ruang isolasi, dengan kembalinya (*outlet*) didekat pasien menggunakan 2 (*outlet*) untuk mencegah terjadinya penularan infeksi dalam pencegahan penularan bakteri penyakit menular yang bayak terdapat gas kimia yang menulari lewat udara. Hasil dari menganalisis distribusi udara dengan temperature karakteristik visualisasi pada ruang isolasi adalah Aliran kecepatan udara dalam ruangan isolasi : 1 pasien = 13,8 m/s (1 tenaga medis 1 pasien) = 13,6 m/s memenuhi persyaratan yang dianjurkan dalam standar kenyamanan termal menurut SNI-03-6572-2001 dari hasil simulasi CFD ruang isolasi keduanya tidak jauh berbeda yang membedakan yaitu kecepatan udara didalam ruangan dengan adanya tambahan beban orang tenaga medis akibatnya kecepatan sedikit menurun dan hasil temperatur didalam ruang isolasi masih sama yaitu 33<sup>0</sup>k (24<sup>0</sup>c)

Kata kunci : Air conidisiner, Beban pendinginan, Computation fluid dynamics, Ruang kantor, Ruang Isolasi

## ABSTRAC

The development of global industry is growing rapidly, resulting in global warming which has an impact on nature such as extreme weather, for example during the dry season in certain hemispheres, the air temperature in the environment becomes higher with ideal environmental conditions. In general, the use of air conditioning systems is shown to increase comfort in a place, the use of air conditioners (AC) in the last two decades, especially in areas with tropical climates as a cooling system. The research phase was carried out in two stages, First, simulation of computational fluid dynamics on office space distribution of air velocity and temperature and flow modeling using viscous setting k-epsilon with Realizable model for turbulent flow. This researcher aims to do modeling and simulation in the hospital room and analyze the distribution of air and temperature to determine the characteristics of the visualization in the room (comfort problems in terms of room thermals) using CFD (Computation Fluid dynamics) in this case using the Flovent program. It can be used to do modeling and simulation of isolation rooms. Using turbulent flow modeling in an isolation room, with the return (outlet) near the patient using 2 (outlets) to prevent infection transmission in preventing the transmission of infectious disease bacteria that contain a lot of chemical gases that infect through the air. The results of analyzing the air distribution with the visualization characteristic temperature in the isolation room is the flow of air velocity in the isolation room: 1 patient = 13.8 m/s (1 medical worker 1 patient) = 13.6 m/s meets the recommended requirements in the comfort standard According to SNI-03-6572-2001, the results of the CFD simulation of the isolation room are not much different, the difference is the air speed in the room with the additional burden of medical personnel as a result, the speed slightly decreases and the temperature results in the isolation room are still the same, namely 33°k (240°c).

Keyword: Air conditioner, Cooling load, Computational fluid dynamics, Office space, Isolation room



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah – Nya, kepada kita semua dalam keadaan sehat wal’afiat sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi yang berjudul “Analisis Aliran Udara Dalam Ruang Rumah Sakit Menggunakan Computation Fluid Dynamic” ini disusun untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat memperoleh gelar sarjana teknik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan dan rintangan serta kesulitan – kesulitan. Namun berkat bimbingan, bantuan, nasihat, dan dorongan serta saran – saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kesempatan ini dengan tulus hati penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Muhdi, S.H., M.Hum. Rektor Universitas PGRI Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di Universitas PGRI Semarang.
2. Drs. Slamet Supriyadi, M.Env.St. Dekan Fakultas Teknik Dan Informatika yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian.
3. Aan Burhanudin, S.T., M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah menyetujui skripsi penulis.
4. Althesa Androva, S.T., M.Eng, Selaku Pembimbing I yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dengan penuh ketekunan dan kecermatan.
5. Drs. Slamet Supriyadi, M.Env.St. Selaku Pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh dedikasi yang tinggi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberi bekal ilmu kepada penulis selama belajar di Universitas PGRI Semarang.

Semarang, 28 Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
Disusun dan diajukan oleh Bagus Panuntun 17650109 .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA/TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.3 Hipotensi Penelitian.....	13
BAB III METODE PENELITIAN .....	15

3.1 Pendekatan Penelitian.....	15
3.2 Waktu Penelitian, dan Lokasi .....	15
3.3 Kerangka Pikir.....	16
3.4 Populasi dan Sempel.....	17
3.5 Variabel Penelitian .....	17
3.6 Prosedur Penelitian.....	17
<b>BAB IV ANALISIS PENELITIAN DAN PEMBAHASAN RUANG ISOLASI</b>	<b>28</b>
4.1 Pengertian Ruang Isolasi .....	28
4.2 Analisis Penelitian Manual .....	28
4.2 Prosedur Simulasi Ruang Isolasi dengan menggunakan program Fluent ...	44
4.3 Hasil Simulasi (CFD) dengan menggunakan program Fluent .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Geometri ruang kantor .....	20
Gambar 3. 2 Geometry .....	20
Gambar 3. 3 Program meshing ruang kantor .....	21
Gambar 3. 4 Meshing .....	22
Gambar 3. 5 Program setup ruang kantor .....	22
Gambar 3. 6 Setup .....	24
Gambar 3. 7 Diagram solution residuals .....	25
Gambar 3. 8 Diagram solution temperatur .....	25
Gambar 3. 9 Diagram solution person .....	25
Gambar 3. 10 Diagram solution flow rate .....	26
Gambar 3. 11 Solution velocity .....	26
Gambar 3. 12 Meshing .....	26
Gambar 3. 13 Result .....	27
Gambar 3. 14 Hasil simulasi ruangan kantor .....	27
Gambar 4. 1 Data bangunan gedung ruang isolasi .....	30
Gambar 4. 2 Fisik bangunan ruang isolasi .....	30
Gambar 4. 3 Diagram rekapitulasi beban1 pasien .....	42
Gambar 4. 4 Diagram rekapitulasi beban (1 tenaga medis 1 pasien) .....	42
Gambar 4. 5 Program mesing ruang isolasi .....	45
Gambar 4. 6 Program setup ruang isolasi .....	45
Gambar 4. 7 Geometri ruang isolasi .....	48
Gambar 4. 8 Grafik residual 1 pasien .....	49
Gambar 4. 9 Grafik residual (1 tenaga medis 1 pasien) .....	49
Gambar 4. 10 Mass flow rete 1 pasien .....	49
Gambar 4. 11 Mass flow rete (1 tenaga medis 1 pasien) .....	50
Gambar 4. 12 Grafik flow rete 1 pasien .....	50
Gambar 4. 13 Grafik flow rete (1 tenaga medis 1 pasien) .....	51

Gambar 4. 14 Kecepatan aliran udara 1 pasien .....	51
Gambar 4. 15 Kecepatan aliran udara (1 tenaga medis 1 pasien).....	52
Gambar 4. 16 Temperatur 1 pasien.....	53
Gambar 4. 17 Temperatur (1 tenaga medis 1 pasien) .....	53
Gambar 4. 18 Temperatur total 1 pasien.....	54
Gambar 4. 19 Temperatur total (1 tenaga medis 1 pasien) .....	54
Gambar 4. 20 Grafik perbandingan hasil simulasi CFD ruang isolasi .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi room.....	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi door .....	18
Tabel 3. 3 Spesifikasi light .....	18
Tabel 3. 4 Spesifikasi dimensi person.....	18
Tabel 3. 5 Dimensi table .....	19
Tabel 3. 6 Dimensi person computer (PC).....	19
Tabel 3. 7 Dimensi air conditioner (AC) .....	19
Tabel 4. 1 Aktivitas.....	29
Tabel 4. 2 Fisik bangunan gedung .....	29
Tabel 4. 3 Data fisik bangunan gedung.....	30
Tabel 4. 4 Jenis kaca .....	31
Tabel 4. 5 Spesifikasi door .....	31
Tabel 4. 6 Spesifikasi bed .....	31
Tabel 4. 7 Konservasi energi .....	31
Tabel 4. 8 Beban dinding sebelah timur .....	33
Tabel 4. 9 Material konstruksi .....	33
Tabel 4. 10 Rumus beban dinding .....	33
Tabel 4. 11 Perhitungan beban dinding .....	34
Tabel 4. 12 Beban partisi .....	34
Tabel 4. 13 Material konstruksi .....	34
Tabel 4. 14 Perhitungan beban partisi.....	35
Tabel 4. 15 Beban lantai.....	35
Tabel 4. 16 Material konstruksi .....	35
Tabel 4. 17 Perhitungan beban lantai.....	36
Tabel 4. 18 Atap .....	36
Tabel 4. 19 Material konstruksi .....	36
Tabel 4. 20 CLTD correction .....	36

Tabel 4. 21 Perhitungan beban atap.....	37
Tabel 4. 22 Beban kaca .....	37
Tabel 4. 23 Rumus konduksi kaca .....	37
Tabel 4. 24 Perhitungan radiasi kaca .....	38
Tabel 4. 25 Perhitungan beban orang .....	38
Tabel 4. 26 Perhitungan beban lampu.....	39
Tabel 4. 27 Perhitungan beban infiltrasi .....	39
Tabel 4. 28 Perhitungan beban ventilasi .....	40
Tabel 4. 29 Rekapitulasi beban pendingin .....	40
Tabel 4. 30 Perbandingan hasil simulasi CFD ruang isolasi.....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Percobaan awal simulasi ruang kantor .....	61
Lampiran 1. 2 Evaluasi dan validasi ruang kantor .....	61
Lampiran 1. 3 Hasil simulasi (CFD) ruang kantor .....	63
Lampiran 2. 1 Percobaan kedua ruang isolasi .....	64
Lampiran 2. 2 Evaluasi dan validasi ruang isolasi .....	66
Lampiran 2. 3 Hasil simulasi (CFD) ruang isolasi .....	68



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berkembangnya industry global semakin pesat sehingga mengakibatkan pemanasan global yang berdampak pada alam seperti cuaca ektrim, sebagai contoh saat musim kemarau pada belahan bumi tertentu temperature udara dilingkungan menjadi lebih tinggi dengan kondisi ideal lingkungan. Meningkatkan suhu bumi akibat pemanasan global mengakibatkan kecenderungan manusia berbagai negara untuk menciptakan rekayasa pengkondisian udara guna memperoleh temperatur nyaman dalam ruangan diarea kerja, lingkungan yang nyaman diarea kerja diharapkan mampu meningkatkan kinerja sehingga dapat menyelesaikan tugas-tugas dengan baik.

Pada umumnya penggunaan system pengkondisian udara ditunjukkan untuk meningkatkan kenyamanan pada suatu tempat, penggunaan air conditioner (AC) pada kurun waktu dua dekade terakhir khususnya pada daerah yang iklim tropis sebagai system pendingin. Pada penerapan air conditioner (AC) banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk system pengkondisian udara ruangan seperti didalam gedung, rumah sakit, kantor khususnya serta bangunan lain karena berkaitan dengan kenyamanan suatu ruangan.

Sebagian besar manusia modern saat ini masih tergantung pada penggunaan air conditioner (AC) untuk mengatasi masalah tersebut. Selain praktis penggunaan air conditioner (AC) dinilai cukup efektif untuk menurunkan temperature udara secara cepat dalam ruangan. Namun disisi lain penggunaan system pengkondisian udara pada suatu ruangan ada beberapa masalah yang terjadi sehingga air conditioner (AC) didalam ruangan tidak bekerja secara optimal. Hal ini dikarenakan berbagai sebab seperti, penempatan air conditioner (AC) pada ruangan, sudut penyemprotan udara inlet yang kurang tepat, untuk kerja atau performasi air conditioner (AC) yang tidak maksimal

sebagai akibat kebocoran system air conditioner (AC) yang menyebabkan terlepasnya refrigerant di udara bebas.[1]

Seiring dengan perkembangannya teknologi penelitian tentang distribusi temperature dan pola aliran udara dalam suatu ruangan dapat dilakukan dengan metode simulasi. Simulasi merupakan metode yang dilakukan untuk dalam perencanaan atau rancangan sebuah benda atau sebuah system sebelum dibuat benda yang sebenarnya. Manfaat dari simulasi yaitu tidak meninggalkan limbah material berbeda dengan cara ekperimen langsung, biaya penelitian lebih sedikit karena pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan computer, proses perbaikan jika terjadi kesalahan lebih mudah tanpa harus membuat barang uji yang baru. Software yang umum dipake adalah ANSYS, hasil simulasi ini akan memberikan hasil laporan tentang hal apa yang kita inginkan sesuai dengan parameter yang dimasukan sebelum simulasi dijalankan.[2]

Pada kesempatan ini peneliti melakukan analisis aliran udara pada ruangan rumah sakit dengan menggunakan metode computation fluid dynamic (CFD) menggunakan analisis numeric yaitu control volume sebagai elemen dari integrasi persamaan yang terdiri atas persamaan keseimbangan massa, momentum dan energy, sehingga penyelesaian persamaan untuk benda 2 (dua) atau (tiga) 3 dimensi lebih cepat dan dapat dilakukan secara silmutan/bersamaan. Dalam hal ini software yang digunakan dalam computation fluid dynamics (CFD) untuk menyelesaikan permasalahan aliran udara dan perpindahan kalor pada ruangan ialah program flovent.[3]

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang yang ditulis identifikasi yang dijadikan bahan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Laju aliran fluida dalam ruangan
2. Menganalisis desain ruangan yang efisien
3. Menganalisis aliran yang terjadi dalam ruangan

4. Untuk mempelajari simulasi pemodelan aliran dan temperatur serta kenyamanan dalam ruangan

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Lakukan simulasi dengan pemodelan distribusi udara dan temperature dengan objek yang menjadi penelitian adalah ruangan *Rumah sakit* menggunakan air conditioner (AC). Berdasarkan pengambilan data input program computation fluid dynamics (CFD) sesuai perhitungan

### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah diatas, dapat dibuat rumus masalah sebagai berikut

1. Bagaimana rancang bangun ruangan rumah sakit untuk bisa menghasilkan aliran fluida turbulen yang efisien
2. Bagaimana simulasi aliran turbulen dan temperature serta kenyamanan dalam ruangan

### **1.5 Tujuan Penelitian**

1. Melakukan modeling dan simulasi pada ruang isolasi dengan air conditioner (AC) jenis split duct menggunakan ruangan bervolume  $144,3 \text{ m}^3$
2. Menganalisis distribusi udara dan temperatur untuk mengetahui karakteristik visualisasi pada ruangan (masalah kenyamanan dari segi termal ruangan) menggunakan CFD (Computation Fluid dynamics) dalam hal ini menggunakan program fluent

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut

1. Bagi mahasiswa

Diharapkan menulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahami konsep kerja dari hasil yang dilakukan penulis

2. Bagi perguruan tinggi

Simulasi computation fluid dynamics (CFD) dalam hal ini dapat bermanfaat untuk membantu menganalisis proses aliran fluida dalam ruangan dan sebagai bahan pustaka dilingkungan Universitas PGRI Semarang khususnya di program study teknik mesin

3. Bagi masyarakat

Sebagai referensi simulasi computation fluid dynamics (CFD) dalam ruangan serta pengembangan selanjutnya pada penelitian yang memiliki tema yang sama dengan penelitian ini

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA/TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Kegiatan manusia dirumah sakit lebih banyak dihabiskan didalam ruangan, oleh sebab itu manusia membutuhkan sebuah kenyamanan didalam bangunan terkhusus dalam ruangan untuk melakukan aktifitas dengan baik, tenang, dan nyaman. Pada umumnya orang-orang menghabiskan waktunya (lebih dari 90%) didalam ruangan, sehingga membutuhkan udara yang nyaman dalam ruangan tempat beraktifitas, oleh karena itu kecepatan udara yang baik dalam ruangan sangat bermanfaat.

Dunia modern memungkinkan terjadinya peningkatan proporsi tenaga kerja yang bekerja di dalam rumah sakit. Ketika kecenderungan ini berlanjut, paparan lingkungan rumah sakit akan sangat mempengaruhi kesehatan dan produktivitas pekerja. Beberapa pekerja rumah sakit mungkin merasa lega saat masuk ke dalam ruangan berpendingin dan berhenti menghirup asap dari luar. Tanpa disadari, udara yang mereka hirup di dalam rumah sakit mungkin lebih berbahaya bagi kesehatannya. Situasi dimana penghuni gedung mengeluhkan masalah kesehatan dan kenyamanan yang timbul saat berada dalam suatu bangunan, Saat produktivitas pekerja menurun maka timbul permasalahan besar lainnya seperti turut menurunnya profit dan kepuasan klien di sebuah institusi. Rumah sakit sebagai salah satu institusi kesehatan sudah sepatutnya menyadari bahwa lingkungan ruangan sangat mempengaruhi kesehatan para pekerjanya, karena selain sebagai wahana penyembuhan bagi para pasiennya, diharapkan juga mampu mencegah berbagai masalah kesehatan yang mungkin timbul pada seluruh pekerjanya selama berada di rumah sakit sebagai lingkungan kerjanya[4]

Secara geografis Indonesia berada dalam garis khatulistiwa atau tropis, namun secara thermis (suhu) tidak semua wilayah Indonesia merupakan daerah tropis. Daerah tropis menurut pengukuran suhu adalah daerah tropis dengan

suhu rata-rata 20 °C, sedangkan rata-rata suhu di wilayah Indonesia umumnya dapat mencapai 35 °C dengan tingkat kelembaban yang tinggi, dapat mencapai 85% (iklim tropis panas lembab). Keadaan ini terjadi antara lain akibat posisi Indonesia yang berada pada pertemuan dua iklim ekstrim (akibat posisi antara 2 benua dan 2 samudra), perbandingan luas daratan dan lautannya, dan lain-lain. Kondisi ini kurang menguntungkan bagi manusia dalam melakukan aktifitasnya sebab produktifitas kerja manusia terlalu panas. Suhu nyaman thermal untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8 °C - 25,8 °C dengan cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau kelembaban 70%. Langkah yang paling mudah untuk mengakomodasi kenyamanan tersebut adalah dengan melakukan pengkondisian secara mekanis (penggunaan AC) upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan thermal suatu ruangan. [5]

Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/X/2004 yaitu udara di dalam ruang rawat harus bebas kuman patogen dan kadar debu (particulate matter) berdiameter kurang dari 10 micron dengan rata-rata pengukuran 8 jam atau 24 jam tidak melebihi 150 µg/m<sup>3</sup> dan tidak mengandung debu asbes, persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit bahwa suhu udara untuk ruang rawat inap adalah 22-24 °C dan tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit bahwa kelembaban udara untuk ruang rawat inap adalah 45-60%. [6]

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Pengertian umum air conditioner (AC)**

Air conditioner (AC) didalam mesin yang dibuat untuk menstabilkan suhu dan kelembapan udara di suatu ruangan. Alat ini digunakan untuk mendinginkan atau memanaskan, tergantung kebutuhan. Namun air conditioner (AC) sering disebut pendingin udara karena lebih banyak digunakan untuk menyejukkan ruangan.

