DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ..... **i**
DAFTAR GAMBAR ..... **ii**
DAFTAR TABEL ..... **ii**
BAB 1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
BAB 2. TARGET LUARAN **2**
BAB 3. METODE **2**
3.1 Diagram Alir Penelitian 2
3.2 Identifikasi Masalah 3
3.3 Studi Literatur dan Pengumpulan Data 3
3.4 Pembuatan Geometri 4
3.5 Simulasi *Computional Fluid Dynamics* 5
3.6 Validasi Hasil Simulasi 5
3.7 Perhitungan Konsumsi Energi 6
3.8 Analisis Data dan Pembahasan 6
BAB 4. HASIL YANG DICAPAI **6**
4.1 Validasi Hasil Simulasi 6
4.2 Perhitungan Konsumsi Energi 7
4.3 Analisis Data dan Pembahasan 8
4.4 Analisis Konsumsi Energi 10
BAB 5. POTENSI HASIL **10**
BAB 6. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA **10**
LAMPIRAN **11**
Lampiran 1. Pengunaan Dana 11
Lampiran 2. Bukti-bukti Pendukung Kegiatan 18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....3
Gambar 4.1 Desain Ruang Isolasi (i) *iso-view*; (ii) *top-view* 6
Gambar 4.2 Jalur Partikulat dengan *Supply Air* di Langit-Langit 8
Gambar 4.3 Jalur Partikulat dengan *Supply Air* di Dinding 8
Gambar 4.4 Hubungan Temperatur Ruangan terhadap Perubahan ACH.....9
Gambar 4.5 Jalur Partikulat Variasi 9-14 28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Desain Penempatan *Supply* dan *Exhaust Air* Ruang Isolasi 4
Tabel 3.2 Variasi ACH pada Penelitian Desain Ruang Isolasi 5
Tabel 4.1 Karakteristik *Droplet*.....7
Tabel 4.2 Hasil *Grid Independence Study*.....7

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada kondisi pandemi saat ini ruang isolasi menjadi salah satu cara dalam menanggulangi penyebaran penyakit yang dapat ditularkan melalui mikroorganisme seperti virus. Hal tersebut dikarenakan beberapa virus memiliki sifat yang dapat menular melalui kontak langsung, percikan (*droplet*), atau bahkan menyebar lewat udara (*airborne*), sehingga ruang isolasi digunakan untuk mengontrol dan mencegah penyebaran penyakit dari penderita. Ruang isolasi harus didesain dan dikondisikan sesuai standar agar mendapatkan hasil yang optimal dalam menanggulangi penyebaran. Salah satu kondisi yang perlu diperhatikan saat membangun ruang isolasi adalah pengondisian udara. Pengondisian udara di ruang isolasi menjadi penting mengingat ruang isolasi merupakan sumber dari virus berbahaya yang bisa menimbulkan banyak masalah kesehatan baik kepada petugas, perawat, maupun dokter. Maka dari itu menurut Direktorat Bina Upaya Kesehatan, untuk mencegah berkembangbiaknya mikroorganisme tersebut dilakukan pengaturan pengondisian udara meliputi temperatur, kelembaban udara relatif, kebersihan dengan cara filtrasi, tekanan ruangan, dan distribusi udara di dalam ruangan.

Menurut jurnal Jacob dkk. tahun 2019, dalam menangani pasien yang memiliki penyakit dari virus menular melalui udara seperti Tuberculosis dan SARS dibutuhkan ruang isolasi kelas N. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia telah menetapkan kriteria pengondisian udara ruang isolasi kelas N. Kriteria tersebut mencakup pergantian udara 12 kali per jam untuk ruang pasien isolasi, temperatur ruang perawatan 24-26° Celsius, kelembapan relatif udara ruang pasien antara 45% - 60% RH, tekanan udara ruang pasien terhadap koridor adalah -15 Pa, *diffuser* supplai udara dengan filter medium dan filter pre ditempatkan di langit-langit area kaki ruang isolasi perawatan pasien, dan sistem filtrasi udara buang minimal menggunakan HEPA filter ditempatkan di dinding samping kiri atau kanan tempat tidur pasien. Untuk memenuhi standar tersebut, energi yang dikonsumsi oleh sistem pengondisian udara di ruang isolasi tentunya sangat besar. Berdasarkan analisis audit energi pada jurnal Suharto dkk. tahun 2016 menyebutkan bahwa ruangan ber AC masuk di kategori yang ruangan yang paling boros dalam konsumsi energi.

Banyak penelitian sebelumnya yang telah meneliti desain pengondisian udara yang efektif dan efisen dalam menekan penyebaran kontaminasi di ruang isolasi. Menurut penelitian Jacob dkk. pada tahun 2019, permasalahan dasar pada ruang isolasi adalah letak penempatan ventilasi suplai dan pembuangan udara. Selain letak ventilasi, permasalahan dasar lainnya adalah menentukan cepatnya pergantian udara per jamnya (ACH). Memarzadeh & Xu pada tahun 2012 mensimulasikan berbagai konfigurasi sistem ventilasi dan menyimpulkan bahwa faktor dominan yang mempengaruhi transmisi kontaminan adalah letak sistem ventilasi dan bukan pergantian udara per jamnya (ACH). Namun, pada penelitian tersebut besarnya

ACH yang digunakan jauh lebih rendah dari standar ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) maupun Kemenkes.

Dari penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, belum ada yang membahas analisis konsumsi energi yang harus dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan pengondisian udara ruang isolasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengondisian udara ruang isolasi yang lebih efektif dalam mengurangi penyebaran penyakit dan lebih efisien dalam konsumsi energi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *Computational Fluid Dynamic* (CFD) dengan menvariasikan tata letak ventilasi dan besarnya pergantian udara per jamnya (ACH). Penelitian ini berupaya mendesain pengondisian udara yang lebih efektif dan efisien untuk digunakan di ruang isolasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perancangan sistem pengondisian udara yang lebih efektif dalam mengurangi penyebaran penyakit untuk ruang isolasi berdasarkan metode *Computational Fluid Dynamic* (*CFD*)?
2. Bagaimana perancangan sistem pengondisian udara yang nyaman secara termal dan lebih efisien dalam konsumsi energi untuk ruang isolasi?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan perancangan sistem pengondisian udara yang lebih efektif dalam mengurangi penyebaran penyakit untuk ruang isolasi berdasarkan metode *Computational Fluid Dynamic* (*CFD*)?
2. Untuk mendapatkan perancangan sistem pengondisian udara yang nyaman secara termal dan lebih efisien dalam konsumsi energi untuk ruang isolasi?

BAB 2. TARGET LUARAN

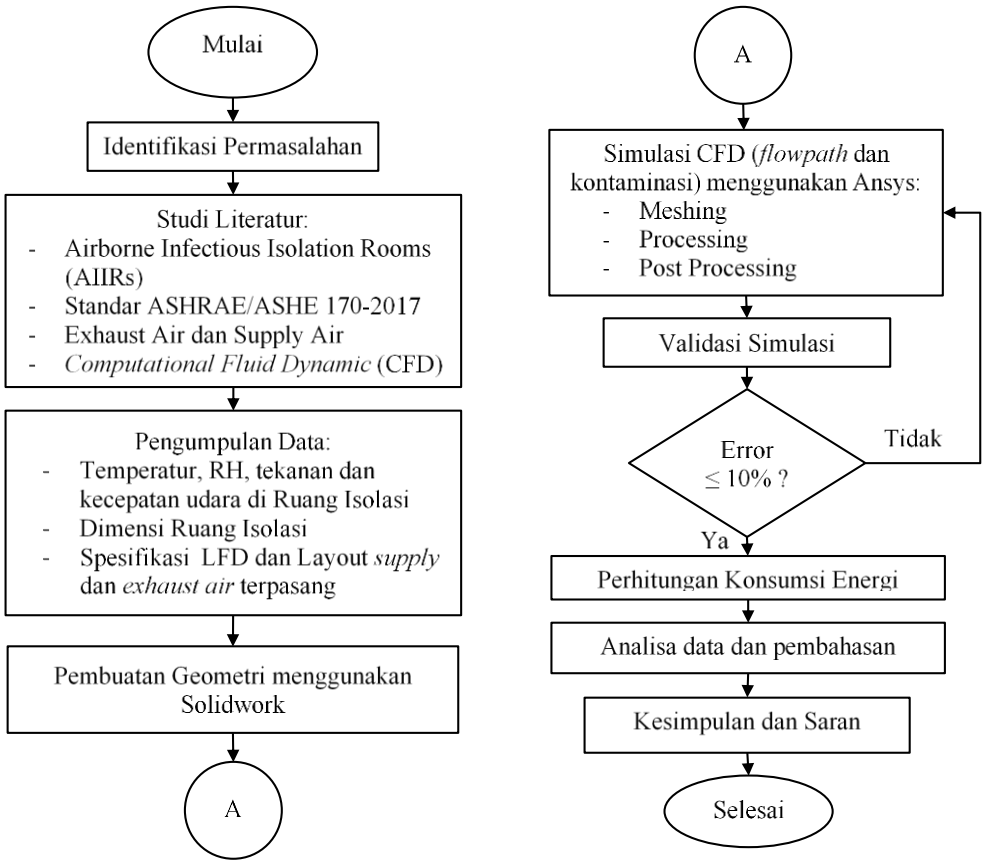
Target luaran pada Program Kreatifitas Mahasiswa Riset (PKM-R) ini yang berjudul “Optimalisasi Pengondisian Udara dalam Mengurangi Penularan Virus dan Konsumsi Energi di Rumah Sakit Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*” adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan laporan kemajuan yang memuat progres pelaksanaan penelitian
2. Menghasilkan laporan akhir yang memuat laporan keseluruhan kegiatan penelitian
3. Menghasilkan artikel ilmiah yang memuat tentang temuan yang dihasilkan dalam penelitian dan ditargetkan dipublikasi pada jurnal bereputasi

