

Desain Sistem dan Instalasi Tata Udara Ruang Isolasi Covid-19

Maryadi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam As-Syafi'iyah
email: maryadi.fst@uia.ac.id

ABSTRACT

From the end of 2019 until now the Corona virus or Covid-19 is still a global pandemic. The spread of the Covid-19 virus is very fast with certain symptoms that often lead to death, so public awareness is needed to always maintain health protocols. To handle people infected with Covid-19 with severe symptoms, a special room called an isolation room with negative pressure is needed according to the Permenkes and WHO standards. The basic principle of pressure is useful for controlling Covid-19 virus contamination, so that airflow will flow from clean areas to areas contaminated with the Covid-19 virus. Air must flow from the corridor to the intermediary room and then to the isolation room to prevent the spread of the Covid-19 virus through the air from the isolation room to other places. The purpose of this design is to eliminate the spread of the Covid-19 virus to the surrounding room through the air. The intermediate space is designed to provide a barrier to prevent air mixing between the patient and the general public. Pressure control is maintained by main air supply and exhaust based on control signals.

INTISARI

Dari akhir tahun 2019 hingga saat ini virus Corona atau Covid-19 masih menjadi pandemi global. Penyebaran virus Covid-19 ini sangat cepat dengan gejala tertentu yang tidak sedikit berujung dengan kematian, sehingga dibutuhkan kesadaran masyarakat untuk selalu menjaga protokol kesehatan. Untuk menangani orang yang terjangkit Covid-19 dengan gejala berat dibutuhkan ruangan khusus yang disebut ruang isolasi yang bertekanan negatif dengan standar Permenkes dan WHO. Prinsip dasar tekanan berguna untuk pengendalian kontaminasi virus Covid-19, sehingga aliran udara akan mengalir dari daerah yang bersih menuju daerah yang terkontaminasi virus Covid-19. Udara harus mengalir dari koridor menuju ruang antara dan selanjutnya menuju ruang isolasi untuk mencegah penyebaran virus Covid-19 melalui udara dari ruang isolasi ke tempat lain. Tujuan dari desain ini adalah untuk menghilangkan penyebaran virus Covid-19 ke ruangan sekitarnya melalui jalur udara. Ruang antara dirancang untuk memberikan pembatas agar tidak terjadi percampuran udara antara pasien dan umum. Kontrol tekanan dipertahankan oleh pasokan udara utama dan exhaust berdasarkan sinyal kontrol.

Kata kunci : Virus, Covid-19, Ruang isolasi, Udara

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pandemi global sampai saat ini belum berakhir, penyebaran virus Corona ini sangat cepat dan mengkhawatirkan karena orang yang terinfeksi virus Corona dengan gejala tertentu yang dapat berujung dengan kematian. Sehingga dibutuhkan kesadaran masyarakat untuk disiplin dan mentaati protokol kesehatan, agar terhindar dari virus yang muncul dari sekitar akhir tahun 2019. [1]

Untuk menangani pasien Covid-19 dengan gejala berat dibutuhkan suatu ruangan khusus yang biasa disebut ruang isolasi. Ruang isolasi dibutuhkan agar virus tidak berkembang dan menular ke orang lain yang berada disekitar ruang isolasi tersebut. Hal tersebut terjadi karena udara mengalir dari arah koridor menuju ruang antara dan selanjutnya menuju ke ruang isolasi. Udara dari dalam ruang isolasi dibuang keluar ruangan menuju udara bebas dengan cara di filter terlebih dahulu.

Prinsip dasar tekanan berguna untuk pengendalian kontaminasi virus Covid-19, sehingga aliran udara akan mengalir dari daerah yang bersih menuju daerah yang terkontaminasi virus Covid-19. Udara harus mengalir dari koridor menuju ruang antara dan selanjutnya menuju ruang isolasi untuk mencegah penyebaran virus Covid-19 melalui

udara dari ruang isolasi ke tempat lain. Tujuan dari desain ini adalah untuk menghilangkan penyebaran virus Covid-19 ke ruangan sekitarnya melalui jalur udara. [2]

Ruang antara merupakan ruangan yang letaknya di antara koridor dan ruang isolasi. Ruang antara dirancang untuk memberikan pembatas agar tidak terjadi percampuran udara antara pasien dan umum. Kontrol tekanan dipertahankan oleh pasokan suplai udara dan exhaust berdasarkan sinyal kontrol yang terpasang pada koridor, ruang antara dan ruang isolasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

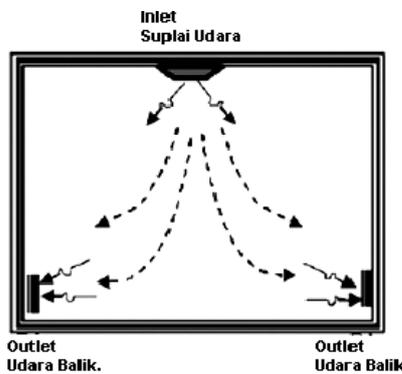
Cara kerja mesin pendingin ruangan dan fan pembuangan udara, sehingga didapatkan tekanan udara di dalam ruangan negatif. Sehingga aliran udara akan mengalir dari koridor menuju ke ruang isolasi.

Perencanaan desain sistem dan instalasi ducting untuk saluran udara suplai dan udara buangan berdasarkan data perhitungan beban pendingin dan kapasitas udara yang dibutuhkan.

Perencanaan sistem kontrol sistem dan instalasi mesin pendingin untuk suplai udara dan fan untuk pembuangan udara, agar sistem dapat berjalan dengan baik meskipun ada perubahan beban pendingin, dan terjadinya buka tutup pintu yang mempengaruhi tekanan udara di dalam ruangan.