Meski air conditioner (AC) adalah produk teknologi moderen, konsep pendingin udara sudah dikenal sejak abad pertengahan, yaitu pada masa romawi kuno dan Persia. Willis Haviland Carrier menjadi orang pertama yang menemukan air conditioner (AC) modern berskala besar yang menggunakan energy listrik pada tahun 1902.

### 2.2.2 Koefisien Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari cara untuk meramalkan perpindahan (distribusi) energy berupa panas yang terjadi adanya perbedaan temperatur antara benda atau material.

Perpindahan panas dapat dibagi tiga macam, yaitu perpindahan panas secara konduktif, konveksi, dan radiaktif.

1. Perpindahan panas konduktif (konduktif heat transfer) adalah perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas melalui kontak (sentuh) pada perpindahan panas secara konduktif terjadi diantaranya pada (dinding computer, dinding meja, dan bangunan dsb) perpindahan panas konduktif dipengaruhi oleh konduktifitas, suhu lingkungan, tebal bahan dan waktu. Semakin besar nilai konduktifitasnya, bahan tersebut semakin cepat merambat panas
2. Perpindahan panas konveksi (convective heat transfer) adalah perpindahan panas dari benda lebih panas ke benda yang kurang panas melalui aliran angin (atau zat alir lainnya) pada perpindahan panas secara konveksi terjadi diantaranya pada atap bangunan, manusia, lantai, bangunan penompangnya seperti dinding meja, dinding computer peralatan lain serta aliran udara yang masuk dan keluar melalui ventilasi. Perpindahan panas secara konveksi dipengaruhi oleh koefisien konveksi udara, suhu lingkungan, luas daerah konveksi. Semakin besar nilai koefisien konveksi maka akan semakin cepat keseimbangan panas dalam ruangan
3. Perpindahan panas radiaktif (radiactive heat transfer) adalah perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas dengan cara pancaran, pada perpindahan panas secara radiaktif terjadi diantara radiasi

yang dipancarkan oleh matahari, manusia, dinding computer dan bangunan itu sendiri satu sama lain terhadap lingkungan di sekitarnya. Perpindahan panas secara radiasi dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari atau bahan dan suhu lingkungan. Panas lainnya yang ditimbulkan oleh penghuni atau peralatan yang ada didalam bangunan/ruangan juga harus dapat diperitungkan.

### 2.2.3 Kenyaman Termis (*thermal comfort*)

#### 1. Penjelasan Umum

Dalam bahasa inggris kata comfort (nyaman) untuk diartikan sebagai bebas dari rasa sakit atau bebas dari masalah, sedangkan pengertian kenyamanan thermis (suhu) yaitu suatu kondisi perasaan (merasa tidak kepanasan atau kedinginan serta perasaan yang tidak menyebabkan ketidaknyamanan). Dalam pikiran manusia yang menggambarkan kepuasan terhadap lingkungan thermis disekelilingnya. Kenyamanan dan perasaan nyaman adalah penilaian konprehensif seseorang terhadap lingkungannya. Oleh karena itu, kenyamanan tidak dapat diwakilkan oleh satu angka (parameter atau faktor) tunggal. Melainkan banyak faktor untuk dapat menilai terhadap kondisi tersebut dan juga lebih menyangkut pada penghuni bukan bangunannya.

Dalam kondisi normal terhadap daerah suhu dimana manusia tidak memerlukan usaha apapun, seperti halnya menggigil atau mengeluarkan kerigat, dalam rangka mempertahankan suhu tubuhnya agar tetap berkisar pada 30<sup>0</sup>C. Daerah suhu ini yang kemudian disebut dengan suhu netral atau nyaman. Dinyatakan bahwa suhu nyaman diperlukan manusia untuk mengoptimalkan untuk produktifitas kerja. Dan karena tubuh manusia memiliki variasi antara satu dengan lainnya seperti halnya gemuk, kurus, kekar dsb, ada kecenderungan bahwa suhu nyaman yang dimiliki tiap-tiap individu berbeda, untuk itu secara teori tidak akan pernah terjadi bahwa sekelompok manusia dapat merasakan nyaman seluruhnya apabila ditempatkan dalam suatu ruangan yang memiliki suhu yang sama.



## 2. Faktor yang mempengaruhi terhadap kenyamanan thermis

Dalam penelitian tentang kenyamanan thermis, menurut teori fanger dinyatakan bahwa kondisi kenyamanna thermis (empat faktor iklim/lingkungan dan dua factor manusia /individu). Faktor iklim/lingkungan yang mempengaruhi terdiri dari suhu udara, kelembapan udara, serta suhu rata-rata permukaan ruang (Mean Surface Radiant Temperature), sedangkan factor manusia/individu yang menentukan keadaan suhu nyaman yaitu laju metabolisme (jenis aktifitas) manusia tersebut dan jenis pakaian yang dikenakan.

Namun kenyamanan dan perasaan nyaman adalah penelitian komprehensif seseorang terhadap ligkungannya. Oleh karena itu, kenyamanan tidak dapat diwakili oleh satu angka (parameter atau faktor) tunggal, melainkan banyak faktor untuk dapat menilai terhadap kondisi tersebut agar kondisi nyaman terpenuhi diantaranya parameter-prameter lain yang mempengaruhi yaitu aliran/pergerakan udara, kualitas udara, suara/kebisingan, bau, pencahayaan, pengaruh radiasi, area dimana berada, bahwa material yang digunakan, tata letak peralatan dan kontruksi, jumlah sumber panas yang didalam ruangan tersebut dsb.

## 3. Pengukuran tingkat kenyamanan thermis

Untuk mengukur atau menilai dalam menyatakan tingkat kenyamanan thermis suatu kondisi thermis tertentu ukuran (index) atau parameter (suatu satuan/besar (unit) dalam bentuk angka atau skala dengan yang dapat digunakan untuk perkiraan (prediksi) dan mewakili ukuran rasa (sensasi) thermis yang dialami sesorang atau kelompok orang dalam ruangan atau ligkungan thermis tertentu).

#### 2.2.4 Computation Fluid Dynamics (CFD)

Computation fluid dynamics (CFD) adalah metode perhitungan dengan sebuah kontrol dimensi, luas dan volume dengan memanfaatkan bantuan komputasi komputer untuk melakukan hitungan pada tiap-tiap elemen pembagiannya. Prinsipnya adalah suatu ruang yang berisi fluida yang akan dilakukan perhitungan dibagi-bagi menjadi beberapa bagian, hal ini sering disebut dengan sel dan prosesnya dinamakan meshing. Bagian-bagian yang terbagi tersebut merupakan sebuah kontrol perhitungan yang akan dilakukan aplikasi, kontrol-kontrol perhitungan lainnya merupakan pembagian ruang yang disebut meshing. Nantinya, pada setiap titik kontrol perhitungan akan dilakukan perhitungan oleh aplikasi dengan batasan domain dan boundary condition yang telah ditentukan, prinsip inilah yang banyak dipakai pada proses perhitungan dengan menggunakan bantuan komputasi komputer.

Proses simulasi computation fluid dynamics (CFD) pada umumnya terdapat tiga tahap yang harus dilakukan simulasi pada solver computation fluid dynamics (CFD), yaitu sebagai berikut.

1. Preprocessing

Hal ini merupakan langkah pertama dalam membangun dan menganalisis sebuah model dalam paket CAD (Computer Aided Design), membuat *mesh* yang sesuai, kemudian menerapkan kondisi batas dan sifat-sifat fluidanya

2. Solving

Solvers (program ini mencari solusi) computation fluid dynamics (CFD) menghitung kondisi-kondisi yang diterapkan saat preprocessing

3. Post processing

Hal ini adalah langkah terakhir dalam analisis computation fluid dynamics (CFD). Hal yang dilakukan pada langkah ini adalah mengorganisasi dan menginterpretasi data hasil simulasi computation fluid dynamics (CFD) yang bisa berupa kurva, gambar, dan animasi.

Beberapa prosedur yang digunakan pada semua pendekatan program computation fluid dynamics (CFD), yaitu sebagai berikut :

1. Pembuatan geometri dari model atau problem
2. Bidang atau volume yang diisi fluida dibagi menjadi sel-sel kecil (mesing)
3. Pendefinisian model fisiknya, misal persamaan-persamaan gerak + entalpi + konveksi spesies (zat-zat yang didefinisikan biasanya berupa komponen dari suatu reaktan)
4. Pendefinisian kondisi-kondisi batas, termasuk didalam sifat-sifat dan perilaku dari batas-batas model atau problem, untuk kasus transien, kasus awal juga didefinisikan
5. Persamaan-persamaan matematika yang membangun computation fluid dynamics (CFD) diselesaikan secara interaktif, bias dalam kondisi tunak (stady state) atau transien
6. Analisis dan visualisasi dari dari computation fluid dynamics (CFD)

#### 2.2.5 Program yang digunakan dalam computation fluid dynamics (CFD)

Ada beberapa program yang digunakan dalam computation fluid dynamics (CFD) untuk menyelesaikan permasalahan aliran udara dan temperatur (Fluent, Efd, Pheonics, Comis dsb) pada bangunan, yaitu dalam hal ini penelitian ini menggunakan program fluent.

Flovent adalah program computer yang digunakan teknik CFD untuk menganalisis dan memprediksinya serta menyelesaikan distribusi/pergerakan aliran udara (yang disebabkan factor angin, termal/buoyancy, bentuk, dan peralatan yang digunakan) dan perpindahan kalor (perbedaan temperature sumber/benda, konduksi, konveksi, dan radiasi) suatu bangunan dalam dua atau tiga dimensi, dengan fluent dapat memberi kecepatan, keakuratan, keefektifan, dan biaya yang murah dalam prediksi lingkungan termal dalam dan luar bangunan, sebagai alternative atau penambahan percobaan fisik dibandingkan dengan metode eksperimen.

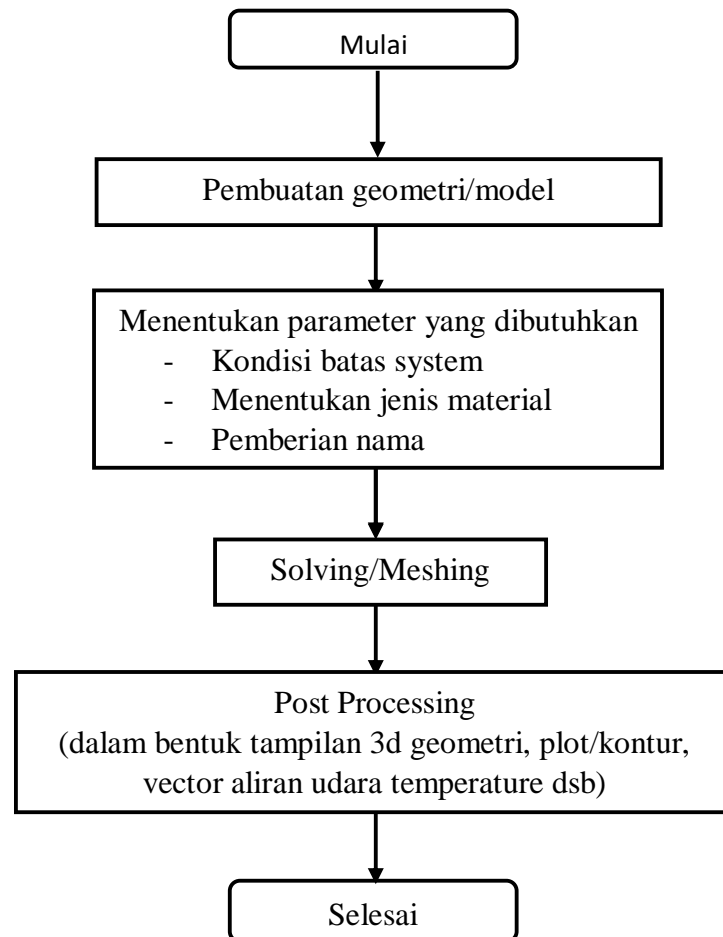
### 2.2.6 Aliran Laminar dan Turbulen

Aliran suatu fluida jika dibedakan pada karakteristik internal aliran dapat dibedakan menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. Umumnya klasifikasi ini bergantung pada gangguan-gangguan yang dapat dialami suatu aliran yang mempengaruhi gerak partikel-partikel fluida tersebut. Jika aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan (lamina-lamina) garis-garis aliran yang tidak berpotongan satu sama lain disebut laminar. Dalam hal ini viskositas berfungsi untuk meredam kecenderungan terjadi gerak relative antar lapisan.

Sedangkan aliran turbulen aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran antar partikel lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari suatu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulen yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian-kerugian aliran

## 2.3 Hipotensi Penelitian

### 2.3.1 Skema alir diagram simulasi pada fluent



Pada dasarnya tahap ini dilakukan yaitu menentukan geometri yang akan diproses atau disimulasikan pada computation fluid dynamics (CFD) dalam hal ini digunakan program fluent. Pembuatan geometri dengan cara membuat langsung deprogram fluent tersebut setelah geometri jadi lalu selanjutnya menentukan parameter-parameter yang diperlukan setelah itu baru proses terhadap hasil yang dibuat. Hasil simulasi tersebut diataranya berupa tampilan geometri, plot/contour dan vector aliran udara,kecepatan udara dan temperature dsb.

Pada tahap ini dilakukan simulasi pada ruangan kantor lalu dilanjutkan ruangan rumah sakit dengan pembuatan geometri atau model menggunakan program flovent.

### 2.3.2 Percobaan Permasalahan

Langkah dari awal percobaan software Computation Fluid Dynamics (CFD) dengan melakukan percobaan sebagai berikut :

1. Melakukan percobaan computation fluid dynamics (CFD) ruangan Kantor dengan menggunakan program fluent
2. Melakukan percobaan computation fluid dynamics (CFD) ruangan Rumah sakit dengan menggunakan program fluent.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam skripsi ini yaitu pengambilan data di software Computation Fluid Dynamics (CFD) untuk mendapatkan geometri ruangan, material dan spesifikasi peralatan yang digunakan, mengukur kecepatan aliran udara, mengukur temperature aliran udara, mengukur kelembapan yang nanti akan dilakukan tahap lebih lanjut yaitu persimulasian obyek penelitian tersebut dan menggunakan program fluent, Tujuan persimulasi ini untuk mengetahui karakteristik fisualisasi yaitu bagaimana arah dan laju serta pola atau distribusi aliran udara, distribusi temperature, kelembapan udara, pada obyek penelitian tersebut sebagai validasi dari data yang telah diambil, berkas penelitian ini yaitu Melakukan simulasi dan modelling distribusi udara dan temperature pada objek penelitian tersebut.

#### **3.2 Waktu Penelitian, dan Lokasi**

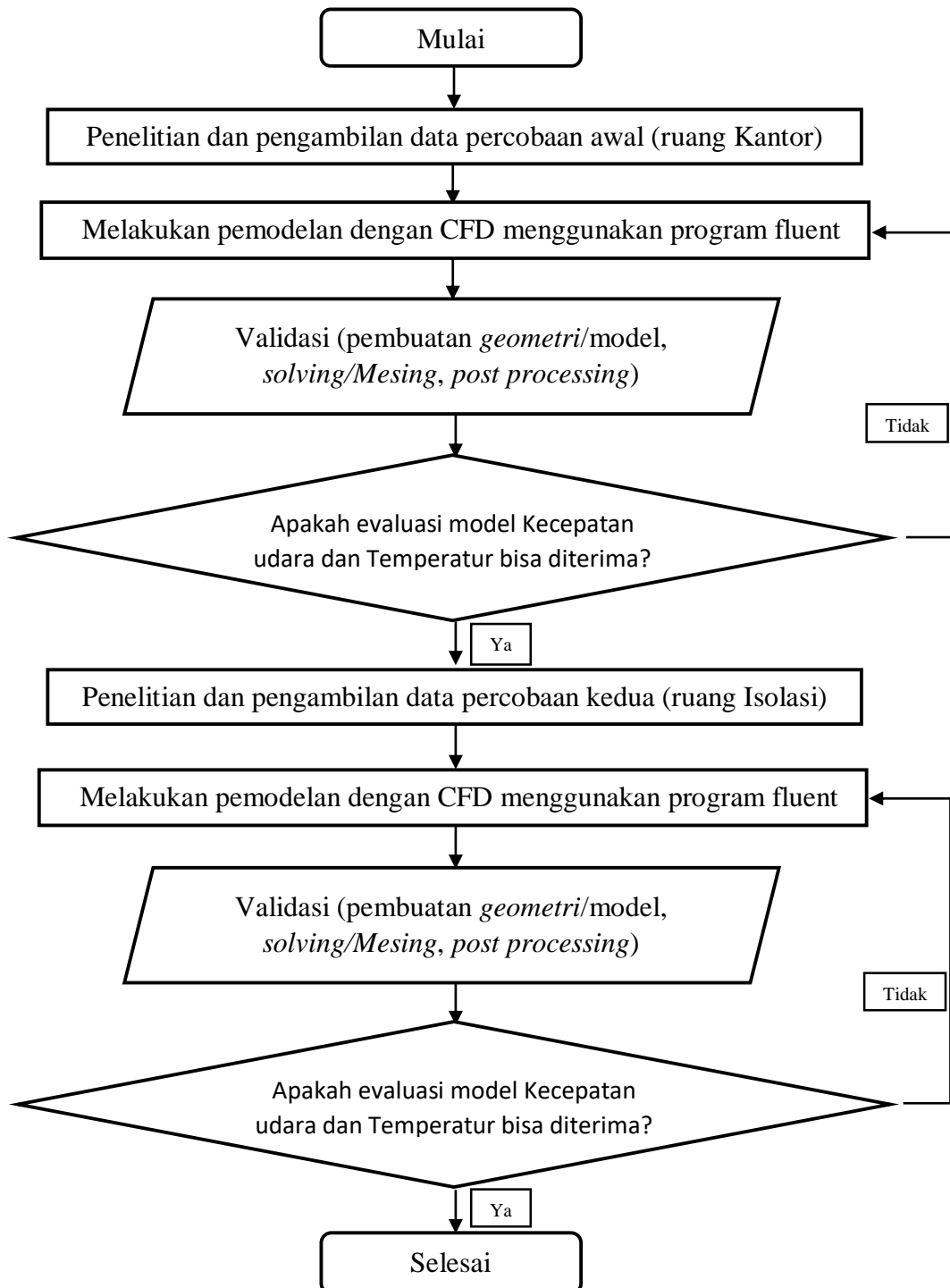
Waktu penelitian atau pengambilan data yaitu pada 17 Desember 2021 lokasi Rumah sakit Paru Dr.Ario Wirawan. Jalan Hasanudin No.806, Mangunsari Kecamatan Sidomukti Kota Salatiga, Jawa tengah. peneliti dilaksanakan dikampus 3 Universitas PGRI Semarang dijalan Pawiyatan Luhur III Nomer 1, Bendan Duwur, Gajah mukur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50233.