BAB 3. METODE

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal bereputasi dan *datasheet* serta data primer hasil simulasi CFD menggunakan software Ansys. Tahapan penelitian PKM-R ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi masalah terhadap ruang isolasi di rumah sakit. Masalah yang ditemukan diantaranya belum optimalnya pengondisian udara di ruang isolasi rumah sakit. Hal ini terbukti dari studi pada tahun 2004 ditemukan bahwa 14,6% kematian pasien rawat inap disebabkan infeksi nosokomial (infeksi yang terjadi di rumah sakit). Tingginya infeksi nosokomial dipengaruhi oleh penyebaran penyakit menular melalui udara di dalam ruangan yang berhubungan erat dengan ventilasi dan arah aliran udara. Penularan melalui udara tersebut menjadi perhatian serius karena tidak hanya dapat menular dari pasien ke pasien, namun juga dapat menginfeksi petugas kesehatan yang memiliki kontak langsung dengan pasien terpapar.

3.3 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Setelah melakukan identifikasi masalah, penelitian dilanjutkan dengan melakukan studi literatur berupa dasar teori maupun penelitian-penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya. Adapun dasar teori yang diliterasi diantaranya standar ASHRAE/ASHE 170-2017 yang merupakan rujukan utama yang diterbitkan ASHRAE dalam mendesain pengondisian udara di fasilitas-fasilitas kesehatan termasuk salah satunya *Airborne Infectious Isolation Rooms* (AIIRs) yang menjadi objek utama dalam penelitian ini. Selain itu juga dilakukan studi literatur terhadap *computational fluid dynamics* (CFD) yang merupakan metode

simulasi dalam penelitian ini untuk mengetahui pola distribusi udara (*flowpath*) dan tingkat kontaminasi di ruangan isolasi. Sementara untuk penelitian sebelumnya yang diliterasi meliputi penelitian pengondisian udara di ruang isolasi dengan variasi udara suplai (*supply air*) dan udara pembuangan (*exhaust air*) dari jurnal-jurnal bereputasi.

3.4 Pembuatan Geometri

Setelah melakukan studi literatur terkait desain *Airborne infectious isolation rooms* atau AIIRs, maka penelitian dilanjutkan dengan melakukan pembuatan geometri ruangan. Pembuatan geometri ruangan menggunakan *software* Ansys SpaceClaim yang sebelumnya menggunakan *software* Solidwork. Ansys SpaceClaim digunakan agar pekerjaan lebih efisien karena *software* simulasi yang digunakan juga dari keluarga Ansys, yaitu Ansys Fluent. Geometri yang dibuat meliputi ruangan dan dimensinya serta peralatan seperti tempat tidur pasien dan manusia yang berada di dalam ruangan seperti petugas kesehatan dan pasien terpapar. Selain itu, pada pembuatan geometri juga meninjau peletakan *supply air* dan *exhaust air*. Hal ini dikarenakan, penempatan dari *supply air* dan *exhaust* air dapat mempengaruhi profil udara didalam ruangan serta penempatan yang tepat dapat mengurangi resiko paparan virus ke petugas kesehatan. Berdasarkan hal tersebut, maka desain ruangan isolasi di variasikan untuk mengetahui desain ruang isolasi yang lebih efektif dalam mengurangi penularan virus. Terdapat perubahan variasi *Exhaust Air Location* yang awalnya 30 cm dan 100 cm menjadi 10 cm untuk mengetahui perbedaan jalur partikel saat *exhaust* diatas kepala dan di bawah kepala.

Tabel 3.1 Variasi Desain Penempatan *Supply* dan *Exhaust Air* Ruang Isolasi

Kasus	***Supply Flow Rate***	***Supply Air Location***	***Exhaust Air Location***
1	6 ACH	Langit-langit	Dinding, Kanan dan kiri pasien
2	6 ACH	Langit-langit	Dinding, 10 cm diatas kepala pasien
3	6 ACH	Langit-langit	Langit-langit
4	6 ACH	Langit-langit	Dinding, 10 cm dibawah kepala pasien
5	6 ACH	Dinding	Dinding, Kanan dan kiri pasien
6	6 ACH	Dinding	Dinding, 10 cm diatas kepala pasien
7	6 ACH	Dinding	Langit-langit
8	6 ACH	Dinding	Dinding, 10 cm dibawah kepala pasien

Selain variasi penempatan *exhaust* dan *supply air*, juga dilakukan variasi terhadap jumlah pertukaran udara dalam 1 jam (ACH). Hal ini dilatarbelakangi oleh penelitian yang dilakukan oleh Memarzadeh & Xu (2012) menyebutkan bahwa ACH tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap mengurangi kontaminasi virus melalui udara di ruangan isolasi jika kecepatannya dibawah 12 ACH. Sementara berdasarkan panduan yang dikeluarkan oleh CDC (2003) dan ASHRAE (2018) dikemukakan bahwa ACH mampu mengurangi kontaminasi virus udara dengan standar minimal untuk ruang isolasi adalah 12 ACH. Maka dari itu, pada penelitian

ini ditambahkan variasi 12 dan 14 ACH untuk melihat pengaruh ACH dalam mengurangi kontaminasi virus melalui udara di ruangan isolasi.

Tabel 3.2 Variasi ACH pada Penelitian Desain Ruang Isolasi

Kasus	*Supply Flow Rate*	*Supply Air Location*	*Exhaust Air Location*
9	4 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien
10	6 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien
11	8 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien
12	10 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien
13	12 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien
14	14 ACH	Langit-langit	Dinding, kanan dan kiri pasien

3.5 Simulasi *Computional Fluid Dynamics*

Pada penelitian ini dilakukan simulasi menggunakan metode CFD yaitu pendekatan untuk memprediksi aliran fluida, transfer panas dan massa serta fenomena fluida lainnya dengan perhitungan matematis berdasarkan *finite element* yang diolah secara komputasi. Simulasi pada penelitian ini menggunakan aplikasi Ansys Fluent dikarenakan *software* ini memiliki banyak fitur yang mendukung penelitian kami. Simulasi dimulai dengan *meshing* yaitu membagi geometri menjadi grid-grid tertentu sebagai kontrol volume yang dilanjutkan dengan *processing* yaitu penetuan kondisi batas, pemilihan jenis fluida, jumlah iterasi optimum yang akan dilakukan serta batas konvergensi yang optimum. Tahap terakhir pada simulasi CFD adalah *post-processing* yaitu menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik, gambar atau animasi yang mewakili kondisi tertentu.

Parameter simulasi yang ditinjau pada penelitian ini adalah aliran udara (*flowpath*) di dalam ruangan isolasi yang mengalir dari *supply air* menuju *exhaust air* tanpa terjadinya resirkulasi untuk setiap variasinya. Peninjauan *flowpath* ini bertujuan untuk menganalisa pergerakan udara agar dapat mengalir dari area bersih (petugas kesehatan) menuju area terkontaminasi (pasien terpapar). Selain itu, parameter yang ditinjau adalah distribusi kontaminan didalam ruangan dalam satuan ppm untuk setiap variasinya.

3.6 Validasi Hasil Simulasi

Validasi hasil simulasi bertujuan untuk membuktikan kebenaran hasil simulasi yang dapat dilakukan dengan membandingkan pengukuran langsung dengan hasil simulasi atau dengan membandingkan hasil studi eksperimental sejenis dengan hasil simulasi. Menurut Zhai & Osborne (2013), penyimpangan hasil (*error*) maksimum yang diizinkan pada sebuah simulasi menggunakan CFD adalah 10% sehingga nilai *error* yang melebihi batas tersebut dapat dikatakan hasil simulasi tidak valid. Pada simulasi ini, penelitian yang diajukan sebagai pembanding adalah penelitian yang dilakukan oleh Cho dkk. pada tahun 2019 karena salah satu variasi penelitian merupakan pengaturan yang sejenis.

3.7 Perhitungan Konsumsi Energi

Perhitungan konsumsi energi sesuai dengan tujuan penelitian kedua yaitu menentukan variasi paling optimum yaitu variasi terbaik dengan konsumsi energi terendah. Perhitungan konsumsi energi berdasarkan persamaan berikut:

$$IKE = \frac{Total\ kWh}{Luas\ Lantai\ Total}$$

Total kWh setiap variasi berbeda terutama variasi 9 hingga 13 yang memiliki nilai ACH yang berbeda. Hal ini dikarenakan ventilasi yang digunakan adalah ventilasi mekanik, maka perbedaan ACH dipengaruhi oleh kecepatan suplai udara oleh LFD yang akan mempengaruhi daya mesin pendingin.

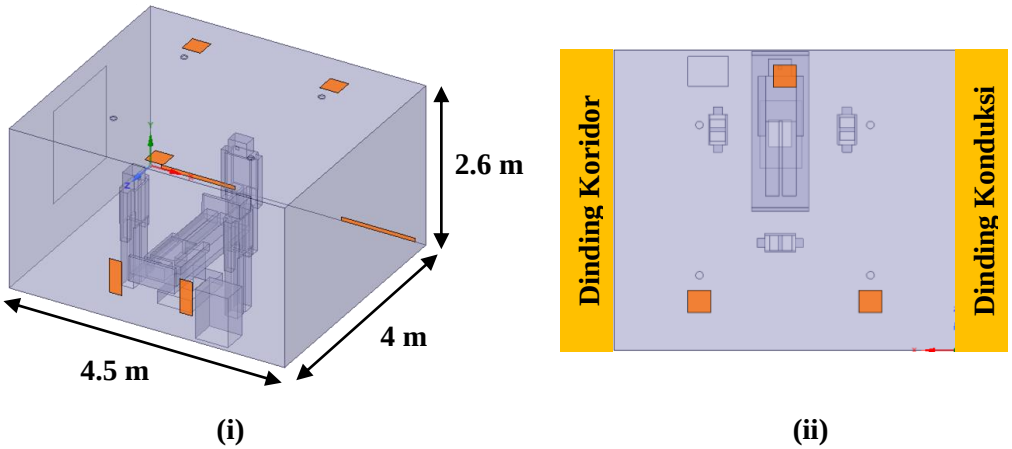
3.8 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan berdasarkan dua luaran yaitu hasil simulasi dan perhitungan konsumsi energi untuk setiap variasi. Pada luaran hasil simulasi, analisis yang dilakukan adalah pola aliran udara (*flowpath*) dan distribusi kontaminan. Sementara pada luaran perhitungan konsumsi energi, analisis dilakukan terhadap variasi yang memiliki konsumsi terendah berdasarkan hasil perhitungan. Berdasarkan dua luaran tersebut ditentukan variasi optimum untuk dijadikan desain rekomendasi ruangan isolasi yaitu variasi dengan pola aliran udara dan distribusi kontaminan yang sesuai standar dan konsumsi energi paling rendah.

BAB 4. HASIL YANG DICAPAI

4.1 Hasil Studi Literatur

Hasil studi literatur meliputi geometri ruang, transfer panas dan karakteristik *droplet* di ruang isolasi. Geometri ruang isolasi tipe-N dibangun sesuai standar yang dikeluarkan oleh CDC (2003) dengan ukuran lantai 18 m^2 dan tinggi 2,6 m dengan detail sebagai berikut. Ruang isolasi umumnya dihuni oleh 1 pasien dan 3 perawat serta peralatan lain seperti tempat tidur, meja, dan lampu ruangan.



Gambar 4.1 Desain Ruang Isolasi (i) *iso-view*; (ii) *top-view*

Ruang isolasi dibangun dengan dengan asumsi yaitu seluruh partisi seperti dinding, langit-langit, dan lantai tidak mentransfer panas ke ruang isolasi, kecuali dinding konduksi dan dinding koridor. Hal ini dikarenakan dinding konduksi merupakan dinding yang terpapar matahari langsung, sementara dinding koridor

berbatasan langsung dengan koridor rumah sakit yang memiliki suhu ruang lebih tinggi dari ruang isolasi sehingga terjadi transfer panas dari lingkungan ke ruang isolasi. Detail panas yang ditransfer ke ruang isolasi terdapat di Lampiran 3.

Virus ditransmisikan melalui media *droplet* yang keluar dari mulut atau hidung manusia. Pada kondisi normal, pasien akan berbicara dengan perawat yang memungkinkan terjadinya transmisi *droplet* dari pasien ke perawat di ruang isolasi. Menurut Komperda (2021), *droplet* yang keluar dari mulut pasien menyebar dengan distribusi Rosin-Rammler yaitu diameter *droplet* akan mengecil pada jarak tertentu, berikut detailnya.

Tabel 4.1 Karakteristik *Droplet*

Parameter	**Nilai**
Temperatur Partikel	310 K
Min. Diameter *Droplet*	2.00E-05 m
Max. Diameter *Droplet*	2.20E-04 m
Mean. Diameter *Droplet*	1.18E-04 m
Spread Parameter	2.9329
Mass Flowrate	2.70E-04 kg/s
Kecepatan Pelepasan	0.68 m/s

4.2 Verifikasi Hasil Simulasi

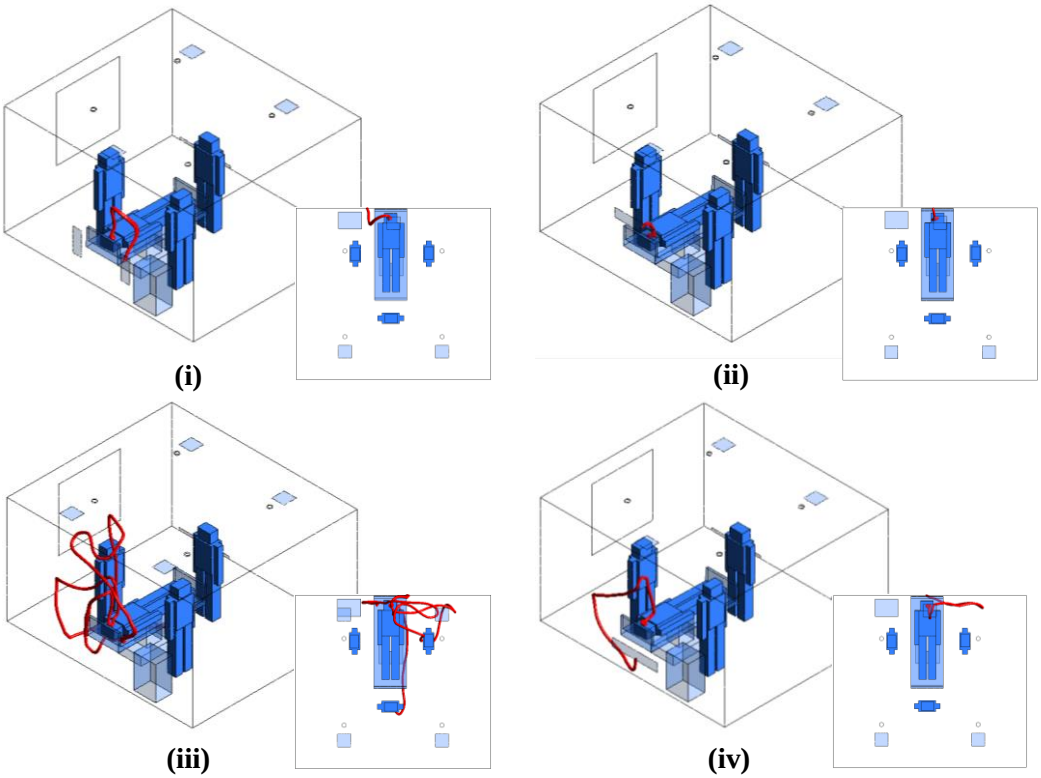
Verifikasi hasil simulasi adalah suatu proses untuk menentukan implementasi model telah akurat merepresentasikan deskripsi konseptual. Menurut Wong dkk. (2019), salah satu metode verifikasi hasil simulasi adalah *grid independence study* yaitu pengujian untuk menemukan jumlah elemen terbaik dengan nilai *error* minimal dari suatu parameter dimana beberapa studi menjelaskan, *error* yang diizinkan tidak melebihi 5%. Pada simulasi ini, dilakukan pengujian terhadap beberapa jumlah elemen dengan parameter uji adalah kecepatan udara, temperatur, dan tekanan ruangan dan ditemukan bahwa jumlah elemen yang dapat digunakan adalah 437 ribu element.