#### **3.3 Peralatan dan Alat Ukur**

1. Anometer, mengukur laju kecepatan aliran udara serta temperatur udara
2. Meteran, untuk lokasi pengambilan data dan geometri ruangan
3. Personal computer, dengan program fluent untuk menggambar modeling dan simulasi objek penelitian tersebut

### 3.3 Alir Kerangka Pikir

Diagram alir kerangka pikir analisis udara dalam ruangan Rumah sakit menggunakan simulasi computation fluid dynamics (CFD) dengan penelitian aplikasi HVAC dirumah sakit, ruang Kantor dan ruang Isolasi





### **3.4 Populasi dan Sempel**

Populasi adalah keseluruhan subjek peneliti.[7] Sempel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi tersebut.[8] Yang menjadi populasi dipenelitian ini adalah menganalisis aliran udara dalam ruangan Rumah sakit sedangkan yang menjadi sampel dalam penelitian ini hasil fluida yang terjadi pada ruangan Rumah sakit.

### **3.5 Variabel Penelitian**

Variabel merupakan suatu yang menjadi objek pengamatan, sering disebut sebagai factor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti. Variabel merupakan objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu peneliti.[9] Dari devinisi diatas dapat disimpulkan bahwa variable merupakan suatu objek yang akan diteliti dan dapat diketahui pengaruh pada objek.

Pada penelitian ini menggunakan dua variable yaitu bebas (independent) dan variable terikat (dependet). Adapun penjelasan dari dua variable sebagai berikut

#### 1. Variabel bebas (independent)

- a. Variabel bebas terhadap peneliti ruangan kantor dan rumah sakit digunakan laptop untuk mensimulasikan dan mengambil data
- b. Menggunakan air conditioner (AC) sebagai letak inlet untuk mensimulasikan udara dalam ruangan

#### 2. Variabel terikat (Dependent)

Untuk mengetahui letak dampak terjadinya aliran pada ruangan yang dihasilkan dari memodifikasi hasil data simulasi computational fluid dynamics (CFD).

### **3.6 Prosedur Penelitian**

1. Penelitian ini dimulai dengan pengukuran, dimana ruangan tersebut memiliki Dimensi *room*, Dimensi *door*, dan Dimensi *light*

Tabel 3. 1 Spesifikasi *room*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>room</i>	5500 mm
Lebar <i>room</i>	7500 mm
Tinggi <i>room</i>	3500 mm

Tabel 3. 2 Spesifikasi *door*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>door</i>	1500 mm
Lebar <i>door</i>	50 mm
Tinggi <i>door</i>	2000 mm
Jumlah <i>door</i>	1 Buah

Tabel 3. 3 Spesifikasi *light*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>light</i>	500 mm
Lebar <i>light</i>	2000 mm
Tinggi <i>light</i>	50 mm
Jumlah <i>light</i>	1 Buah

2. Peralatan yang ada didalam ruangan dimana peralatan tersebut memiliki Dimensi person, Dimensi table, Dimensi personal computer (PC), Dimensi air conditioner (AC)

Tabel 3. 4 Spesifikasi dimensi *person*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>person</i>	250 mm
Lebar <i>person</i>	500 mm
Tinggi <i>person</i>	1600 mm
Jumlah <i>person</i>	4 Buah

Tabel 3. 5 Dimensi *table*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>table</i>	1800 mm
Lebat <i>table</i>	700 mm
Tinggi <i>table</i>	900 mm
Jumlah <i>table</i>	4 Buah

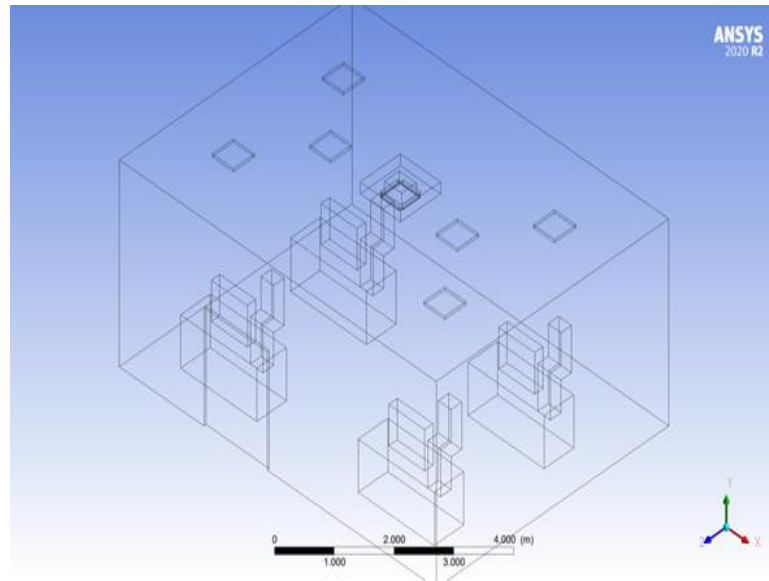
Tabel 3. 6 Dimensi *person computer (PC)*

Dimensi	Ukuran
Panjang PC	850 mm
Lebar PC	950 mm
Tinggi PC	200 mm
Jumlah PC	4 Buah

Tabel 3. 7 Dimensi *air conditioner (AC)*

Dimensi	Ukuran
Panjang AC	950 mm
Lebar AC	950 mm
Tinggi AC	200 mm
Jumlah AC	1 Buah

3. Proses pembuatan geometri untuk mensimulasikan ruangan pada Ansys flovent susai dengan dimensi pengukuran



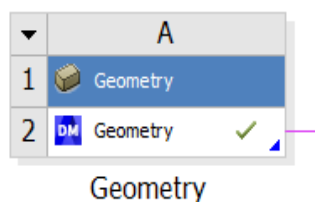
Gambar 3. 1 Geometri ruang kantor

4. Pemberian nama sesuai desai geometri untuk membedakan memasukan parameter-parameter yang dibutuhkan, pada tahap ini perintah yang digunakan adalah
  - a. Pilih face model
  - b. Klik kanan
  - c. Create named selection

Setelah selesai lalu save model dengan menggunakan format space claim.

Jika sudah maka exit geometri maka tampilan awal geometri akan ada tanda

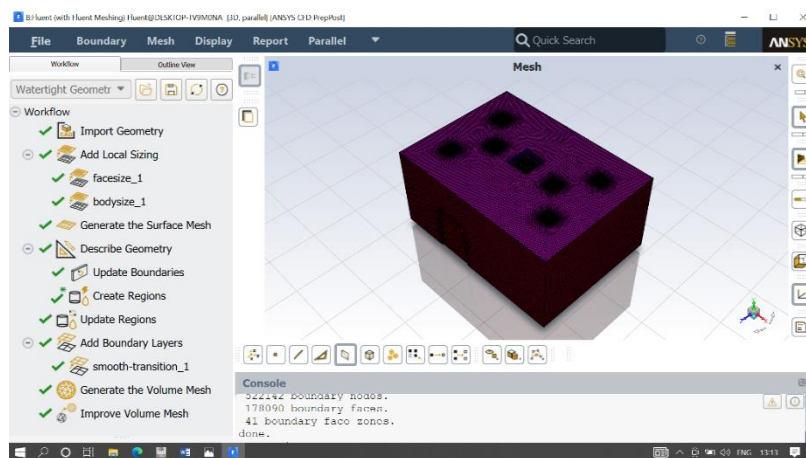
√. Jika model terjadi kesalahan tanda yang akan muncul adalah x.



Gambar 3. 2 Geometry

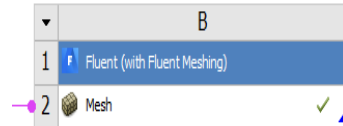
5. Proses meshing pada ansys ini adalah untuk membagi bagian-bagian pada desain geometri ruang kantor pada tahap ini perintah yang digunakan adalah
  - a. Import geometry untuk masukan desain geometri pilih yes
  - b. Add local sizing dengan menggunakan dua sizing dan masukkan bagiannya
    - 1) Face size 1 – 0.02m
    - 2) Body size 1 – 0.07m
  - c. Create surface mesh memasukan parameter batas minimum size yaitu 0.005 sedangkan maksimum size 0.07
  - d. Describe geometri memilih jenis geometri yang akan dimeshing
  - e. Update boundaries pilih bagian-bagian pada desain yang akan dimasukan pada penelitian untuk proses mesing
  - f. Create regional dengan estimated number of flui regional 1
  - g. Update regional pilih bagian Regional name solid lalu Regional tipe menggunakan fluid
  - h. Add boundary layers pilih bagian-bagian pada desain yang akan dimasukan pada penelitian untuk proses meshing
  - i. Create volume mesh menggunakan tipe meshing Poly-hexcore dengan maksimal cell legth 0.16
  - j. Impove volume mesh dengan Cell quality limit 0,5

Maka hasil dari mesh seperti pada gambar ini



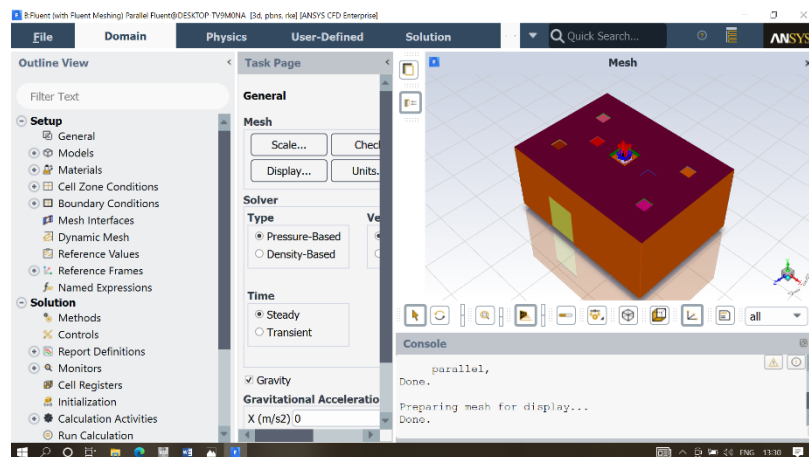
Gambar 3. 3 Program meshing ruang kantor

Jika sudah maka exit Mesh maka tampilan awal Mesh akan ada tanda  $\checkmark$ , jika model terjadi kesalahan pada mesh atau penentuan face maka tanda yang akan muncul adalah  $x$ .



Gambar 3. 4 Meshing

6. Setup merupakan tahapan yang dilakukan setelah mesh berhasil dilakukan. Setup adalah tahap tentang penentuan yang berkaitan pada simulasi ini. Pada setup ini yang digunakan untuk memvalidasi dengan perhitungan CFD.



Gambar 3. 5 Program setup ruang kantor

a. General

Simulasi ini menggunakan metode solusi default berdasarkan tekanan. Kemudian untuk velocity formulation menggunakan absolute. Aliran dalam sistem ini bersifat Steady. Menggunakan gravity Y, -981 (m/s<sup>2</sup>)

b. Model

Pada tahap ini energy disetting on karena simulasi ini memerlukan penghitungan energi dalam prosesnya. Selanjutnya untuk viscous disetting menggunakan k-epsilon dengan model Realizable.

Pada kasus simulasi ini, k-epsilon dipilih karena dapat menampilkan hasil simulasi yang lebih baik dibanding dengan model yang lainnya dan cocok untuk aliran yang bersifat turbulence.

c. Material

Material yang digunakan untuk simulasi ini terbagi kedalam dua jenis, yaitu solid dan fluid. Material solid yang digunakan adalah Aluminium sedangkan untuk fluidanya menggunakan Air.

d. Boundary conditions

Tahap ini merupakan proses untuk memberikan kondisi batas berupa data yang dibutuhkan pada simulasi ini. Data yang dibutuhkan sebagai berikut

- 1) Inlet (1,2,3,4) dengan velocity magnitude 2.5 (m/s) dan temperature 14.5 (c)
- 2) Ligh (1,2,3,4,5,6) dengan heat flux 120 (w/m<sup>2</sup>) dan internal emissivity 0.85
- 3) Wall computer (1,2,3,4) dengan heat flux 180 (w/m<sup>2</sup>) dan internal emissivity 0.9
- 4) Wall person (1,2,3,4) dengan heat flux 60 (w/m<sup>2</sup>) dan internal emissivity 0,98
- 5) Wall outer menggunakan interval emissivity 0.85

e. Reference methods

Solusi mentods adalah untuk masalah-masalah dimana simulasi tidak dapat menyelesaikannya, data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah

- 1) Pressure-velocity coupling menggunakan scheme coupled
- 2) Spatial discretization menggunakan momentum scheme couped
- 3) Pressure menggunakan second order
- 4) Momentum menggunakan second order upwind
- 5) Turbulent kinetic energy menggunakan second order upwind
- 6) Turbulent issipation rate menggunakan second order upwind
- 7) Energy menggunakan second order upwind
- 8) Disscrate ordinates menggunakan second order upwind

f. Report Definition

Merupakan catatan akhir berupa grafik dalam penelitian, data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah

- 1) Mengedit surface report definition dengan name person menggunakan field variable adalah temperature dan surfaces adalah wall person (1,2,3,4)
- 2) Mengedit surface report definition name flow rate menggunakan surface adalah inlet (1,2,3,4)
- 3) Mengedit volume report definition dengan name temperature menggunakan field variable adalah temperature dan cell zones adalah solid
- 4) Mengedit volume report definition dengan name velocity menggunakan field variable velocity magnitude dan cell zones adalah solid

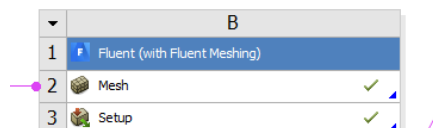
g. Intialization

Intialization adalah melakukan proses simulasi awal dengan initialization menthonds adalah hybrid initialization lalu simulasi

h. Run caculation

Pada proses ini akan dilakukan iterasi hingga terjadi konvergensi. Number of Iteration adalah jumlah maksimal literasi yang ditentukan untuk satu time step adalah number of iteration adalah 2000 dan time scale factor adalah  $1e-5$

Jika sudah maka exit Setup maka tampilan awal Setup akan ada tanda  $\checkmark$ ,



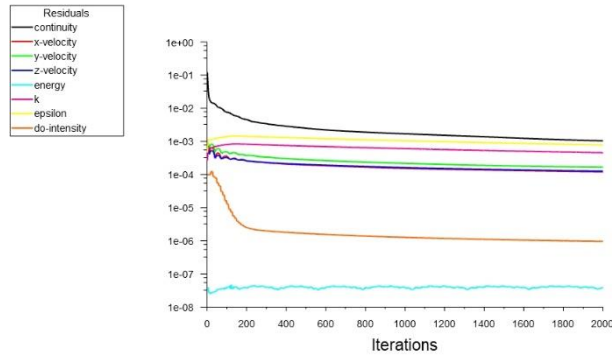
Gambar 3. 6 Setup

jika penentuan setup terjadi kesalahan maka tanda yang akan muncul yaitu  $x$ .

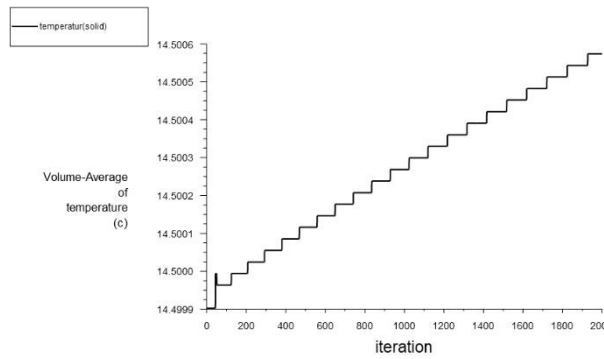


## 7. Solution

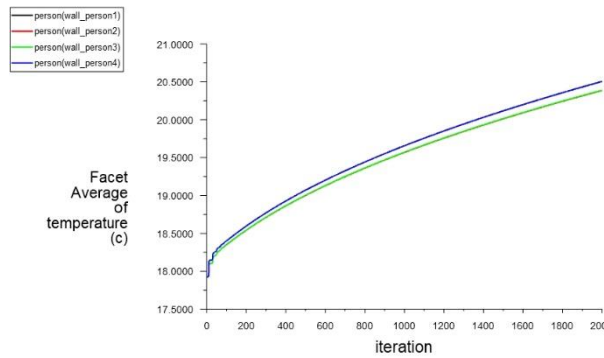
Pada proses setup selesai di program, maka tahap selanjutnya yaitu solution. Di tahap ini proses perhitungan (running) dilakukan dengan literasi dari persamaan dasar dinamika fluida pada CFD



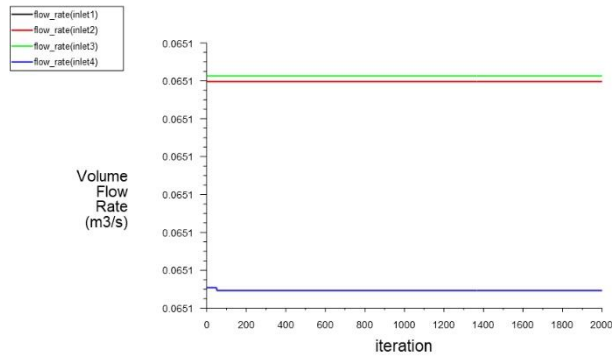
Gambar 3. 7 Diagram solution residuals



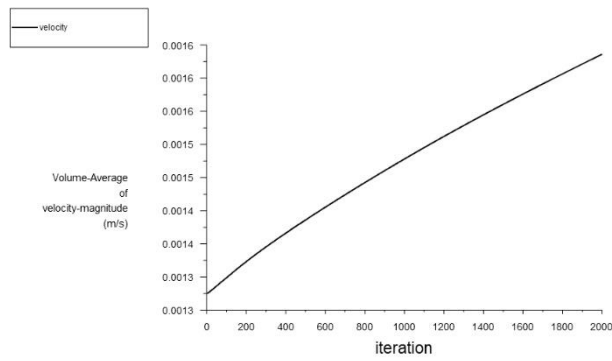
Gambar 3. 8 Diagram solution temperatur



Gambar 3. 9 Diagram solution person

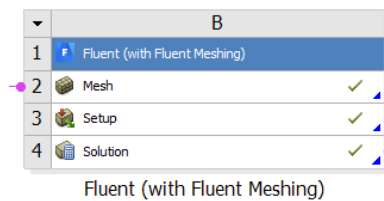


Gambar 3. 10 Diagram solution flow rate



Gambar 3. 11 Solution velocity

Jika sudah maka exit Solution lalu lakukan perintah klik kanan update OK, maka tampilan awal Solution akan ada tanda  $\checkmark$ , jika terjadi kesalahan pada Setup maka Solution akan muncul tanda yaitu  $x$ .