Tabel 4.2 Hasil *Grid Independence Study*

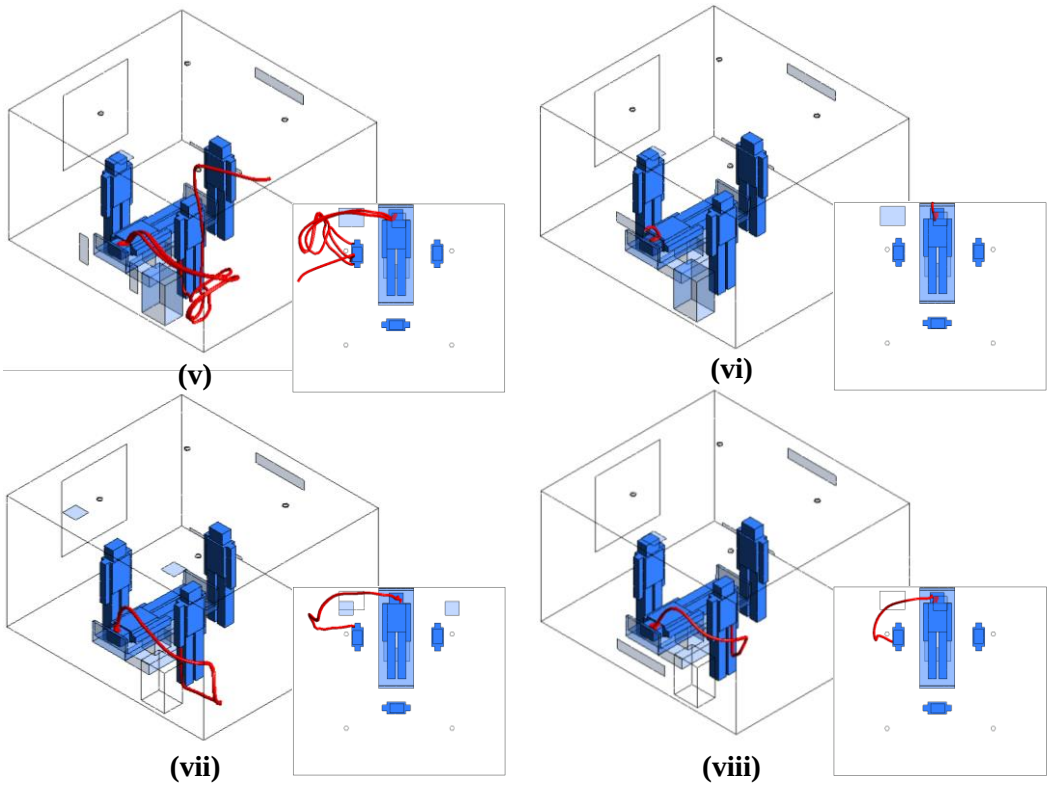
Elements	**Vout**	**Error**	**Tout**	**Error**	**Pout**	**Error**
	m/s	**%**	**K**	**%**	**Pa**	**%**
326788	0.059	-	298.91	-	0.492	-
370053	0.059	0.7%	298.908	0.00%	0.495	0.67%
408506	0.060	2.0%	298.843	0.02%	0.494	0.25%
427773	0.063	5.0%	298.856	0.00%	0.490	0.68%
437165	0.063	0.1%	298.907	0.02%	0.493	0.61%
475167	0.065	3.1%	298.954	0.02%	0.491	0.54%

4.3 Hasil Simulasi

1. Variasi Lokasi *Supply Air* (SA) dan *Exhaust Air* (EA)



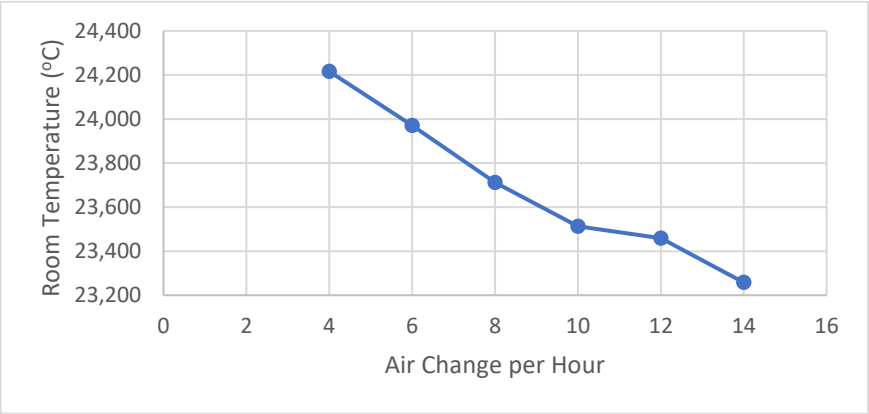
Gambar 4.2 Jalur Partikulat dengan *Supply Air* di Langit-Langit



Gambar 4.3 Jalur Partikulat dengan *Supply Air* di Dinding

Sementara pada variasi 5-8 dengan lokasi SA di dinding, terlihat bahwa hanya variasi 6 yang memiliki jalur partikulat lebih aman dibanding variasi lainnya, meskipun variasi 5 dan 8 memiliki EA yang berlokasi didekat kepala pasien. Hal ini terjadi akibat lokasi SA yang berada di dinding memiliki vector kecepatan pelepasan udara pada arah Z+ yang berarti udara dari SA dilepaskan langsung menuju kepala pasien sehingga partikulat yang bersumber dari mulut dengan kecepatan pelepasan lebih kecil dibanding udara SA saling bertabrakan dan partikulat menyebar secara random.

Penelitian dilanjutkan dengan menganalisa pengaruh ACH (variasi 9-14) terhadap jalur partikulat serta parameter kenyamanan termal menggunakan lokasi SA berada di langit-langit dan EA di kanan-kiri pasien yang merupakan variasi terbaik menurut penelitian tahun 2019 dan telah digunakan di beberapa rumah sakit. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perbedaan ACH tidak berpengaruh signifikan terhadap jalur partikulat yang mungkin hadir di ruang isolasi seperti yang ditampilkan pada Lampiran 4. Akan tetapi, perbedaan ACH berpengaruh signifikan terhadap parameter kenyamanan termal seperti temperature ruangan yang semakin menurun saat terjadi peningkatan ACH.



Gambar 4.4 Hubungan Temperatur Ruangan terhadap Perubahan ACH

Berdasarkan standar ASHRAE/ASHE 170-2017 tentang AC di *clean room*, ruang isolasi mencapai kondisi nyaman saat temperatur ruangan berkisar 21-24 ^{o}C dengan pergantian udara minimal 6 kali setiap jamnya. Kondisi tersebut tidak dapat dipenuhi pada variasi 9 dengan temperature 24,2 ^{o}C dan hanya terjadi 4 ACH, sehingga dalam aplikasinya variasi dengan ACH $\geq$ 6 adalah yang direkomendasikan untuk di gunakan di ruang isolasi rumah sakit.

4.4 Analisis Konsumsi Energi

Studi yang dilakukan Ji dan Qu (2019), ditemukan bahwa *Air Conditioner* mengonsumsi hingga 50% energi listrik di rumah sakit. Hal ini berkaitan dengan upaya mencapai kondisi nyaman secara termal dan mengurangi terjadinya infeksi. Pada kasus ruang isolasi, konsumsi energi listrik bersumber dari lampu serta system AC dengan nilai konsumsi energi yang berbeda untuk setiap perubahan ACH dengan detail sebagai berikut.

Tabel 4.3 Konsumsi Energi Ruang Isolasi

ACH	Lampu		AC		Total Energy Usage
	Watt	hr	Watt	hr	kWh
4	46.4	18	112.0411	24	3.524187508
6	46.4	18	127.7284	24	3.90068174
8	46.4	18	145.6121	24	4.329890203
10	46.4	18	165.9997	24	4.819193593
12	46.4	18	189.2419	24	5.377006006
14	46.4	18	215.7383	24	6.01291962

Berdasarkan data di atas terlihat, bahwa peningkatan ACH berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi energi. Hal ini dikarenakan, nilai ACH dipengaruhi oleh laju aliran udara yang merupakan hasil kerja dari kipas.

BAB 5. POTENSI HASIL

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa hasil yang berpotensi menghasilkan:

1. Rekomendasi Desain ruang isolasi yang lebih efektif dalam mengurangi penularan virus berdasarkan prediksi metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
2. Rancangan sistem ventilasi ruang isolasi yang lebih efisien dalam penggunaan energi berdasarkan rekomendasi perhitungan indeks konsumsi energi.
3. Artikel ilmiah dengan judul "Optimalisasi Pengondisian Udara dalam Mengurangi Penularan Virus dan Konsumsi Energi di Rumah Sakit Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*" yang berpeluang dipublikasikan di *Journal of Engineering and Technological Science* (Scopus Q3).

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Program Kreatifitas Mahasiswa Riset (PKM-R) ini yang berjudul "Optimalisasi Pengondisian Udara dalam Mengurangi Penularan Virus dan Konsumsi Energi di Rumah Sakit Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*" telah dijalankan sebesar 95%. Kegiatan yang belum terselesaikan sebesar 5% yaitu penyusunan laporan akhir yang merupakan salah satu luaran PKM-R ini.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengunaan Dana

1.	Pemasukan	
No	Keterangan	Total (Rp)
1.	Pendanaan PKM 2021	Rp. 8.000.000
	• TOTAL PEMASUKAN (Rp)	Rp. 8.000.000
2.	Pengeluaran	
No	Keterangan	Total (Rp)
1	Pembelian Video Pelatihan Solidwork	Rp. 186.500
2	Pembelian Meja Laptop untuk Anggota (Akmal)	Rp. 90.100
3	Pembelian Pulsa Anggota Bulan Juli	Rp. 506.000
4	Pembelian Zoom Bulan Juli	Rp. 55.600
5	Paket Upgrade Penyimpanan dan Performa Laptop	Rp. 810.000
6	Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan Juli	Rp. 286.000
7	Pembelian Software Ansys untuk Anggota	Rp. 451.900
8	Pembelian Software Solidwork untuk Anggota	Rp. 226.000
9	Pembelian Kursi untuk Anggota (Arrafi)	Rp. 206.500
10	Pembelian Video Pelatihan Ansys	Rp. 1.202.500
11	Pembelian Mouse untuk Anggota (Diyon)	Rp. 78.500
12	Service HP untuk Anggota (Diyon)	Rp. 120.000
13	Pembelian Earphone untuk Anggota (Arrafi)	Rp. 105.000
14	Pembelian Headset untuk Anggota (Humam)	Rp. 191.000
15	Pembelian Mouse untuk Anggota (Humam)	Rp. 114.000
16	Pembelian Pulsa Anggota Bulan Agustus	Rp. 759.000
17	Pembelian Zoom Bulan Agustus	Rp. 55.450
18	Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan Agustus	Rp. 557.100
19	Pembelian Keyboard untuk Anggota (Diyon)	Rp. 88.500
20	Pembelian TWS untuk Anggota (Nando)	Rp. 305.000
21	Pembelian Charger HP untuk Anggota (Akmal)	Rp. 65.000
22	Pembelian Lampu untuk Anggota (Akmal)	Rp. 118.000
23	Pembelian Pulsa Anggota Bulan September	Rp. 757.500
24	Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan September	Rp. 557.100
25	Pembelian Zoom Bulan September	Rp. 55.450
	• TOTAL PENGELUARAN (Rp)	Rp. 7.947.700
3.	Saldo	
No	Keterangan	Total (Rp)
	Total Pemasukan	Rp. 8.000.000
	Total Pengeluaran	Rp. 7.947.700
	SALDO = PEMASUKAN - PENGELUARAN	Rp. 53.000
Satu Juta Empat Ratus Dua Puluh Dua Ribu Tiga Ratus Lima Puluh Rupiah		

Nota Pembayaran

No.	Tanggal	Keterangan	Jumlah
1	14/06/2021	Pembelian Video Pelatihan Solidwork livin' by mandiri Ref: 202108051175245295 Waktu: 14/06/2021 12:06:45 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Ke Rekening MOHAMMAD ARRAFI AZHA BRI 124801002316507 (IDR) Jumlah IDR 180,000.00 Biaya IDR 6,500.00 Jumlah yang di Debit IDR 186,500.00 Deskripsi udemy solidwork Jenis Transfer Online Nomor Referensi Pelanggan -	Rp. 186.500
2	21/06/2021	Pembelian Meja Laptop untuk Anggota (Akmal) 13:13 46% Livin' by Mandiri - Payments Kotak Masuk Livin' by Mandiri 21 Jun kepada saya Terima Kasih atas kepercayaan Anda telah menggunakan fasilitas Livin' by Mandiri. Berikut merupakan informasi transaksi yang telah Anda lakukan: Tanggal/Jam : 21/06/2021 17:43:55 Jenis Transaksi : Pembayaran Dari Rekening : M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Pembayaran kepada : Shopee Indonesia VA Nomor : 896087712307481 Jumlah : IDR 90,100.00 Berita : beli meja lipet buat laptop No. Referensi : 202106211744981455 Status : Berhasil Kami menyarankan Anda untuk menyimpan email ini sebagai referensi dari transaksi Anda. Semoga informasi ini bermanfaat bagi Anda. Hormat kami, Bank Mandiri ==========	Rp. 90.100

3	03/07/2021	Pembelian Pulsa Anggota Bulan Juli livin' by mandiri Ref: 202107030640373431 Waktu: 03/07/2021 06:40:44 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Pembelian XL Nomor Telepon 087712307481 Nomor Voucher 55110702253924 Jumlah IDR 100,000.00 Biaya IDR 1,500.00 Jumlah yang Didebit IDR 101,500.00 Deskripsi pembelian pulsa untuk anggota PKM	Rp. 506.000
4	05/07/2021	Pembelian Zoom Bulan Juli livin' by mandiri Ref: 202107030737554428 Waktu: 03/07/2021 07:37:35 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Ke Rekening AIRPAY INTERNATIONAL - 1650088005500 (IDR) Jumlah IDR 55,600.00 Deskripsi zoom premium Kapan? Sekarang Pada 03 Jul 2021	Rp. 55.600

<table>
<tr>
<td>5</td>
<td>10/07/2021</td>
<td>
Pembelian Paket Upgrade Penyimpanan dan Performa Laptop

Top Laptop
Plaza marina
Lt 2 B 10-11
Surabaya, Indonesia

088228377134
Toplaptopcomoputer@gmail.com

Invoice

Bill To Pernando Pratama
Gebang Wetan No. 31m
Surabaya, Indonesia

Invoice Number 2001321
Date 10/07/2021
Due Date
Terms

Description	Quantity	Unit price	Amount
SSD 256 GB	1	Rp 685.000	Rp 685.000
CD Caddy	1	Rp 55.000	Rp 55.000
Pemasangan	1	Rp 70.000	Rp 70.000
		Total Due	Rp 810.000
		Paid Amount	Rp 810.000
		Balance Due	Rp 0
</td>
<td>Rp. 810.000</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>22/07/2021</td>
<td>
Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan Juli

Shopee

Nota Pesanan

Nama Pembeli: arrafi66 **Nama Penjual:** Go Mall
Alamat Pembeli:
RT.03, RW.1, No.25, Ds.Demuk, Kec.Pucanglaban, Kab.Tulungagung, Jawa Timur, KAB. TULUNGAGUNG, PUCANGLABAN, JAWA TIMUR, ID, 66284
No. Handphone Pembeli: 081380347584

No. Pesanan	Waktu Pembayaran	Metode Pembayaran	Jasa Kirim
210722HXA40UPE	22/07/21	ShopeePay	Hemat