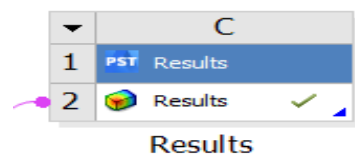


Gambar 3. 12 Meshing

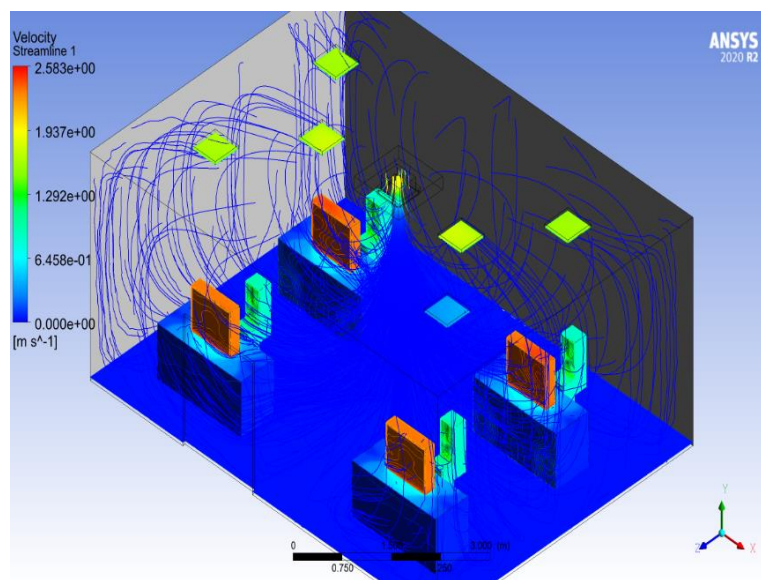
## 8. Results

Setelah proses running selesai maka hasilnya dapat dilihat pada solution. Pada akhir ini hasil yang diinginkan berupa Contour, Streamline dan visualisasi aliran 3 dimensi. Dengan memasukan parameter pada penelitian. Data hasil ruangan kantor yang diperoleh melalui simulasi Ansys Fluent dengan menggunakan jenis Viscous k-epsilon karena dapat menampilkan hasil simulasi yang lebih baik dibanding dengan model yang lainnya dan cocok untuk aliran yang bersifat turbulence

Jika sudah maka exit Result maka tampilan awal Result akan ada tanda  $\surd$ , jika terjadi kesalahan pada Result maka akan muncul tanda yaitu  $x$ .



Gambar 3. 13 Result



Gambar 3. 14 Hasil simulasi ruangan kantor

## BAB IV

### ANALISIS PENELITIAN DAN PEMBAHASAN RUANG ISOLASI

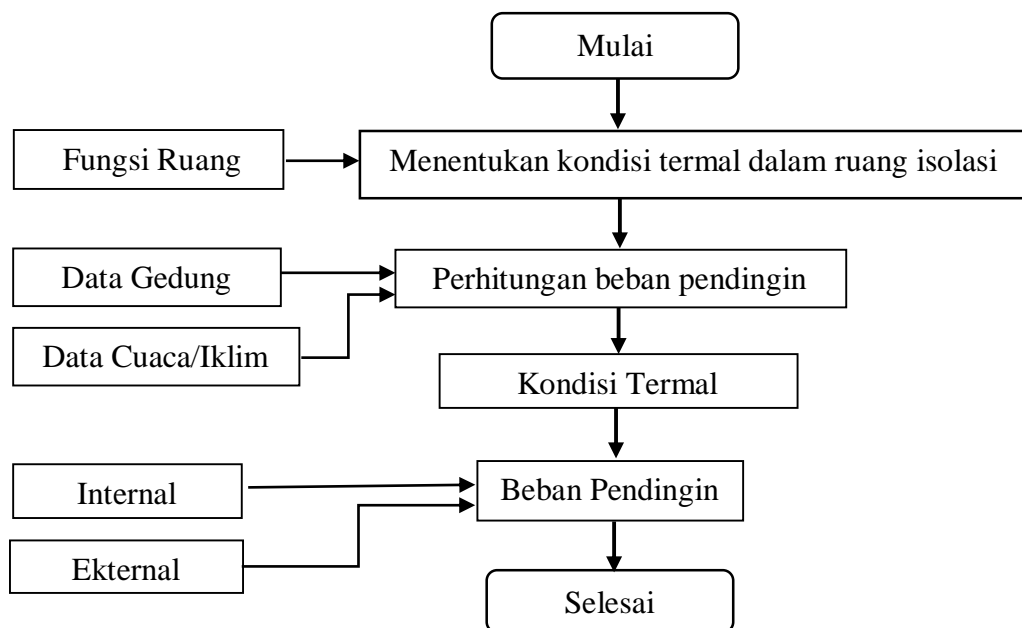
#### 4.1 Pengertian Ruang Isolasi

Suatu ruangan tertutup yang dibangun secara khusus untuk mencegah terjadinya infeksi dengan mengatur beberapa parameter untuk menganalisa sistem tata udara dan diperlukan disen khusus agar ruangan tidak menjadi sumber penyakit untuk pengguna (orang sakit), tenaga medis dan pengunjung.

#### 4.2 Analisis Penelitian Manual

Dari analisis penelitian yang telah dilakukan pada ruang isolasi didapatkan data-data hasil penelitian dengan kondisi cuaca cerah, data tersebut digunakan sebagai data input udara dari luar (*fuul frescar*) dan untuk validasi terhadap simulasi yang dibuat diruangan isolasi. Parameter-parameter untuk menganalisa sistem tata udara dan melakukan modelling simulasi pada ruang isolasi adalah dengan perhitungan beban pendingin.

##### 4.2.1 Diagram Alir Perhitungan Beban Pendingin[10]



## Fungsi Ruang

Untuk aktifitas pada ruang isolasi diambil dalam tabel beberapa kategori

Tabel 4. 1 Aktivitas

Aktivitas	SHG Btu/h	LHG Btu/h
Hobel, Apartemen, sangat rendah	225	225
Kantor	230	190
Mall, Toko	315	325
Restoran	225	325
Pabrik Sedang	345	695
Pabrik Berat	565	1035
Arena Olahraga	635	1165
Bioskop	210	140
Athletik	710	1090
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]		

Keterangan :

SHG = Sensible Heat Gain (kenaikan temperatur)

LHG = Laten Heat Gain (adanya perubahan uap air)

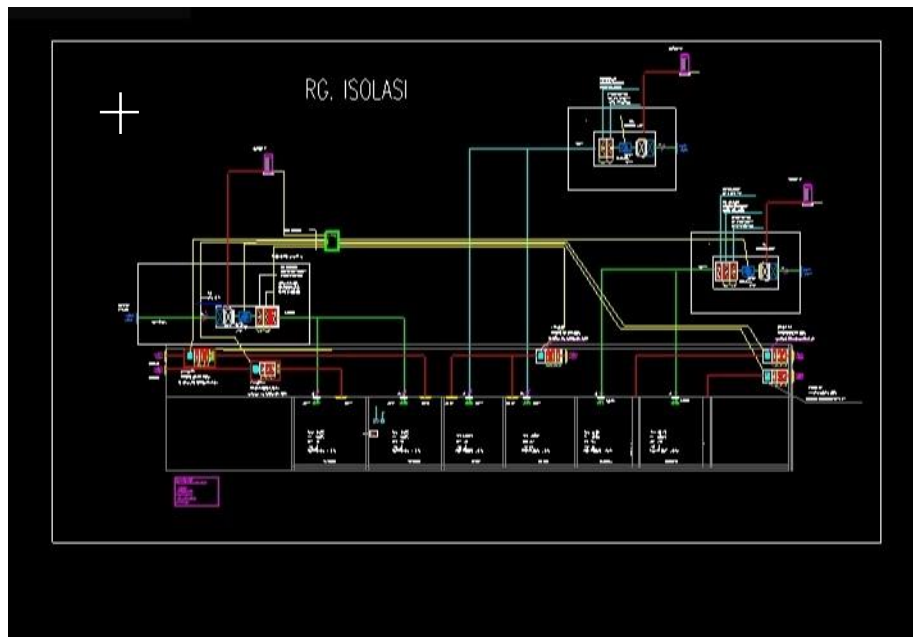
CLF = Cooling Load Factor[11]

### 1. Data Gedung

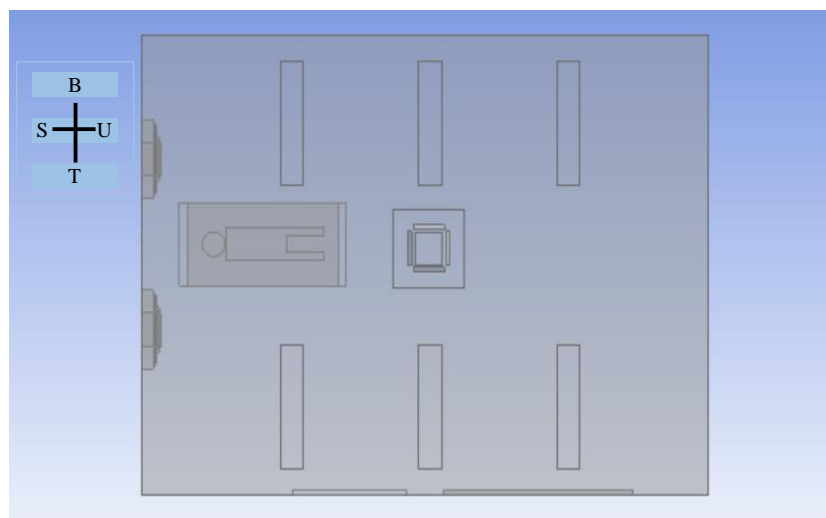
#### a. Data fisik bangunan gedung

Tabel 4. 2 Fisik bangunan gedung

Dimensi	Ukuran
Panjang	5,5 m
Lebar	7,5 m
Tinggi	3,5 m
Volume	144,3 m <sup>3</sup>



Gambar 4. 1 Data bangunan gedung ruang isolasi



Gambar 4. 2 Fisik bangunan ruang isolasi

Tabel 4. 3 Data fisik bangunan gedung

Konstruksi	Keterangan (koefisien termal)
Sandwich panel 75mm	$U = 0,043 \text{ btu}$

b. Jenis kaca yang digunakan

Tabel 4. 4 Jenis kaca

Jendel type 1
1500mm x 25.00mm clear glass

c. Spesifikasi Door

Tabel 4. 5 Spesifikasi *Door*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>door</i>	1500mm
Tinggi <i>door</i>	2000mm
Lebar <i>door</i>	50mm
Jumlah <i>door</i>	1 buah

d. Spesifikasi Bed

Tabel 4. 6 Spesifikasi *Bed*

Dimensi	Ukuran
Panjang <i>Bed</i>	2000mm
Tinggi <i>Bed</i>	800mm
Lebar <i>Bed</i>	40mm
Jumlah <i>Bed</i>	1 buah

2. Data Cuaca/Iklim

Tabel 4. 7 Konservasi energi

SETT.POINT		
Temp.	24 <sup>0</sup> C	75,2 <sup>0</sup> F
RH	50%	50%
W	9,34g/kG	0,00934 lb/lb
OUTDOOR AIR		
Temp.	33 <sup>0</sup> C	91,4 <sup>0</sup> F
RH	63,1%	63,1%
W	20,23g/kG	0,02023 lb/lb
*DATA BPS 2020/SNI-03-6390-2011 (Konservasi Energi)[12]		

### 3. Kondisi Termal

- a. Berdasarkan standar kementerian kesehatan republik Indonesia temperatur sistem tata udara ruang isolasi untuk memperoleh kondisi optimal maka parameter harus menggunakan menggunakan temperatur udara  $20^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}$ [13]
- b. Kualitas udara yang diperlukan Air change per hour (ACH) laju pergantian udara dimana udara akan masuk kedalam ruang isolasi kemudian keluar lagi pertukaran tersebut adalah 12x dalam satu jam.[13]

### 4. Beban Pendinginan

Beban pendinginan berdasarkan sumbernya[10]

#### a. Eksternal

Beban eksternal adalah beban yang berasal dari luar ruangan

1. Beban dinding luar
2. Beban partisi
3. Beban atap
4. Beban lantai
5. Beban konduksi kaca
6. Beban radiasi kaca
7. Beban infiltrasi
8. Beban ventilasi

#### b. Internal

Beban yang bersal dari dalam ruangan

1. Beban penghuni
2. Beban lampu
3. Beban peralatan

4.2.2 Perhitungan beban pendingin berdasarkan sumber (Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11] dalam perhitungan manual.



1. Perhitungan Beban Dinding yang terkena sinar matahari adalah sebelah timur

Tabel 4. 8 Beban dinding sebelah timur

Arah	Panjang	Tinggi	Luas	
	m	m	m <sup>2</sup>	Ft <sup>2</sup>
Timur	5,5	3,5	19,25	20,52

Tabel 4. 9 Material kontruksi

Material Kontruksi	Keterangan (koefisien termal)
Sandwich panel 75mmt	U= 0,043 btu
Koefisien Dinding	K= 0,63

Untuk menghitung beban dinding menghitung dulu :

Tabel 4. 10 Rumus beban dinding

CLTD <sub>correction</sub> = (CLTD+LM)K+(78-T <sub>R</sub> )+(T <sub>0</sub> -85)						
ARAH	CLTD <sub>corr</sub>	CLTD	LM	K	(78-TR)	To-85)
		Tab.3.10	Tab.3.12		(78-75,2)	(91,4-85)
	<sup>0</sup> F	<sup>0</sup> F	<sup>0</sup> F		<sup>0</sup> F	<sup>0</sup> F
Barat	27,47	30	-1	0,63	2,8	6,4
Timur	25,58	27	-1	0,63	2,8	6,4
Utara	18,65	22	-7	0,63	2,8	6,4
Selatan	19,91	15	2	0,63	2,8	6,4
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]						

Keterangan :

CLTD Dinding tergantung dari:

1. Arah dinding (barat, timur, utara atau selatan)
2. Jam matahari
3. Kontruksi/grup dinding[11]

Latitude Month (cm) dinding tergantung dari :

1. Arah dinding (barat, timur, utara atau selatan)
2. Latitude (dalam katulistiwa)
3. Bulan[11]

A= Luas dinding – luas kaca – luas pintu

$$A = (5,5\text{m} \times 3,5\text{m}) - (2,3\text{m} \times 1,4\text{m}) - (1,5 \times 2\text{m})$$

$$A = 19,25\text{m}^2 - 3,22\text{m}^2 - 3\text{m}^2$$

$$A = 13,03\text{m}^2 = 14,37 \text{ft}^2$$

Tabel 4. 11 Perhitungan beban dinding

Beban dinding $Q = U \times A \times \text{CLTDcorr}$				
Arah	Q	U dinding	A	CLTDcorr
1	btu/h	Btu/h	Ft <sup>2</sup>	<sup>0</sup> F
Barat	-	0,043	0,00	27,47
Timur	15,80	0,043	14,37	25,58
Utara	-	0,043	0,00	18,65
Selatan	-	0,043	0,00	19,91
Total	15,80			
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]				

2. Perhitungan Beban Partisi yang tidak terkena langsung sinar matahari

Tabel 4. 12 Beban partisi

Arah	Panjang	Tinggi	Luas	
			m <sup>2</sup>	Ft <sup>2</sup>
Barat	5,5	3,2	19,25	20,52
Utara	7,5	3,2	24	25,8
Selatan	7,5	3,2	24	25,8

Tabel 4. 13 Material kontruksi

Material Kontruksi	Keterangan
Sandwich panel 75mm	U = 0,043 btu

Tabel 4. 14 Perhitungan beban partisi

Beban Partisi $Q = U \times A \times 78 - T_R + T_0 - 85$					
Arah	Q	U Partisi	A	$78 - T_R$	$T_0 - 85$
	btu/h	Btu/h	ft <sup>2</sup>	$78 - 75,2$	$91,4 - 85$
Barat	10,08	0,043	20,52	2,8	6,4
Utara	10,30	0,043	25,8	2,8	6,4
Selatan	10,30	0,043	25,8	2,8	6,4
Total	30,68				
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]					

### 3. Perhitungan Beban Lantai

Tabel 4. 15 Beban lantai

Arah	Panjang	Lebar	Luas	
	m	m	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
Lantai	5,5	7,5	41,25	44,4

Tabel 4. 16 Material kontruksi

Material Kontruksi	Keterangan
Sandwich panel 75mm	$U = 0,043 \text{ btu}$

Keterangan :

Temperatur lantai =  $25^{\circ}\text{C}$

=  $77^{\circ}\text{F}$

Temperatur ruangan =  $22^{\circ} - 24^{\circ}\text{c}$

=  $75,2^{\circ}\text{F}$

Tabel 4. 17 Perhitungan beban lantai

Beban Lantai $Q = U \times A \times \text{delta T}$				
Arah	Q	U Lantai	A	delta T
	btu/h	btu/(ht <sup>2</sup> F)	ft <sup>2</sup>	<sup>0</sup> F
Lantai	3,43	0,043	44,4	1,8
Total	3,43			
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]				

4. Perhitungan Beban Atap

Tabel 4. 18 Atap

Arah	Panjang	Lebar	Luas	
	m	m	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
Atap	5,5	7,5	41,25	44,4

Tabel 4. 19 Material kontruksi

Material Kontruksi	Keterangan
Sandwich panel 75mm	$U = 0,043 \text{ btu}$
Faktor Attic (tanpa plafon)	$F = 1$
Koefisien Dinding Atap	$K = 0,5$

Tabel 4. 20 CLTD correction

CLTDcorrection = $[(\text{CLTD} + \text{CM}) K + (78 - T_R) + (T_0 - 85)] F$							
Arah	CLTDcoor	CLTD	CM	K	$78 - T_R$	$T_0 - 85$	F
		Tab.3.8	Tab.312				
Atap	47,70	79	-1	0,5	2,8	6,4	1
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]							

CLTD Atap tergantung dari :

- 1 Arah atap
- 2 Jam matahari
- 3 Kontruksi/grup atap[11]

Latitude Month (LM) Atap tergantung dari :

- 1 Arah atap
- 2 Latitude
- 3 Bulan[11]

Tabel 4. 21 Perhitungan beban atap

Beban Atap $Q = U \times A \times CLTD_{coor}$				
Arah	Q	U Atap	A	CLTD <sub>coor</sub>
	btu/h	Btu/h	ft <sup>2</sup>	<sup>0</sup> F
Atap	91.06	0.043	44.4	47.70
Total	91.06			
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]				

#### 5. Beban Kaca

Jendela tipe 1
1500mm x 2500mm Clear glass

Tabel 4. 22 Beban kaca

Arah	Panjang	Tinggi	Luas	
			m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
Timur	2.5	1.5	3.75	40.36

Tabel 4. 23 Rumus konduksi kaca

Konduksi Kaca $Q = U \times A \times CLTD_{coor}$			
Q	U	A	CLTD

	Tab.314 a		Tab.3.23
btu/h	btu/h	ft <sup>2</sup>	°F
587.6	1.04	40.36	14
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]			

Tabel 4. 24 Perhitungan radiasi kaca

Radiasi beban kaca $Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$					
Arah	Q	A	SC	SHGF	CLF
	btu/h	ft <sup>2</sup>	Tab.3.18	Tab.3.25	Tab.3.27
Timur	833.1	40.36	0.95	41	0.53
Total	833.1				
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]					

Keterangan :

SC = Shading Coefficient – Factor bayangan

SHGF = Solar Heat Gain Factor – Latitude, Bulan, Arah kaca

CLF = Cooling Load Factor – Ada interior/tidak[11]

## 6. Perhitungan Beban Orang

Tabel 4. 25 Perhitungan beban orang

$Q_s = \text{jumlah orang} \times SHG \times CLF$							
$Q_L = \text{jumlah orang} \times LHG$							
No	Ruangan	Jumlah orang	SHG (btu/h)	LHG (btu/hr)	CLF	QS (btu/hr)	QL (btu/hr)
1	R.Isolasi	2	510	510	1	510	510
Jumlah						510	510
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]							

## 7. Beban Lampu

Tabel 4. 26 Perhitungan beban lampu

$Q_s = 3.41 \times \text{jumlah watt lampu} \times f_u \times f_s$							
$f_u = \text{jumlah lampu yang nyala (jika semua lampu menyala } f_u = 1)$							
$f_s = \text{balas factor lampu neon (1,3)}$							
No	Ruangan	Jumlah	Fixture	Lampu watt	$f_u$	$f_s$	$Q_s$ (btu/h)
1	Ruang Isolasi	6	1	20	1	1.3	81.64
Jumlah							81.64
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]							

## 8. Beban Infiltrasi

Tabel 4. 27 Perhitungan beban infiltrasi

$Q_s = 1.08 \times \text{CFM} \times (T \text{ outdoor} - T \text{ indoor})$					
$Q_f = 4840 \times \text{CFM} \times (W \text{ outdoor} - W \text{ indoor})$					
No	Komponen	P	T	Luas	
1	Kaca	m	m	$m^2$	$ft^2$
		2.5	1.5	3.75	40.36

Infiltration Rate		T	W	T	W	Beban btu/h	
Infiltrasi		ruangan	ruangan	Outdoor	Outdoor		
cfm/ftor	cfm	$^{\circ}F$	lb/lb	$^{\circ}F$	lb/lb	sensibel	laten
cfm/ft <sup>2</sup>							
0.37	0.98064	75.2	0.00934	91.4	0.02023	6.47	19.50
Jumlah						157	473

### 9. Beban Ventilasi

Dimensi	Ukuran
Panjang	5.5 m
Lebar	7.5 m
Tinggi	3.5 m
Volume	144.3 m <sup>3</sup>
Pertukaran Udara (ACH)	12 kali/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Ventilasi} &= \text{volume ruangan} \times \text{Pertukaran udara (ACH)} \\
 &= 144.3 \times 12 \text{ kali/jam} \\
 &= 1731.6 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 1019.18 \text{ Cfm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 28 Perhitungan beban ventilasi

$Q_s = 1.08 \times \text{Cfm} \times (T \text{ Outdoor} - T \text{ Indoor})$									
$Q_l = 4840 \times \text{Cfm} \times (W \text{ Outdoor} - W \text{ Indoor})$									
No	Ruangan	Ventilation	T	W	T	W	Beban btu/h		
			ruangan	ruangan	Outdo or	Outdoor	Sensibel	laten	
		Cfh	<sup>0</sup> F	lb/lb	<sup>0</sup> F	lb/lb			
1	R Isolasi	1019.18	75.2	0.00934	91.4	6672.95	7991	3292	
Jumlah								7991	3292
(Cooling and Heting Load Calculation Manual)[11]									

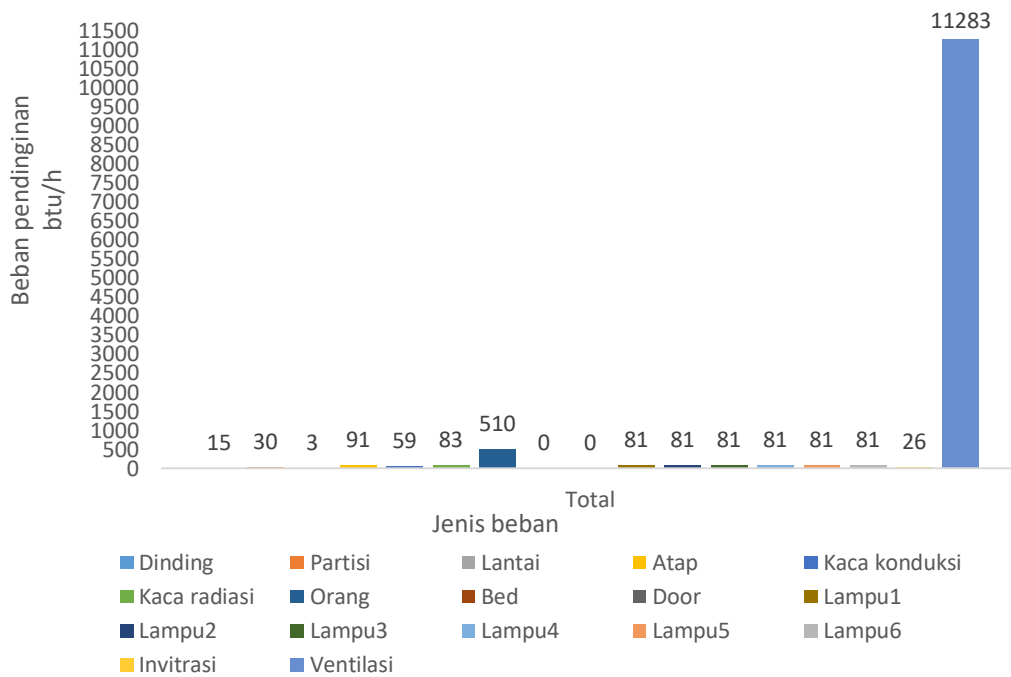
Tabel 4. 29 Rekapitulasi beban pendingin

No	Beban	Sensibel	Laten	Total
		btu/h	btu/h	btu/h
1	Dinding	15		15
2	Partisi	30		30

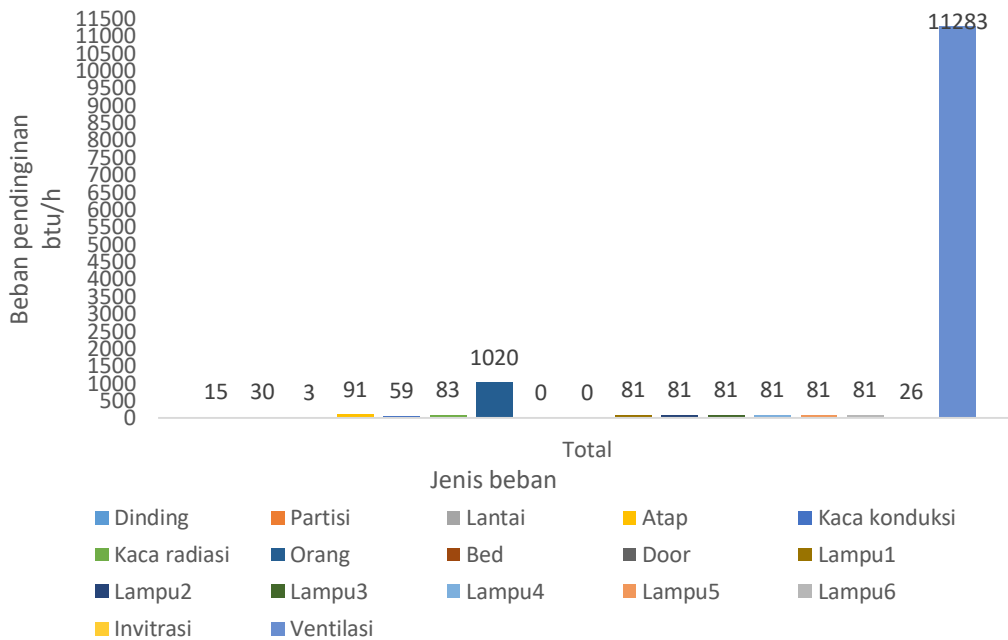


3	Lantai	3		3
4	Atap	91		91
5	Kaca Konduksi	587		59
6	Kaca Radiasi	833		83
7	Orang	510	510	1020
8	Bed	0		0
9	Door	0		0
10	Lampu 1	81		81
11	Lampu 2	81		81
12	Lampu 3	81		81
13	Lampu 4	81		81
14	Lampu 5	81		81
15	Lampu 6	81		81
16	Invitansi	6.47	19.50	26
17	Ventilasi	7991	3292	11283
Total				13066

4.2.3 Berikut adalah diagram rekapitulasi beban pendingin dengan pengambilan data dilakukan pada dua bagian dalam ruang isolasi dengan menghitung beban yang timbul pada setiap orang, beban 1 pasien tanpa tenaga medis dan beban 1 orang lagi adanya tenaga medis sehingga dapat mengetahui perbedaan beban pendinginan didalam ruang isolasi.



Gambar 4. 3 Diagram rekapitulasi beban1 pasien



Gambar 4. 4 Diagram rekapitulasi beban (1 tenaga medis 1 pasien)

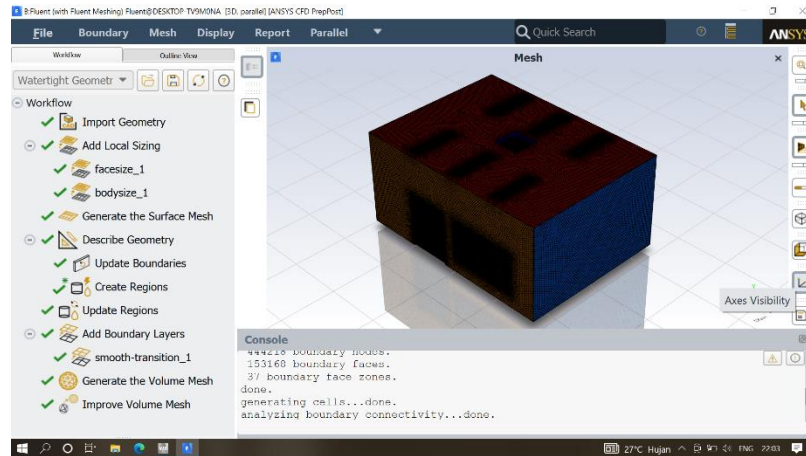
Pada kedua gambar diagram rekapitulasi kapasitas beban pendingin pada ruang isolasi dapat diperbedakan dengan pemberian beban pada orang sesuai aktivitas yang sangat rendah adalah beban 1 pasien yaitu 510 btu/h dengan beban total 12586 btu/h dan (1 tenaga medis 1 pasien) yaitu 1020 btu/h dengan beban total 1306 btu/h . Masing-masing dapat dilihat yang paling besar adalah beban ventilasi yaitu 11283 btu/h.

1. Diketahui untuk memberikan udara (*inlet*) dalam ruangan dengan presentase 100% mengkonversikan dari 1 cfm = 30 btu/h
  - a. Beban pendingin 1 pasien = 12586 btu/h : 30  
= 419.5 cfm
  - b. Beban pendingin (1 tenaga medis 1 pasien) = 13066 btu/h : 30  
= 435.5 cfm
2. Untuk kembalinya udara (*outlet*) dengan percampuran udara dalam ruangan presentase 80% dikali udara (*inlet*) dengan hasil
  - a. Beban pendingin 1 pasien = 80% x 419.1 cfm  
= 335.28 cfm
  - b. Beban pendingin (1 tenaga medis 1 pasien) = 80% x 435.5 cfm  
= 348.4 cfm
3. Untuk menghitung kapasitas *Air conditioner* (AC) beban pendingin dibagi 1Pk
  - a. Beban pendingin 1 pasien = 12586 : 900  
= 13.98444 = 1.5 Pk
  - b. Beban pendingin(1 tenaga medis 1 pasien) = 13066 : 900  
= 14.51777= 1.5 Pk

#### 4.2 Prosedur Simulasi Ruang Isolasi dengan menggunakan program Fluent

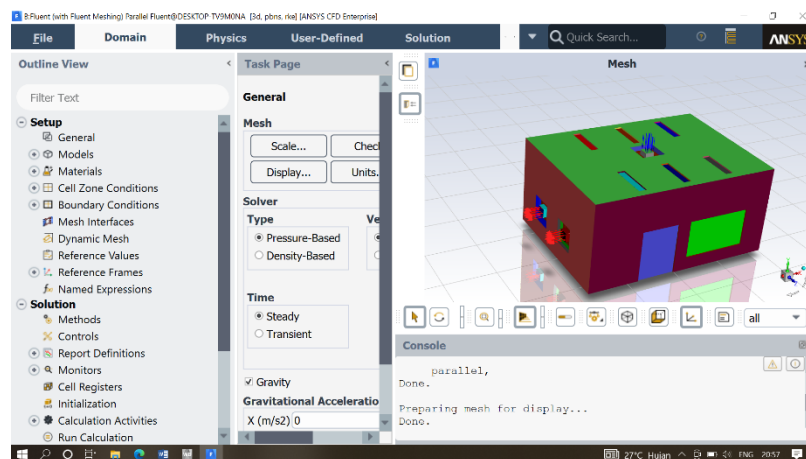
1. Proses pembuatan geometri ruang isolasi sesuai dengan dimensi pengukuran
2. Pemberian nama sesuai desain geometri untuk membedakan memasukkan parameter yang dibutuhkan
3. Proses meshing ruang isolasi untuk membagi bagian-bagian pada desain ruang isolasi pada tahap ini perintah yang digunakan adalah
  - a. Import geometry untuk masukan desain geometri pilih yes
  - b. Add local sizing dengan menggunakan dua sizing dan masukkan bagiannya
    - 1) Face size 1 – 0.02m
    - 2) Body size 1 – 0.07m
  - c. Create surface mesh memasukkan parameter batas minimum size yaitu 0.005 sedangkan maksimum size 0.07
  - d. Describe geometri memilih jenis geometri yang akan dimeshing
  - e. Update boundaries pilih bagian-bagian pada desain yang akan dimasukkan pada penelitian untuk proses mesing
  - f. Create regional dengan estimated number of flui regional 1
  - g. Update regional pilih bagian Regional name solid lalu Regional tipe menggunakan fluid
  - h. Add boundary layers pilih bagian-bagian pada desain yang akan dimasukkan pada penelitian untuk proses meshing
  - i. Create volume mesh menggunakan tipe meshing Poly-hexcore dengan maksimal cell legth 0.16
  - j. Improve volume mesh dengan Cell quality limit 0,15

Maka hasil dari meshing ruang isolasi sebagai berikut



Gambar 4. 5 Program mesing ruang isolasi

4. Setup merupakan tahapan setelah meshing berhasil dilakukan, setup adalah penentuan yang berkaitan pada simulasi ruang isolasi pada setup digunakan untuk memvalidasi dengan perhitungan CFD pada tahap ini perintah yang dilakukan adalah