Rincian Pesanan

No.	Produk	Variasi	Harga Produk	Kuantitas	Subtotal
1	PAKET PROKES (protokol kesehatan) DEWASA		Rp50.000	1	Rp50.000

Subtotal **Rp50.000**
Total Kuantitas **1 produk**

Subtotal untuk Produk	Rp50.000
Subtotal Pengiriman	Rp20.000
Total Diskon Pengiriman	-Rp10.000
Total Pembayaran	**Rp60.000**
</td>
<td>Rp. 286.000</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>24/07/2021</td>
<td>
Pembelian Software Ansys untuk Anggota (Humam)

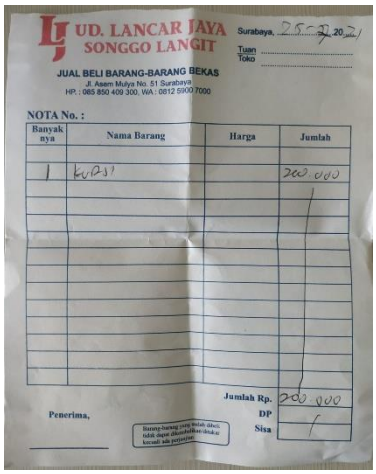
tokopedia

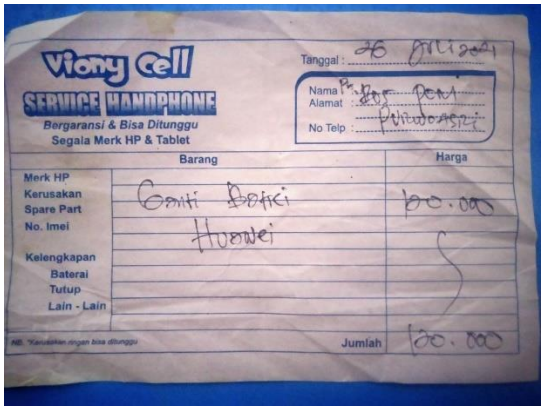
Tanggal 24 Juli 2021
Pembayaran Mandiri Virtual Account mandiri

Ringkasan Pembayaran (1 Invoice)

Total Belanja - Culbert Store (INV/20210724/MPL/1436108905)	Rp 459.900
Subtotal Belanja	**Rp 459.900**
Diskon Ongkos Kirim Tokopedia Potensi Cashback Tokopedia	- Rp 8.000 Rp 15.750 (1.575 TokoPoints)
Total Nilai Promo	**- Rp 8.000**

Total Bayar **Rp 451.900**
</td>
<td>Rp. 451.900</td>
</tr>
</table>

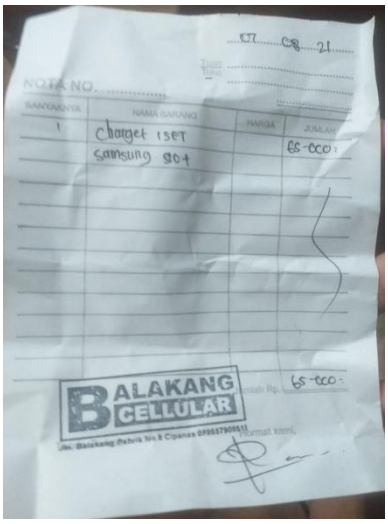
8	24/07/2021	Pembelian Software Solidwork untuk Anggota (Akmal) Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** arrafi66 **Nama Penjual:** 9j8_aop9an **Alamat Pembeli:** Salabenda,RT/RW 02/05,No 54,Ds Parakan Jaya,Kec Kemang,Kab Bogor,Jawa Barat, KAB. BOGOR, KEMANG, JAWA BARAT, ID, 16310 **No. Handphone Pembeli:** 087712307481 **No. Pesanan** 210724PWPDJWN4 **Waktu Pembayaran** 24/07/21 **Metode Pembayaran** Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Jasa Kirim** Reguler **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 SolidWork Premium 2021 Full Versi FlashDisk Rp220.000 1 Rp220.000 **Subtotal** Rp220.000 **Total Kuantitas** 1 produk Subtotal untuk Produk Rp220.000 Subtotal Pengiriman Rp15.000 Total Diskon Pengiriman -Rp10.000 Biaya Penanganan Rp1.000 **Total Pembayaran** Rp226.000	Rp. 226.000
9	25/07/2021	Pembelian Kursi untuk Anggota (Arrafi)  UD. LANCAR JAYA SONGGO LANGIT JUAL BELI BARANG-BARANG BEKAS Jl. Asem Mulya No. 51 Surabaya HP. : 085 850 409 300, WA : 0812 5900 7000 Surabaya, 25-7-2021 Tuan Toko NOTA No. : Banyaknya | Nama Barang | Harga | Jumlah 1 kursi 200.000 Jumlah Rp. 200.000 DP Sisa Penerima,	Rp. 206.500
10	25/07/2021	Pembelian Video Pelatihan Ansys livin' by mandiri Ref: 20210725526244807 Waktu: 25/07/2021 09:39:58 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Ke Rekening UDEMY ARRAFIAZHAR Bank Permata 8256108400139576 (IDR) Jumlah IDR 1,196,000.00 Biaya IDR 6,500.00 Jumlah yang di Debit IDR 1,202,500.00 Deskripsi - Jenis Transfer Online Nomor Referensi Pelanggan -	Rp. 1.202.500

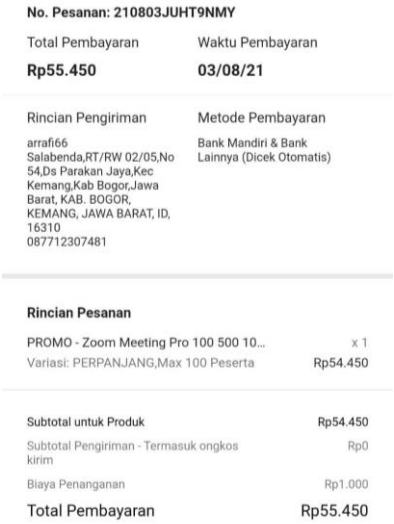
11	25/07/2021	Pembelian Mouse untuk Anggota (Diyon) No. Pesanan: 210725TD1FYFSX Total Pembayaran: Rp78.500 Waktu Pembayaran: 25/07/21 Rincian Pengiriman: diy__17, RT. 01 RW. 06 Ds. Kayenlor (RT. 01 RW. 06 Ds. Kayenlor), KAB. KEDIRI, PLEMAHAN, JAWA TIMUR, ID, 64155, 08819686169 Metode Pembayaran: Indomaret / i.Saku Rincian Pesanan Logitech B100 Mouse USB Cable Opt… x 1 Variasi: M-100R Rp66.000 Subtotal untuk Produk Rp66.000 Subtotal Pengiriman - Reguler Rp10.000 Biaya Penanganan Rp2.500 Total Pembayaran Rp78.500	Rp. 78.500
12	26/07/2021	Service HP untuk Anggota (Diyon)  	Rp. 120.000
13	28/07/2021	Pembelian Earphone untuk Anggota (Arrafi) Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** arrafi66 **Nama Penjual:** Knowledge Zenith Official Shop **Alamat Pembeli:** Simo Pomahan Baru 116, KOTA SURABAYA, SUKOMANUNGGAL, JAWA TIMUR, ID, 60187 **No. Handphone Pembeli:** 6288801778196 **No. Pesanan** 21072843MXFFSM **Waktu Pembayaran** 28/07/21 **Metode Pembayaran** Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Jasa Kirim** Reguler **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 KZ ZSE with Mic 2DD Dynamic Earphones In-Ear Monitor Biru Rp99.000 1 Rp99.000 **Subtotal** **Rp99.000** **Total Kuantitas** **1 produk** Subtotal untuk Produk Rp99.000 Subtotal Pengiriman Rp20.000 Total Diskon Pengiriman -Rp15.000 Biaya Penanganan Rp1.000 **Total Pembayaran** **Rp105.000**	Rp. 105.000