Gambar 4. 6 Program setup ruang isolasi

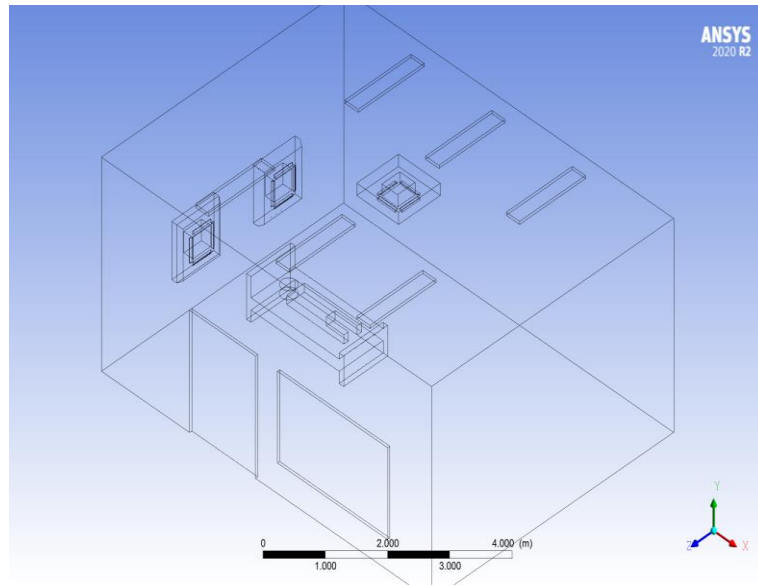
General simulasi ini menggunakan metode solusi default berdasarkan tekanan. Kemudian untuk velocity formulation menggunakan absolute. Aliran dalam sistem ini bersifat Steady. Menggunakan gravity Y,-981 (m/s<sup>2</sup>)

- a. Model pada tahap ini energy disetting on karena simulasi ini memerlukan penghitungan energi dalam prosesnya. Selanjutnya untuk viscous disetting menggunakan k-epsilon dengan model Realizable. Pada kasus simulasi ini, k-epsilon dipilih karena dapat menampilkan hasil simulasi yang lebih baik dibanding dengan model yang lainnya dan cocok untuk aliran yang bersifat turbulence
- b. Material yang digunakan untuk simulasi ini terbagi kedalam dua jenis, yaitu solid dan fluid. Material solid yang digunakan adalah aluminium sedangkan untuk fluidanya menggunakan air dan memasukan density (boussinesq) untuk menimbulkan daya apung
- c. Boundary conditions tahap ini merupakan proses untuk memberikan kondisi batas berupa data perhitungan beban pendingin ruang isolasi. Data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah
  - 1) Inlet 1 pasien dengan velocity magnitude 0.19798195575 (m/s) dan tempratur 18 (c)
  - 2) Inlet (1 tenga medis 1 pasien) dengan velocity magnitude 0.205533114475 (m/s) dan temperature 18 (c)
  - 3) Outlet 1 pasien (1,2) dengan gauge pressure 0.07912 (pascal) dan temperature 18 (c)
  - 4) Outlet (1 tenaga medis 1 pasien) (1,2) dengan gauge pressure 0.08221 dan temperature 18 (c)
  - 5) Light (1,2,3,4,5,6) dengan heat flux 81 (w/m<sup>2</sup>)
  - 6) Wall east dengan heat flux 15 (w/m<sup>2</sup>)
  - 7) Wall floor dengan heat flux 3 (w/m<sup>2</sup>)
  - 8) Wall north dengan heat flux 10.3 (w/m<sup>2</sup>)
  - 9) Wall person dengan heat flux 510 (w/m<sup>2</sup>)
  - 10) Wall roof dengan heat flux 91 (w/m<sup>2</sup>)
  - 11) Wall south dengan heat flux 10.3 (w/m<sup>2</sup>)
  - 12) Wall west dengan heat flux 10.08 (w/m<sup>2</sup>)
  - 13) Wall window dengan heat flux 59 (w/m<sup>2</sup>)

- 14) Operating conditions dengan boussinesq parameter temperature 24 (c)
- d. Solusi methods adalah metode untuk masalah-masalah dimana simulasi tidak dapat menyelesaikannya, data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah
- 1) Pressure-velocity coupling menggunakan scheme coupled
  - 2) Spatial discretization menggunakan momentum scheme coupled
  - 3) Pressure menggunakan second order
  - 4) Momentum menggunakan second order upwind
  - 5) Turbulent kinetic energy menggunakan second order upwind
  - 6) Turbulent dissipation rate menggunakan second order upwind
  - 7) Energy menggunakan second order upwind
  - 8) Discretization menggunakan second order upwind
- e. Report definition merupakan catatan akhir berupa grafik dalam penelitian, data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah mengedit surface report definition name flow rate menggunakan surface adalah inlet
- f. Initialization adalah melakukan proses simulasi awal dengan initialization methods adalah hybrid initialization lalu simulasi
- g. Run calculation pada proses ini akan dilakukan proses perhitungan dari persamaan dasar dinamika hingga terjadi konvergensi. Number of Iteration adalah jumlah maksimal iterasi yang ditentukan untuk satu time step adalah number of iteration adalah 2000 iterasi

### **4.3 Hasil Simulasi (CFD) dengan menggunakan program Fluent**

Berikut adalah hasil geometry (CFD) pada ruang isolasi dengan menggunakan program fluent.

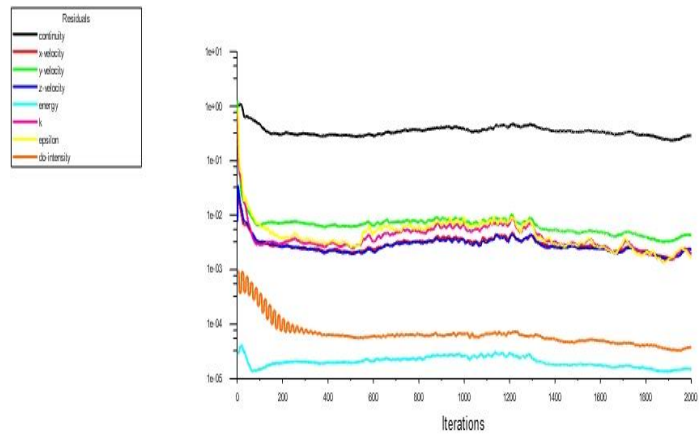


Gambar 4. 7 Geometri ruang isolasi

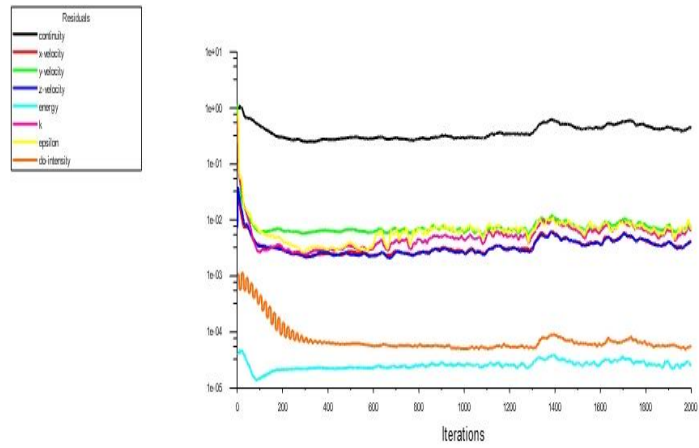
Pada gambar geometri ruang isolasi untuk menganalisa sistem tata udara didalam ruang isolasi adalah sebagai berikut :

1. Letak distribusi udara masuk (*inlet*) tepatnya ditengah pada ruang isolasi dengan 1 (*inlet*) sedangkan untuk kembalinya udara (*outlet*) tepatnya didekat pasien belakang samping tempat tidur 700 mm diatas lantai dengan 2 (*outlet*) dengan profit aliran udara turbulen dapat mengkondisikan aliran udara untuk mencegah terjadinya penularan infeksi
2. Laju kecepatan aliran udara yang keluar dari (*inlet*) yaitu
  - a. Kecepatan aliran udara 1 pasien = 419.5 cfm dikonversikan menjadi 0.19798195575 m/s
  - b. Kecepatan aliran udara (1 tenaga medis 1 pasien) = 479.1 cfm dikonversikan menjadi 0.205533114475 m/s
3. Laju tekanan aliran udara dari (*outlet*) yaitu
  - a. Tekanan aliran udara 1 pasien = 335.28 cfm dikonversikan menjadi 0.158234541036 m/s
  - b. Tekanan aliran udara (1 tenaga medis 1 pasien) = 348.4 cfm dikonversikan menjadi 0.16442649158 m/s
4. Pada ruang isolasi menggunakan temperatur awal 18<sup>0</sup>c

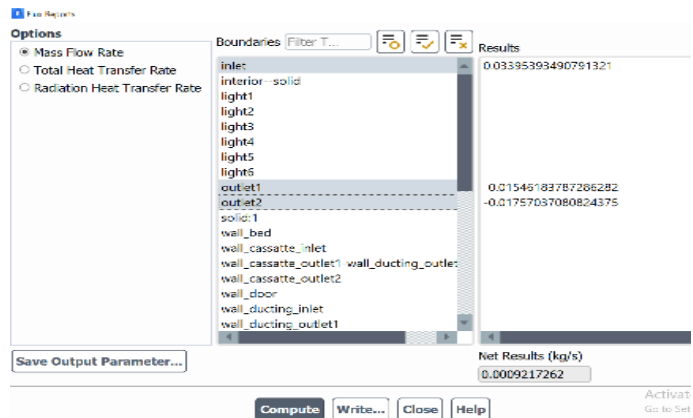




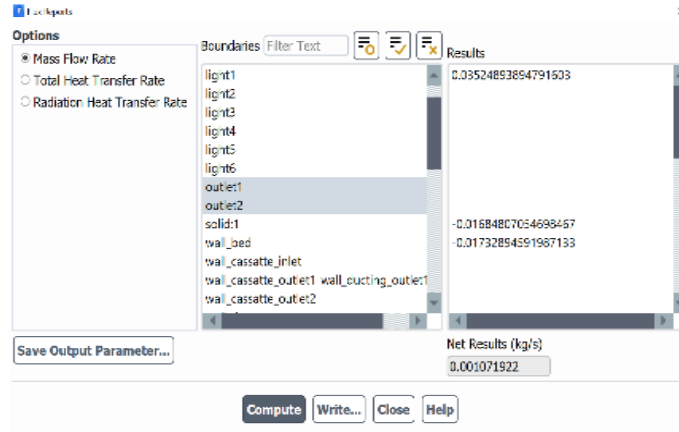
Gambar 4. 8 Grafik residual 1 pasien



Gambar 4. 9 Grafik residual (1 tenaga medis 1 pasien)

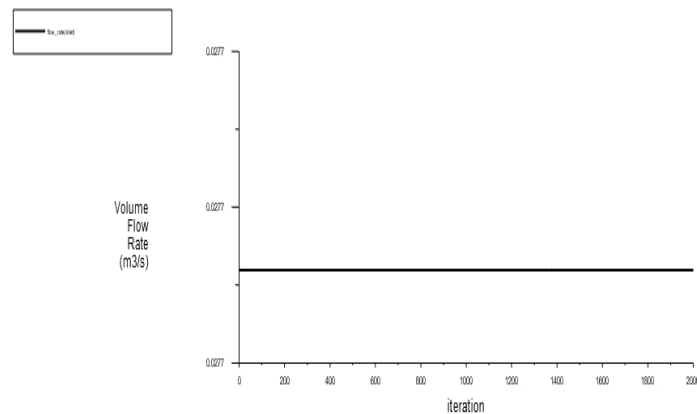


Gambar 4. 10 Mass flow rete 1 pasien

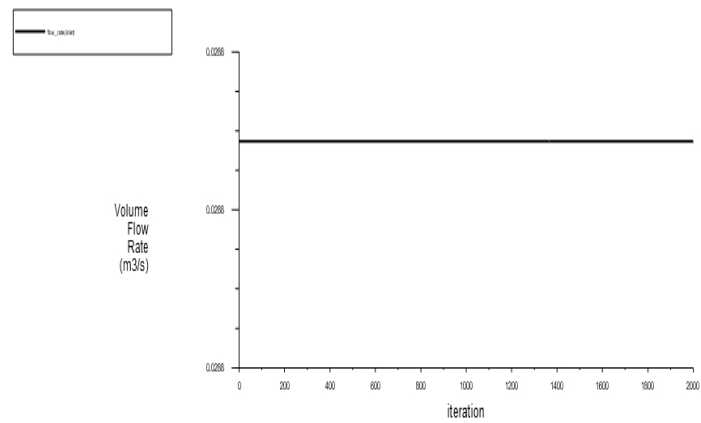


Gambar 4. 11 Mass flow rete (1 tenaga medis 1 pasien)

Pada gambar kedua grafik residual dalam perhitungan CFD ruang isolasi yang disimulasikan proses perhitungan diselesaikan oleh computer yang bekerja, angka jumlah interaksi yang berjalan 2000 litrasi maka dapat dilihat perhitungan selesai dengan konvergen dengan laju kecepatan massa jenis udara nilai error 1 pasien = (result) 0.000921762 dibagi (inlet) 0.034 = 0.02711 = 0.2% dan (1 tenaga medis 1 pasien) = (result) 0.001071922 dibagi (inlet) 0.035 = 0.03063 = 0.3%.

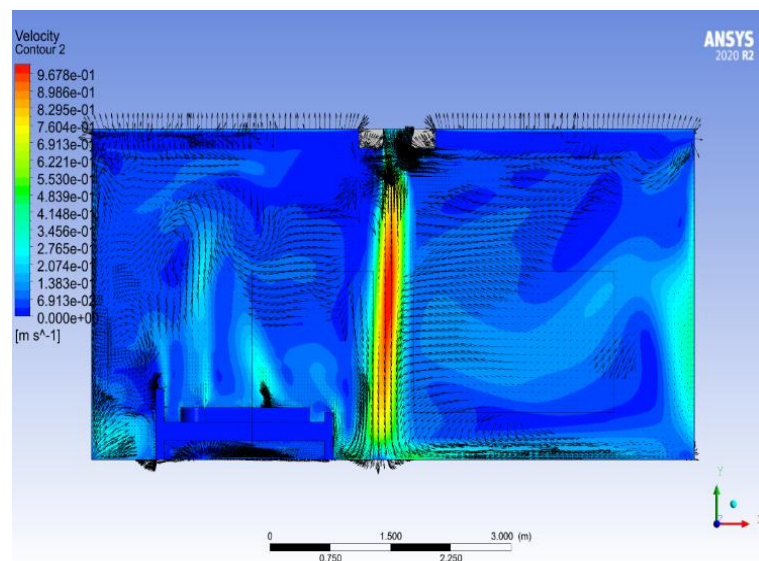


Gambar 4. 12 Grafik flow rete 1 pasien

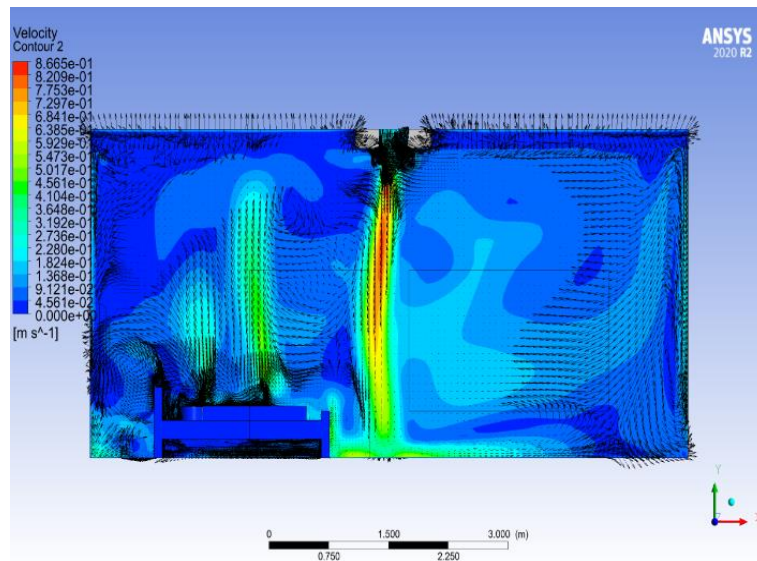


Gambar 4. 13 Grafik flow rete (1 tenaga medis 1 pasien)

Pada gambar kedua grafik laju aliran (flow rate) ketika air conditioner (AC) dinyalakan dan menyebar ke volume ruangan grafik menunjukkan laju aliran udara diruang isolasi cukup stabil.



Gambar 4. 14 Kecepatan aliran udara 1 pasien



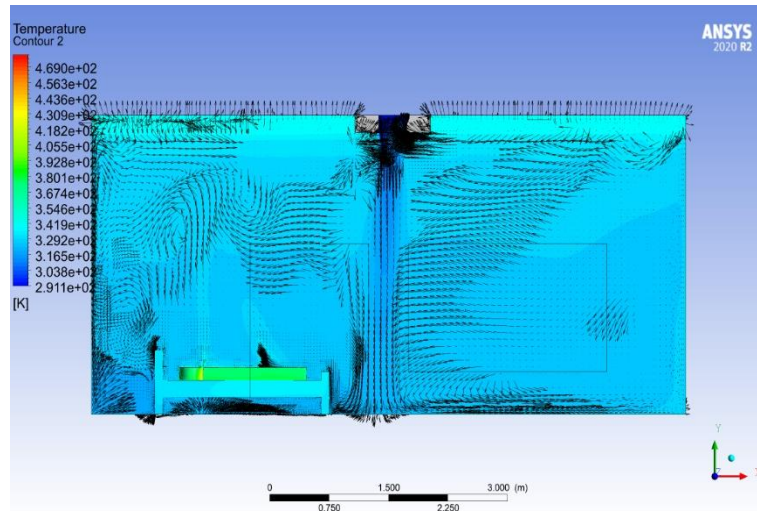
Gambar 4. 15 Kecepatan aliran udara (1 tenaga medis 1 pasien)

Pada kedua hasil simulasi ditampilkan untuk mendekati kenyataan dalam bentuk kecepatan aliran udara (*velocity*) profit baik kecepatan menyebar dalam tekanan statistik ruang isolasi, dapat dilihat dengan hasil kecepatan aliran udara (*velocity*) yaitu :

1. Kecepatan rata-rata aliran 1 pasien = 0,6,9 m/s – 0,13,8 m/s
2. Kecepatan rata-rata aliran (1 tenaga medis 1 pasien) = 0,4,5 m/s – 0,13,6 m/s

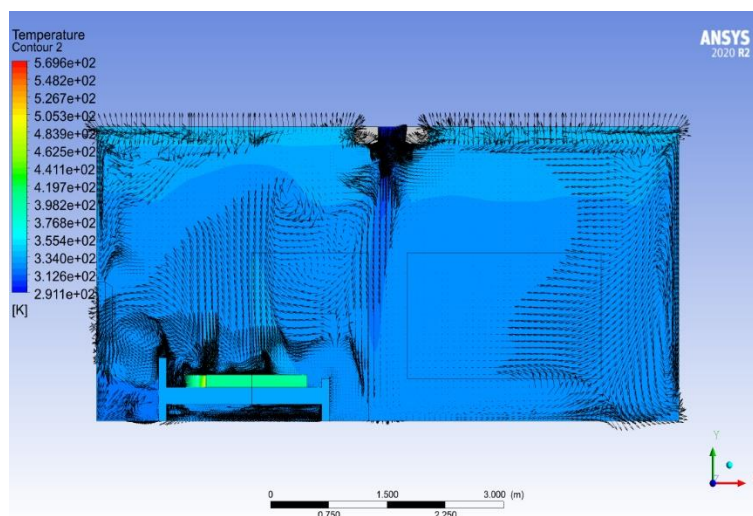
Perbedaan kecepatan udara didalam ruangan 1 pasien sedikit lebih tinggi hal ini dikarenakan tidak adanya penambahan dari beban orang yang berada didalam ruang isolasi, dan adanya perbedaan tekanan aliran udara dari kecepatan udara yang disebabkan karena adanya udara dilingkungan dan udara dari orang tersebut. Dimana perbedaan tekanan udara lingkungan menyebabkan terjadinya pergerakan udara dengan laju yang sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Berdekatannya (*outlet*) pada pasien dengan otomatis udara yang berada dipasien akan langsung masuk kembalinya udara (*outlet*) untuk pencegahan terjadinya penularan infeksi dari bakteri yang dibawa oleh udara orang tersebut.

Standar kenyamanan termal menurut SNI-03-6572-2001[14] kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0.25 m/detik dan sebaliknya lebih kecil dari 0.15 m/detik dari hasil simulasi keduanya dalam ruang isolasi kenyamanan termal kecepatan udara cukup memenuhi persyaratan yang dianjurkan.



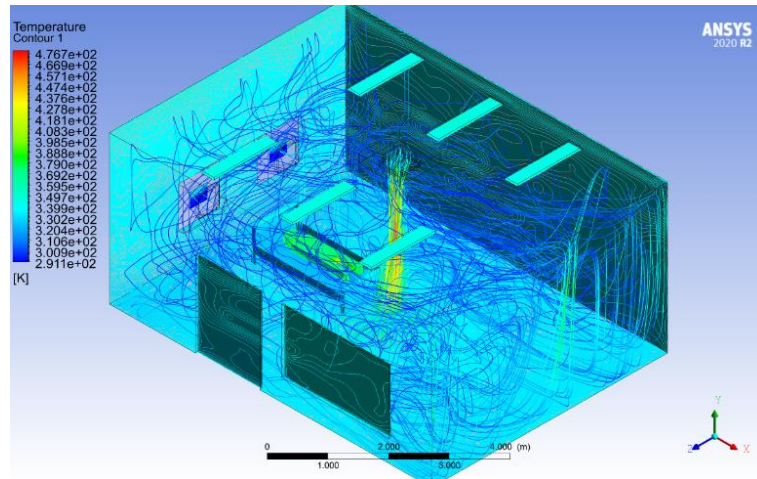
Gambar 4. 16 Temperatur 1 pasien

Pada gambar temperatur didalam ruang isolasi 1 orang penghuni orang sakit dengan hasil yang disimulasikan ruangan dengan temperatur  $33^{\circ}\text{K}$

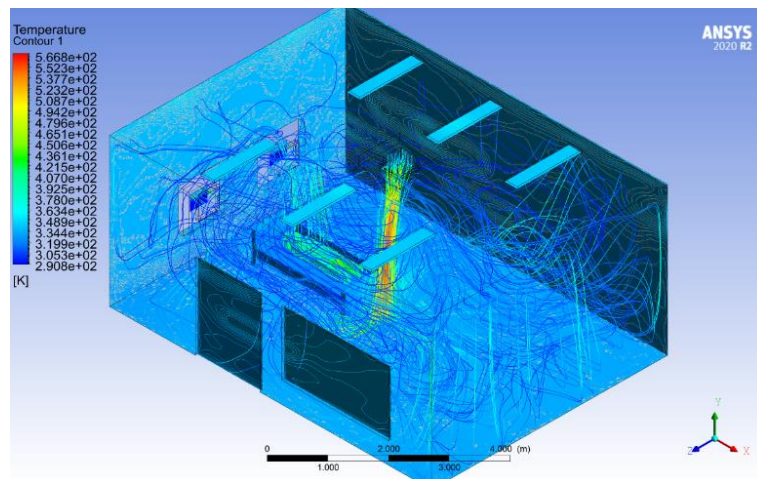


Gambar 4. 17 Temperatur (1 tenaga medis 1 pasien)

Pada gambar temperatur didalam ruang isolasi (1 tenaga medis 1 pasien) dengan hasil yang disimulasikan ruangan dengan temperatur 33<sup>0</sup>K



Gambar 4. 18 Temperatur total 1 pasien



Gambar 4. 19 Temperatur total (1 tenaga medis 1 pasien)

Ruang isolasi yang disimulasikan dengan hasil temperatur dalam ruangan, pada saat ruangan isolasi 1 pasien dan (1 tenaga medis 1 pasien) :

1. Temperatur 1 pasien =

Ruang isolasi berisikan 1 orang aktifitas sangat rendah beban sensibel total 510 btu/h kondisi lampu menyala sebanyak 6 buah 120 watt, beban kaca konduksi 587 btu/h, beban kaca radiasi 833 btu/h, beban dinding timur 15 btu/h dan beban dinding partisi 10 btu/h.

2. Temperatur (1 tenaga medis 1 pasien) =

Ruang isolasi berisikan 2 orang aktifitas sangat rendah beban sensibel total 1020 btu/h kondisi lampu menyala sebanyak 6 buah 120 watt, beban kaca konduksi 587 btu/h, beban kaca radiasi 833 btu/h, beban dinding timur 15 btu/h dan beban dinding partisi 10 btu/h.

Dapat dilihat hasil simulasi temperature didalam ruangan isolasi memiliki nilai temperatur rata-rata :

1. Ruang isolasi berisikan 1 orang aktifitas sangat rendah temperatur total  $40^{\circ}$  K, kondisi lampu menyala sebanyak 6 buah temperatur  $33^{\circ}$  K, beban kaca temperatur total  $31^{\circ}$  K, beban dinding timur dan partisi temperatur  $35^{\circ}$  K

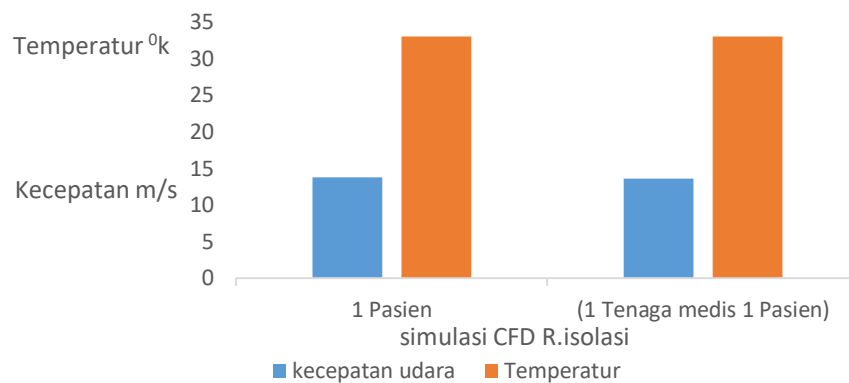
2. Ruang isolasi berisikan 2 orang aktifitas sangat rendah temperatur total  $41^{\circ}$  K, kondisi lampu menyala sebanyak 6 buah temperatur  $33^{\circ}$  K, beban kaca temperatur total  $31^{\circ}$  K, beban dinding timur dan partisi temperatur  $35^{\circ}$  K

Hasil simulasi temperatur keduanya didalam ruang isolasi rata-rata menunjukkan temperatur  $33^{\circ}$ K masih sama, dengan adanya termal/buoyancy yaitu udara yang masa jenisnya lebih ringan (udara panas) akan diatas sedangkan udara yang masa jenisnya rendah (udara dingin) ada dibawah. Efek dari temperature udara langsung dapat dirasakan tubuh, kenaikan atau penurunan temperatur selalu menyebabkan perubahan sensasi termal. Misal temperatur tubuh dapat dilihat (1 tenaga medis 1 pasien) =  $40^{\circ}$  K dan 1 pasien =  $41^{\circ}$  K suhu dalam ruang isolasi  $33^{\circ}$  K maka orang akan merasakan kenyamanan termal, sebaliknya temperature tubuh jauh lebih rendah

ataupun lebih tinggi dari temperatur lingkungan maka orang akan merasakan gerah ataupun kedinginan.

Tabel 4. 30 Perbandingan hasil simulasi CFD ruang isolasi

Simulasi CFD R.isolasi	Model Kecepatan udara	Model Temperatur
1 Pasien	13,8 m/s	33 <sup>0</sup> K
(1 tenaga medis 1 pasien)	13,6 m/s	33 <sup>0</sup> K



Gambar 4. 20 Grafik perbandingan hasil simulasi CFD ruang isolasi

Dari gambar grafik menunjukkan perbandingan hasil simulasi semua model untuk pendekatan acuan simulasi ruang isolasi 1 pasien dan (1 tenaga medis 1 pasien).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

- 4.1.1 Dapat diketahui untuk meakukan modeling dan simulasi ruang isolasi
1. Menggunakan modeling aliran turbulen dalam ruang isolasi, dengan kembalinya (*outlet*) didekat pasien menggunakan 2 (*outlet*) untuk mencegah terjadinya penularan infeksi dalam pencegahan penularan bakteri penyakit menular yang bayak terdapat gas kimia yang menulari lewat udara
  2. 1 pasien = distribusi udara (*inlet*) adalah 419.5 cfm dengan kecepatan udara 0.19798195575 m/s dan kembalinya (*outlet*) adalah 335.28 cfm dengan kecepatan udara 0.158234541036 m/s
  3. (1 tenaga medis 1 pasien) = distribusi udara (*inlet*) adalah 479.1 cfm dengan kecepatan udara 0.205533114475 m/s dan kembalinya (*outlet*) adalah 348.4 cfm dengan kecepatan udara 0.16442649158 m/s
  4. Adanya pertukaran udara (ACH) dalam ruang isolasi menggunakan 12 kali/jam dengan temperatur awal 18<sup>0</sup>C menggunakan daya kompresor air conditioner (AC) sebesar 1.5Pk
- 4.1.2 Hasil dari menganalisis distribusi udara dengan temperature karakteristik visualisasi pada ruang isolasi adalah
1. Aliran kecepatan udara dalam ruangan isolasi :  
1 pasien = 13,8 m/s  
(1 tenaga medis 1 pasien) = 13,6 m/s  
memenuhi persyaratan yang dianjurkan dalam standar kenyamanan termal menurut SNI-03-6572-2001
  2. Temperatur dalam ruang isolasi :  
1 pasien = 33<sup>0</sup> K  
(1 tenaga medis 1 pasien) = 33<sup>0</sup> K

3. Dari hasil simulasi CFD ruang isolasi keduanya tidak jauh berbeda yang membedakan yaitu kecepatan udara didalam ruangan dengan adanya tambahan beban orang tenaga medis akibatnya kecepatan sedikit menurun dan hasil temperatur didalam ruang isolasi masih sama yaitu 33<sup>0</sup>K

## **5.2 Saran**

1. Agar temperatur dan aliran udara pada ruang isolasi tetap terjaga dengan nyaman, ventilasi yang ada seperti pintu dan jendela usahakan tetap dalam keadaan tertutup. Supaya udara didalam ruangan tetap terjaga
2. Dalam penambahan beban didalam ruang isolasi yang dapat mengeluarkan panas maka perlu adanya penambahan kapasitas daya kompresor air conditioner (AC) melebihi 1,5 Pk, agar tercipta kondisi yang lebih nyaman didalam ruang isolasi
3. Aliran udara dalam ruangan isolasi adalah hal yang paling penting diperhatikan untuk mempertahankan kenyamanan pasien serta pengunjung agar terhindar dari pencemaran udara maka diperlukan disen khusus untuk mempertahankan lingkungan yang ideal dan tidak menjadi sumber penyakit.

## DAFTAR PUSAKA

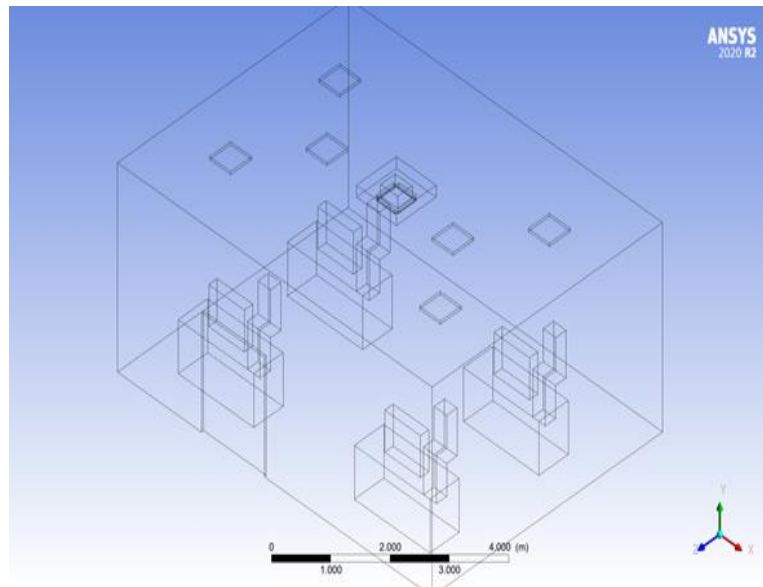
- [1] D. Sebagai *et al.*, “Analisis distribusi aliran udara pada ruangan dengan variabel temperatur dan penempatan ac menggunakan metode computational fluid dynamics (cfd),” 2017.
- [2] B. Nugroho, P. Studi, T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Surakarta, “ALIRAN UDARA DALAM RUANGAN DENGAN SATU UNIT AC TIPE SPLIT DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA,” 2017.
- [3] F. T. Ui, “Simulasi dan..., Rahmat Agung Sanjaya, FT UI, 2008,” 2009.
- [4] N. Murniati, “ARTIKEL PENELITIAN Hubungan Suhu dan Kelembaban dengan Keluhan Sick Building Syndrome pada Petugas Administrasi Rumah Sakit Swasta X,” vol. 07, no. 03, pp. 148–154, 2018.
- [5] B. Talarosha, “Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan.”
- [6] E. P. Rahayu, Z. Saam, and D. Afandi, “Kualitas Udara Dalam Ruang Rawat Inap Di Rumah Sakit Swasta Tipe C Kota Pekanbaru Ditinjau Dari Kualitas Fisik,” pp. 55–59, 2019.
- [7] S. Arikunto, “Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik,” 2006.
- [8] Sugiyono, “Metode Penelitian Adminitrasi,” 2002.
- [9] F. Karlingger, “Asas-Asas Penelitian Adminitrasi,” 2006.
- [10] S. K. 2015, “Analisis dan uji teknis pada jabatan kerja ahli perencanaan sistem tata udara,” 2015.
- [11] N. E. Wijesundera, “Cooling and Heating Load Calculations,” *Principles of Heating, Ventilation and Air Conditioning with Worked Examples*. pp. 447–528, 2016, doi: 10.1142/9789814667777\_0010.
- [12] S. N. Indonesia, “Konsetvasi energi sistem tata,” 2011.
- [13] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “Keputusan Menteri

Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MenKes/413/2020  
Tentang Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Corona Virus Disease  
2019 (Covid-19),” *MenKes/413/2020*, vol. 2019, p. 207, 2020.

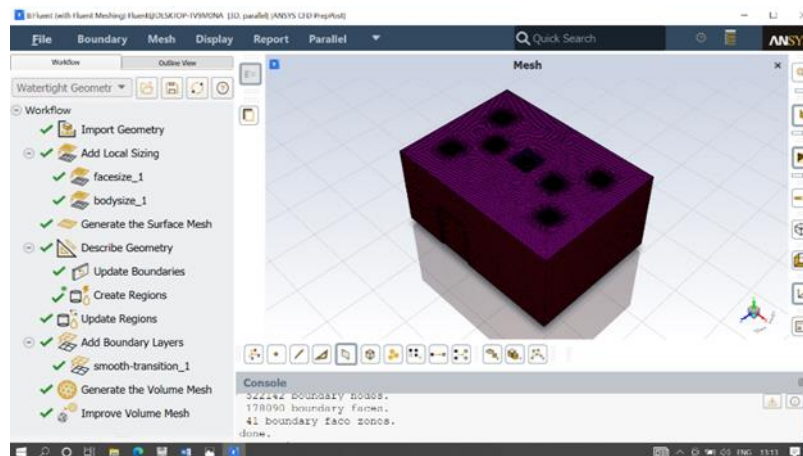
- [14] Standar Nasional Indonesia, “Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung,” *Sni 03 - 6572 - 2001*, pp. 1–55, 2001.