14	31/07/2021	Pembelian Headset untuk Anggota (Humam) **No. Pesanan: 210731C25UXYXC** Total Pembayaran **Rp191.000** Waktu Pembayaran **31/07/21** Rincian Pengiriman humamaaa RT.03,RW.01,NO.25, Ds.Demuk, Kec.Pucanglaban,Kab.Tulungagung, KAB. TULUNGAGUNG, PUCANGLABAN, JAWA TIMUR, ID, 66284 6281380347584 Metode Pembayaran Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Rincian Pesanan** Rexus Headset Bluetooth Gaming M1 x 1 Variasi: Hitam Rp175.000 Subtotal untuk Produk Rp175.000 Subtotal Pengiriman - Reguler Rp30.000 Biaya Penanganan Rp1.000 Total Diskon Pengiriman -Rp15.000 Total Pembayaran Rp191.000	Rp. 191.000
15	31/07/2021	Pembelian Mouse untuk Anggota (Humam) **No. Pesanan: 210731C21N98MY** Total Pembayaran **Rp114.000** Waktu Pembayaran **31/07/21** Rincian Pengiriman humamaaa RT.03,RW.01,NO.25, Ds.Demuk, Kec.Pucanglaban,Kab.Tulungagung, KAB. TULUNGAGUNG, PUCANGLABAN, JAWA TIMUR, ID, 66284 6281380347584 Metode Pembayaran Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Rincian Pesanan** Logitech B175 Wireless Mouse x 1 Rp98.000 Subtotal untuk Produk Rp98.000 Subtotal Pengiriman - Reguler Rp30.000 Biaya Penanganan Rp1.000 Total Diskon Pengiriman -Rp15.000 Total Pembayaran Rp114.000	Rp. 114.000

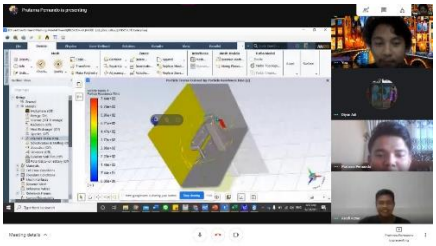
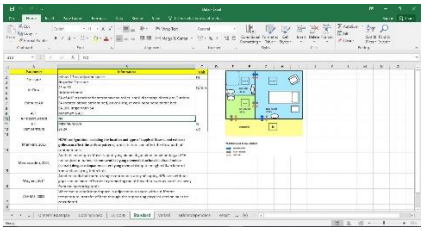
16	02/08/2021	Pembelian Pulsa Anggota Bulan Agustus livin by mandiri Ref: 20210802105282715 7 Waktu: 02/08/2021 10:52:24 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330016431827 (IDR) Pembelian Simpati - Kartu As Nomor Telepon 081372266266 Nomor Voucher 5500000183052185 Jumlah IDR 150,000.00 Biaya IDR 1,500.00 Jumlah yang Didebit IDR 151,500.00 Deskripsi pulsa nando agustus	Rp. 759.000
17	03/08/2021	Pembelian Zoom Bulan Agustus No. Pesanan: 210803JUHT9NMY Total Pembayaran Rp55.450 Waktu Pembayaran 03/08/21 Rincian Pengiriman arrafi66 Salabenda,RT/RW 02/05,No 54,Ds Parakan Jaya,Kec Kemang,Kab Bogor,Jawa Barat, KAB. BOGOR, KEMANG, JAWA BARAT, ID, 16310 087712307481 Metode Pembayaran Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) Rincian Pesanan PROMO - Zoom Meeting Pro 100 500 10... x 1 Variasi: PERPANJANG,Max 100 Peserta Rp54.450 Subtotal untuk Produk Rp54.450 Subtotal Pengiriman - Termasuk ongkos kirim Rp0 Biaya Penanganan Rp1.000 Total Pembayaran Rp55.450	Rp. 55.450
18	04/08/2021	Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan Agustus tokopedia Tanggal 04 Agustus 2021 Pembayaran Mandiri Virtual Account mandiri Ringkasan Pembayaran (1 Invoice) Total Belanja - Mifkhair_Shop (INV/20210804/MPL/1469471957) Rp 118.500 Subtotal Belanja Rp 118.500 Total Bayar Rp 118.500	Rp. 557.100

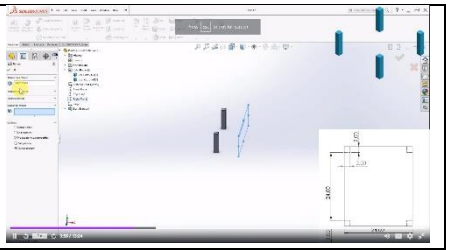
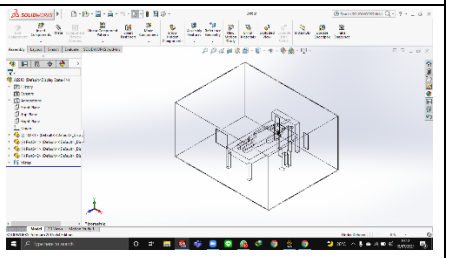
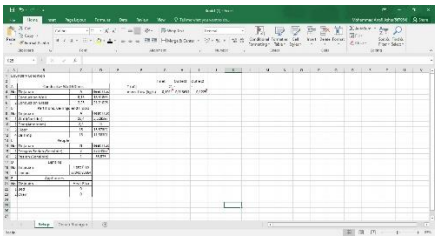
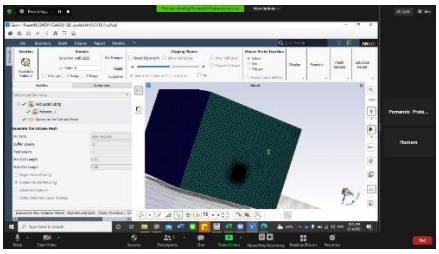
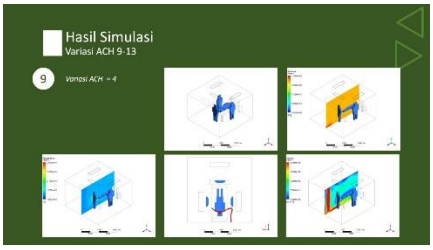
19	04/08/2021	Pembelian Keyboard untuk Anggota (Diyon) No. Pesanan: 210803M0XBHNWD Total Pembayaran: Rp88.500 Waktu Pembayaran: 04/08/21 Rincian Pengiriman: diy__17, RT. 01 RW. 06 Ds. Kayenlor (RT. 01 RW. 06 Ds. Kayenlor), KAB. KEDIRI, PLEMAHAN, JAWA TIMUR, ID, 64155, 08819686169 Metode Pembayaran: Indomaret / i.Saku Rincian Pesanan KMU | Keyboard mini Usb laptop W… x 1 Variasi: K2 | K. MINI WIRELES,Bu… Rp85.000 Subtotal untuk Produk Rp85.000 Subtotal Pengiriman - Reguler Rp16.000 Biaya Penanganan Rp2.500 Total Diskon Pengiriman -Rp15.000 Total Pembayaran Rp88.500	Rp. 88.500
20	07/08/2021	Pembelian TWS untuk Anggota (Nando) **No. Pesanan: 2108070T8AB6QY** Total Pembayaran: **Rp305.000** Waktu Pembayaran: **07/08/21** Rincian Pengiriman: arrafi66, Jalan Gebang Wetan No.31m, Gebang Putih, Sukolilo, KOTA SURABAYA, SUKOLILO, JAWA TIMUR, ID, 60117, 081372266266 Metode Pembayaran: Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Rincian Pesanan** [Garansi Resmi]Knowledge Zenith KZ S1… x 1 Variasi: Abu - Abu Rp299.000 Subtotal untuk Produk Rp299.000 Subtotal Pengiriman - Reguler Rp20.000 Biaya Penanganan Rp1.000 Total Diskon Pengiriman -Rp15.000 Total Pembayaran Rp305.000	Rp. 305.000