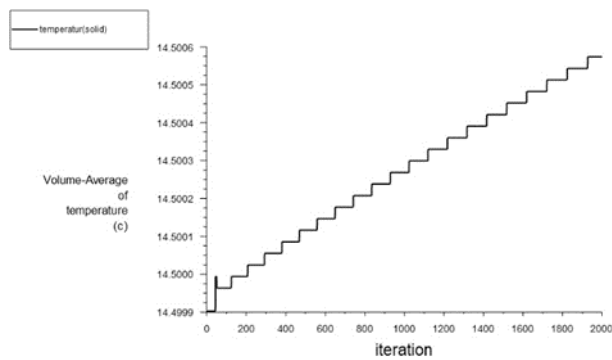
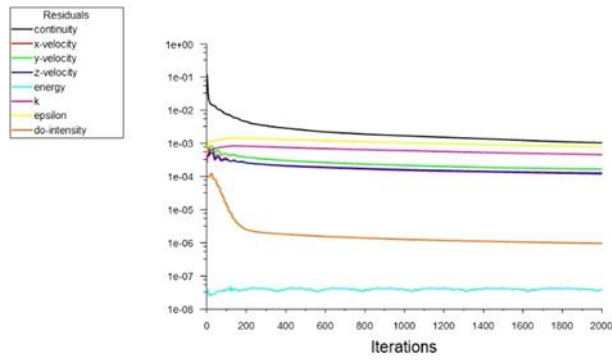
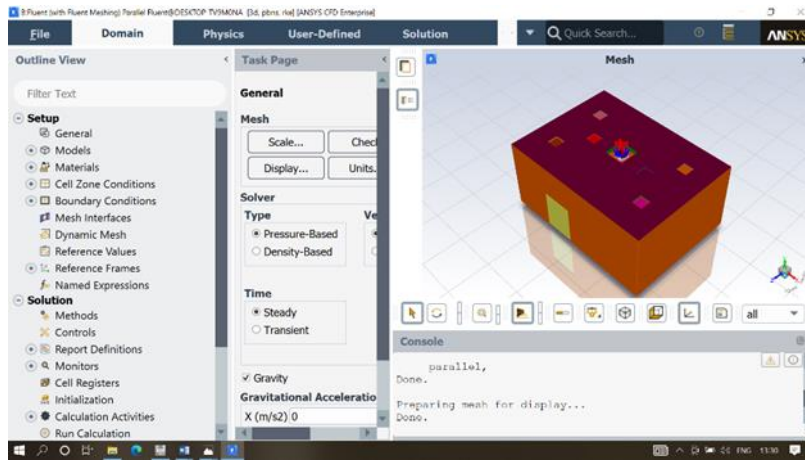
## LAMPIRAN

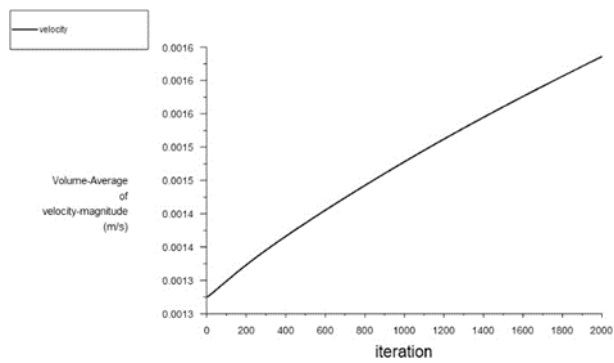
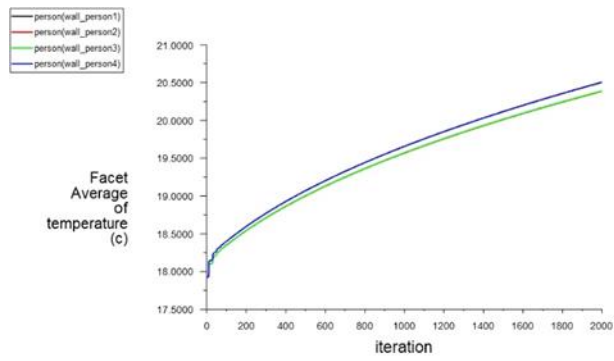
Lampiran 1. 1 Percobaan awal simulasi ruang kantor



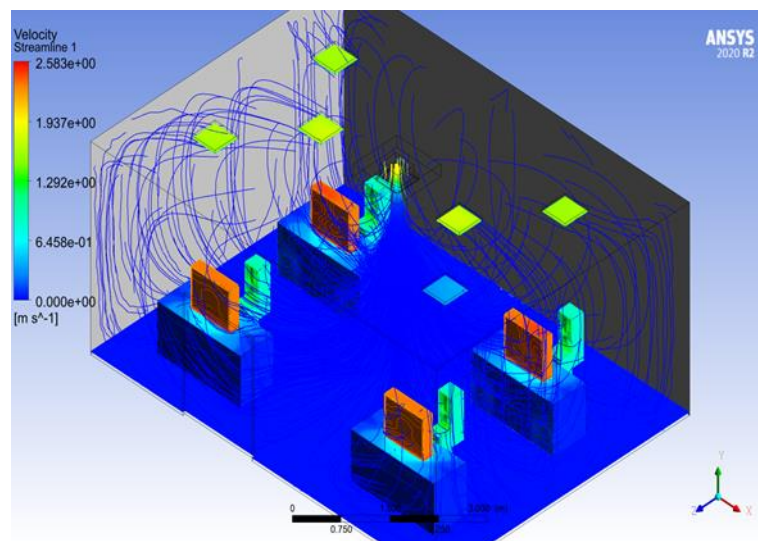
Lampiran 1. 2 Evaluasi dan validasi ruang kantor



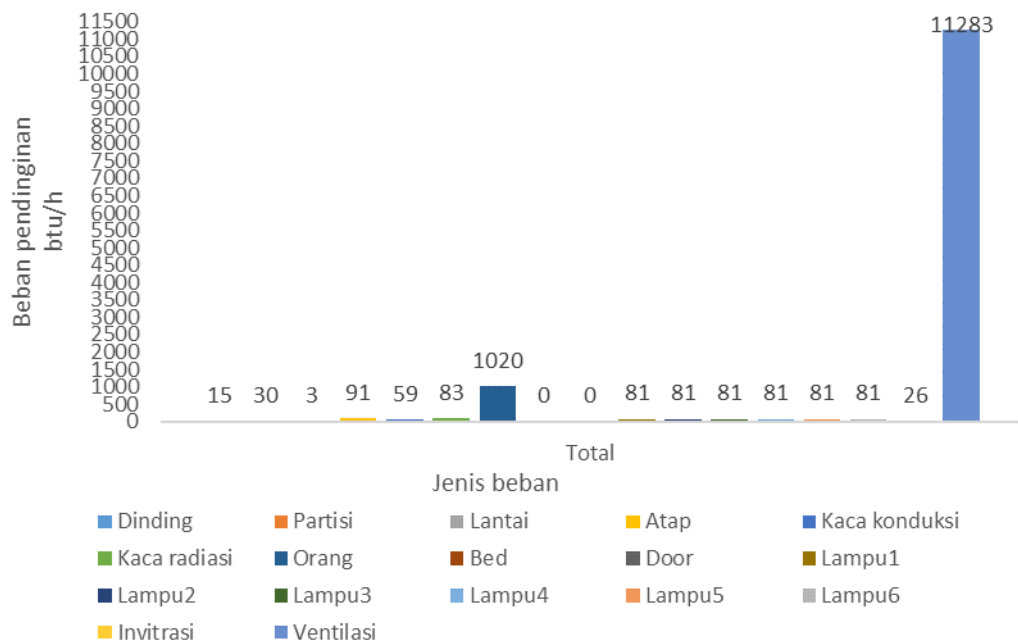
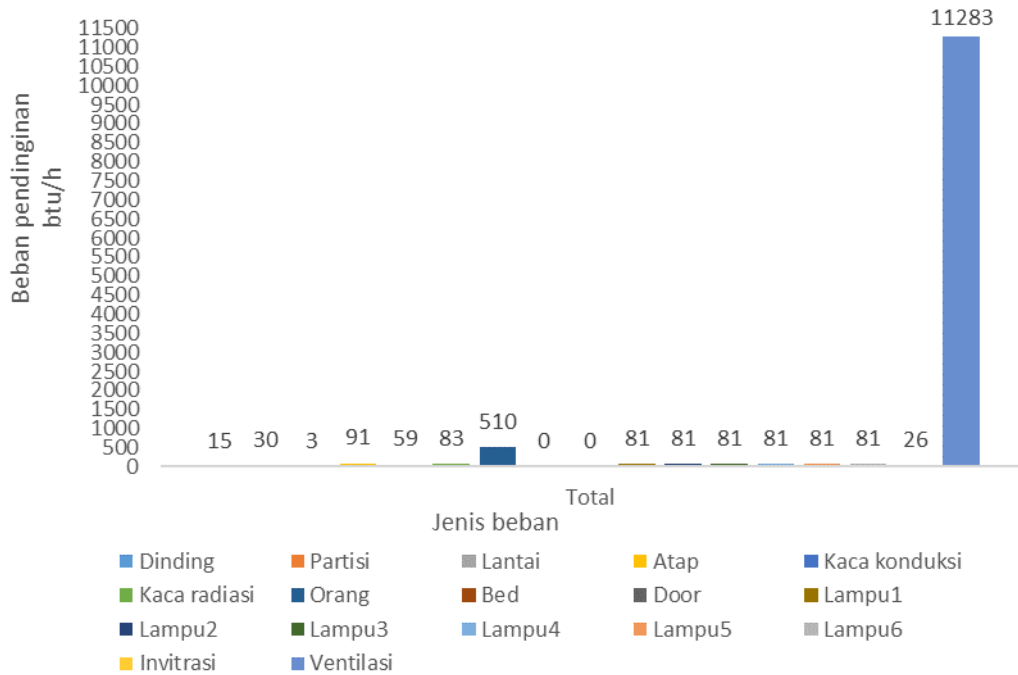




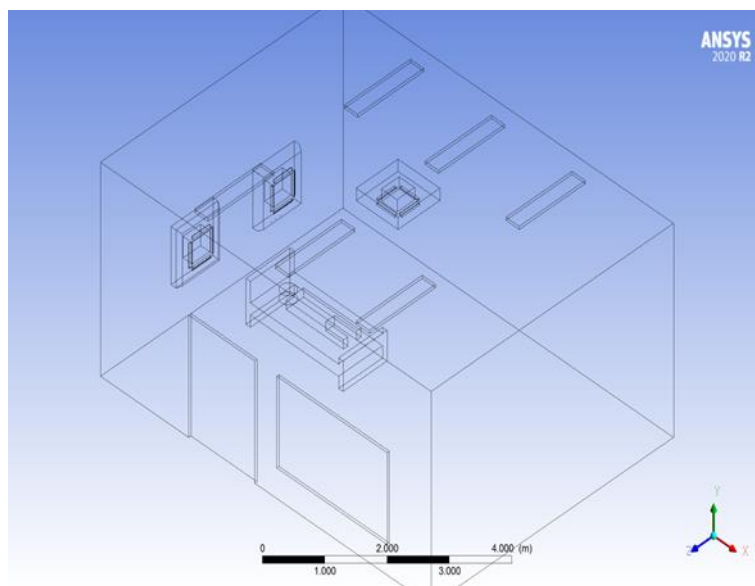
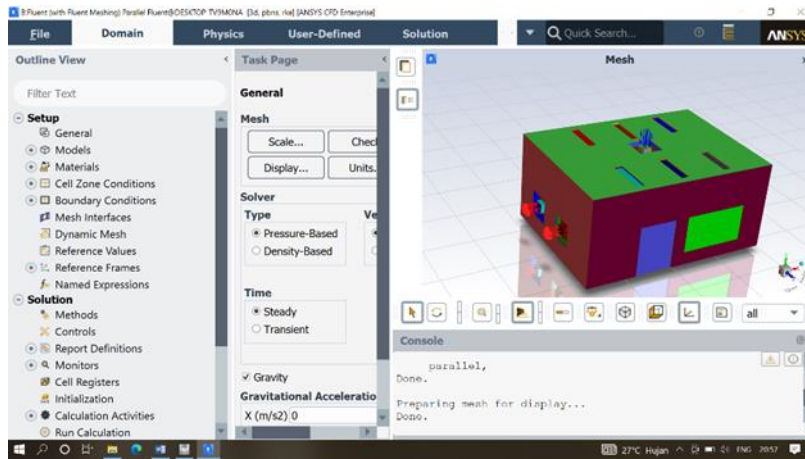
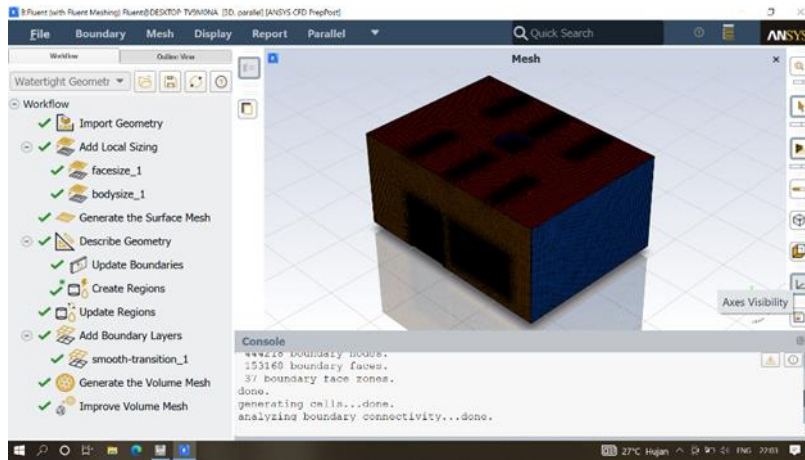
Lampiran 1. 3 Hasil simulasi (CFD) ruang kantor



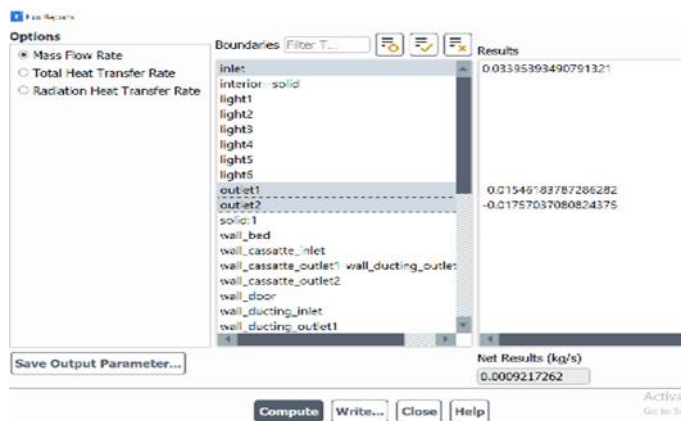
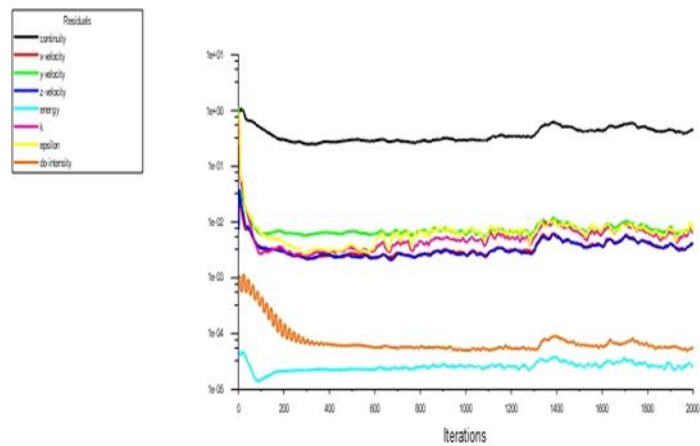
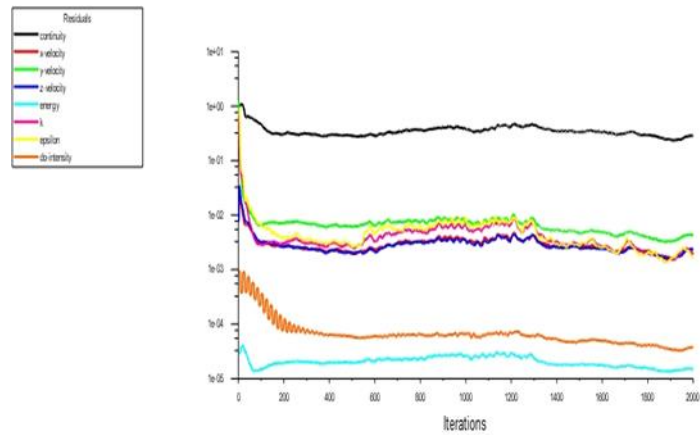
Lampiran 2. 1 Percobaan kedua ruang isolasi







## Lampiran 2. 2 Evaluasi dan validasi ruang isolasi



Flux Reports

Options

- Mass Flow Rate
- Total Heat Transfer Rate
- Radiation Heat Transfer Rate

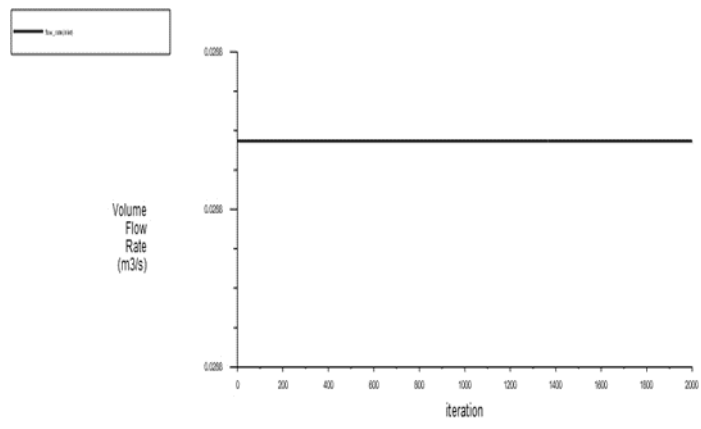
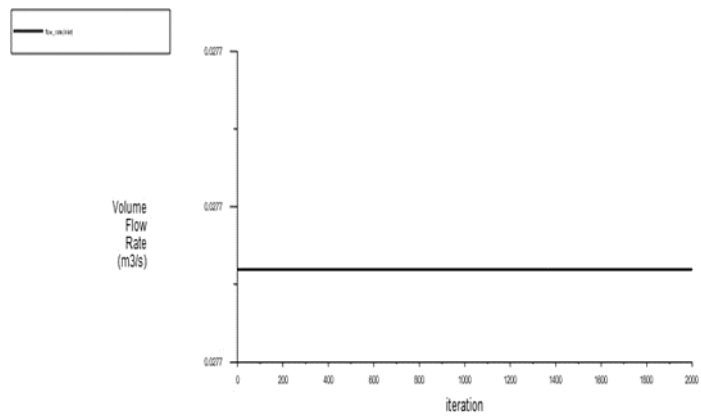
Boundaries Filter Text

Boundary	Results
light1	0.03524853854791503
light2	
light3	
light4	
light5	
light6	
outlet:1	
outlet:2	
solid:1	-0.01684807054698457
tval_load	-0.01732854591967133
tval_cassette_inlet	
tval_cassette_outlet1	
tval_cassette_outlet2	

Save Output Parameter...

Net Results (kg/s)  
0.001071522

Compute Write... Close Help



Lampiran 2. 3 Hasil simulasi (CFD) ruang isolasi