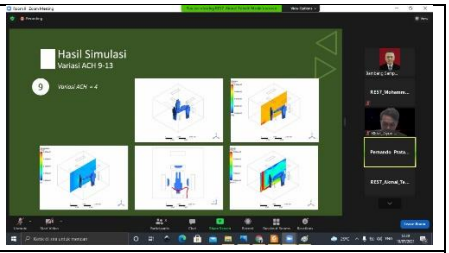
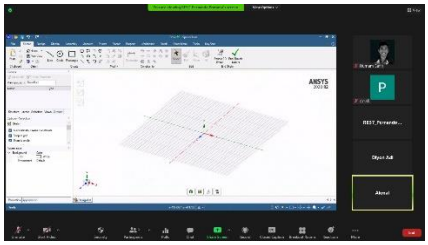
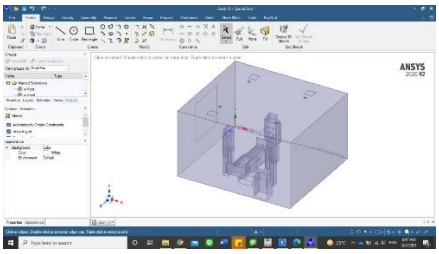
21	07/08/2021	Pembelian Charger HP untuk Anggota (Akmal)  	Rp. 65.000
22	07/08/2021	Pembelian Lampu untuk Anggota (Akmal) Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** makmalmr99 **Nama Penjual:** BARDI Suvarna Sutera Showroom **Alamat Pembeli:** Salabenda RT/RW 02/05 No.54 Ds Parakan Jaya kec Kemang Kab Bogor 16310, KAB. BOGOR, KEMANG, JAWA BARAT, ID, 16310 **No. Handphone Pembeli:** 6287712307481 **No. Pesanan** 21080715VVT2CB **Waktu Pembayaran** 07/08/21 **Metode Pembayaran** Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) **Jasa Kirim** Reguler **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 BARDI Smart LIGHT BULB RGBWW 12W WiFi Wireless IoT - Home Automation Rp107.000 1 Rp107.000 **Subtotal** **Rp107.000** **Total Kuantitas** **1 produk** Subtotal untuk Produk Rp107.000 Subtotal Pengiriman Rp10.000 Biaya Penanganan Rp1.000 **Total Pembayaran** **Rp118.000**	Rp. 118.000
23	24/08/2021	Pembelian Pulsa Anggota Bulan September livin' by mandiri Ref: 20210824140097 2038 Waktu: 24/08/2021 14:00:02 Status Transaksi Berhasil Dari Rekening M.AKMAL MAULANA RIZQ - 1330015431827 (IDR) Pembelian Simpati - Kartu As Nomor Telepon 085161551075 Nomor Voucher 7200000634052472 Jumlah IDR 150,000.00 Biaya IDR 1,500.00 Jumlah yang Didebit IDR 151,500.00 Deskripsi pulsa Azhar	Rp. 757.500

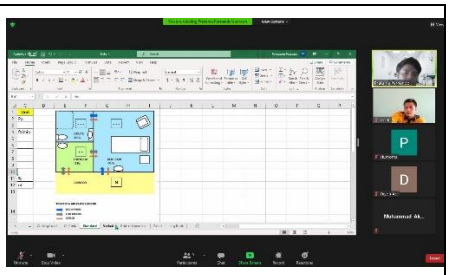
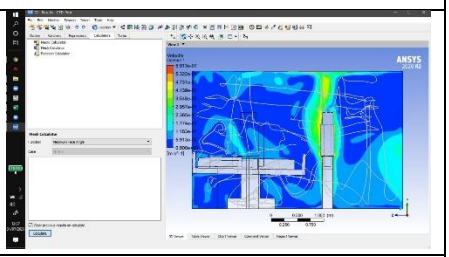
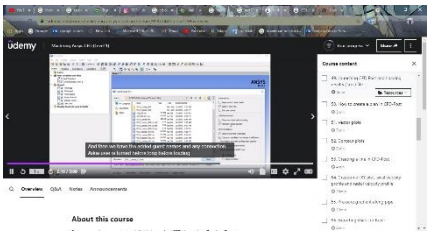
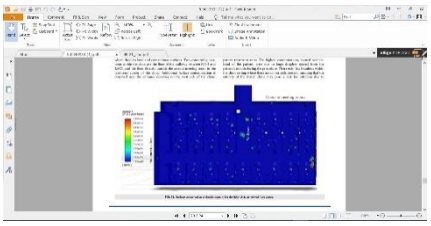
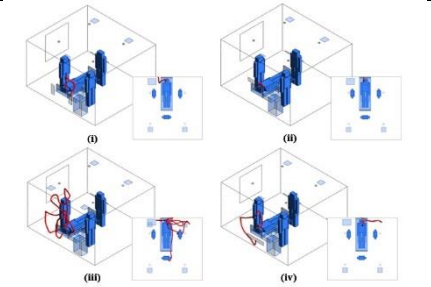
24	25/08/2021	Pembelian Paket Protokol Kesehatan Anggota Bulan September tokopedia Tanggal 25 Agustus 2021 Pembayaran Mandiri Virtual Account mandiri TokoPoints Ringkasan Pembayaran (1 Invoice) Total Belanja - Mifkhair_Shop (INV/20210825/MPL/1468786692) Rp 134.600 Subtotal Belanja Rp 134.600 Diskon Ongkos Kirim Tokopedia - Rp 20.000 Total Nilai Promo - Rp 20.000 Total Bayar Rp 114.600	Rp. 557.100
25	26/08/2021	Pembelian Zoom Bulan September  No. Pesanan: 210803JUHT9NMY Total Pembayaran Rp55.450 Waktu Pembayaran 03/08/21 Rincian Pengiriman arrafi66 Salabenda,RT/RW 02/05,No 54,Ds Parakan Jaya,Kec Kemang,Kab Bogor,Jawa Barat, KAB. BOGOR, KEMANG, JAWA BARAT, ID, 16310 087712307481 Metode Pembayaran Bank Mandiri & Bank Lainnya (Dicek Otomatis) Rincian Pesanan PROMO - Zoom Meeting Pro 100 500 10... x 1 Variasi: PERPANJANG,Max 100 Peserta Rp54.450 Subtotal untuk Produk Rp54.450 Subtotal Pengiriman - Termasuk ongkos kirim Rp0 Biaya Penanganan Rp1.000 Total Pembayaran Rp55.450	Rp. 55.450
Total Pengeluaran			Rp. 7.947.700

Lampiran 2. Bukti-bukti Pendukung Kegiatan

No.	Tanggal Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Bukti
1	02/06/2021	Rapat internal pertama membahas pembagian tugas, kegiatan selanjutnya, dan menyesuaikan anggaran	
2	03/06/2021	Koordinasi dengan dosen pendamping pertama	
3	06/06/2021	Rapat internal kedua membahas pengenalan metode simulasi Ansys	
4	08/06/2021	Mengumpulkan dan membaca literatur untuk mencari standar ruang isolasi di rumah sakit	
5	12/06/2021	Evaluasi rutin PKM ITS dengan dosen pakar Pak Ir. Arief Abdurrakhman, S.T., MT.	

	14/06/2021	Latihan membuat desain 3D ruang isolasidengan software solidwork menggunakan udemy	
6	14/06/2021	Merancang awal desain ruang isolasi dengan variasi tata letak ventilasi udara menggunakan software solidwork	
7	17/06/2021	Melakukan studi literatur untuk mendapatkan parameter dan besaran-besaran yang sesuai untuk persiapan simulasi di Ansys	
8	22/06/2021	Simulasi meshing desain ruang isolasi dilakukan menggunakan Ansys Fluent	
9	24/06/2021	Simulasi lanjutan dari proses meshing dengan memasukan data boundary condition untuk variasi 9-13	
10	26/06/2021	Koordinasi dengan dosen pendamping kedua	

12	10/07/2021	Evaluasi rutin PKM ITS dengan dosen pakar Pak Dr. Ir. Bambang Sampurno MT.	
13	14/07/2021	Rapat internal ketiga membahas studi literatur dan desain ruang isolasi yang telah dikumpulkan serta membahas pembagian tugas selanjutnya	
11	16/07/2021	Koordinasi dengan dosen pendamping ketiga	
14	19/07/2021	Rapat internal keempat membahas update anggaran, membahas pengisian logbook, dan menyepakati variasi baru geometri	
15	21/07/2021	Latihan membuat desain 3D ruang isolasi bersama dengan ansys spaceclaim	
16	27/07/2021	Membuat desain 3D ruang isolasi dengan variasi baru menggunakan software Ansys SpaceClaim	

17	29/07/2021	Rapat internal kelima membahas tentang simulasi, pembagian tugas selanjutnya, anggaran, serta logbook	
18	31/07/2021	Mensimulasikan variasi geometri baru yang telah dibuat sebelumnya	
19	01/08/2021	Dikarenakan simulasi terakhir mengalami kendala, maka diperlukan latihan lagi agar mendapatkan hasil yang lebih baik	
20	04/08/2021	Melakukan studi literatur untuk mengetahui bagaimana penelitian sebelumnya dapat menampilkan ppm	
21	15/08/2021	Tim kami akhirnya bisa memunculkan *particle track* dan ppm dari variasi yang disimulasikan