II. Tinjauan Pustaka

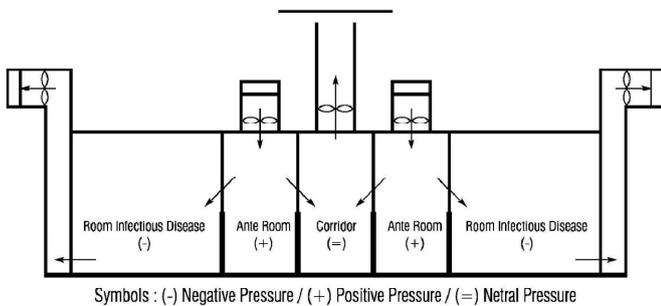
Sumber penyakit dan sumber infeksi banyak ditemukan di bangunan rumah sakit. Oleh karena itu harus diperhatikan dan dikendalikan kemungkinan-kemungkinan terjadinya penyebaran infeksi terutama melalui udara (*airborne infection*). Pengaplikasian sistem tata udara pada bangunan rumah sakit harus benar, hal tersebut yang harus diperhatikan terutama untuk ruangan-ruangan khusus seperti di ruang operasi/bedah, ruang Isolasi, dan lainnya.[3] Dalam hal ini diperlukan pengaturan temperatur, kelembaban udara relatif, kebersihan cara infiltrasi dan udara ventilasinya, tekanan ruangan yang positif dan negatif. Untuk meminimalkan sumber penyakit agar tidak menyebar ke udara (*airborne*) yang memperbesar kemungkinan terjadinya penularan penyakit, diperlukan perbedaan tekanan antar ruang fungsi tertentu dengan ruang disebelahnya, dan distribusi udara didalam ruangan. [4]



Gambar 1. Pola aliran untuk mengurangi mikroorganisme

Pergerakan udara dengan kecepatan rendah agar aliran udara tidak terjadi turbulensi, dengan meletakkan *grille* suplai di plafon dan *grille* exhaust di bawah dekat dengan lantai. Sehingga dengan pola aliran udara seperti itu diharapkan mampu mengurangi mikroorganisme.

Ruang isolasi menular digunakan untuk melindungi penghuni di rumah sakit dan pasien berpenyakit menular. Untuk menghindari penularan di dalam ruang pasien dapat dilakukan dengan memberikan perancangan distribusi udara, tekanan, laju pertukaran udara, dan infiltrasi. Temperatur dan kelembaban relatif udara harus sesuai dengan ketentuan untuk ruang pasien. [3]



Gambar 2. Perbedaan tekanan udara antara ruangan

Dengan pengontrolan yang lebih lengkap, menggunakan sebuah ruangan terpisah yang digunakan sebagai kunci udara

(*air lock*) untuk meminimalkan potensi partikel di udara dari area pasien mencapai area-area yang berdekatan. Beberapa perancang telah menyediakan ruang isolasi yang memungkinkan fleksibilitas ruang maksimum dengan menggunakan pendekatan dengan membalikkan arah aliran udara dan memvariasikan laju aliran udara buang. Pendekatan ini berguna hanya jika diperlukan penyesuaian yang tepat untuk berbagai jenis prosedur isolasi. [5]

III. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi :
 Konsultan desain sistem dan instalasi tata udara pada umumnya dan khususnya untuk ruang isolasi sebagai bahan referensi untuk mendukung dalam pekerjaan desain sistem dan instalasi.
 Pihak rumah sakit dalam mengembangkan dan atau pembangunan ruang isolasi untuk sistem dan instalasi tata udara tekanan negatif.
 Para pemangku kepentingan dalam menentukan sistem dan instalasi tata udara ruang isolasi tekanan negatif untuk mencegah penularan virus Covid-19.

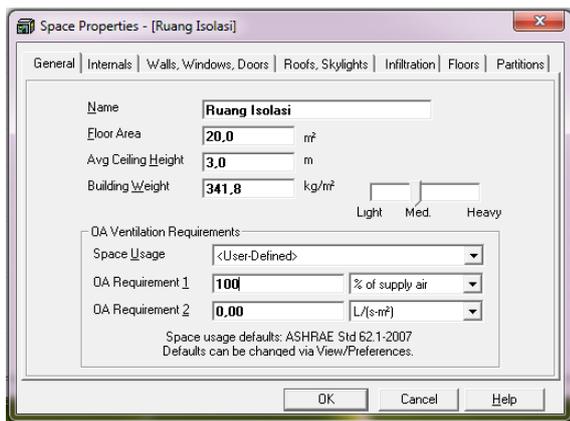
IV. Metode Penelitian

A. Tahapan-Tahapan Penelitian

- Tahapan Penelitian ini dilaksanakan :
1. Studi literatur dapat dilakukan dengan mengumpulkan semua data yang berhubungan dengan perancangan sistem dan instalasi tata udara ruang isolasi. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang berguna untuk perancangan. Informasi dapat ditemukan dari internet, jurnal penelitian, buku dan konsultan perencana.
 2. Untuk perhitungan beban pendingin menggunakan *software E-20*. Dengan memasukkan parameter beban pada ruang operasi ke *software E-20*, maka akan didapatkan kapasitas unit AC yang dibutuhkan.
 3. Untuk menentukan ukuran dakting menggunakan *software Duct Sizer*. Dari perhitungan beban pendingin dengan menggunakan *software E-20*, maka didapatkan kapasitas aliran udara untuk menyuplai ruang isolasi. Dengan menggunakan *software Duct Sizer* dan kapasitas udara tersebut, maka didapatkan ukuran dakting yang dibutuhkan.
 4. Setelah mendapatkan data yang pasti dari hasil perhitungan diatas, maka dilakukan perancangan dengan menggambar sistem dan instalasi tata udara.

B. Perhitungan Beban Pendingin

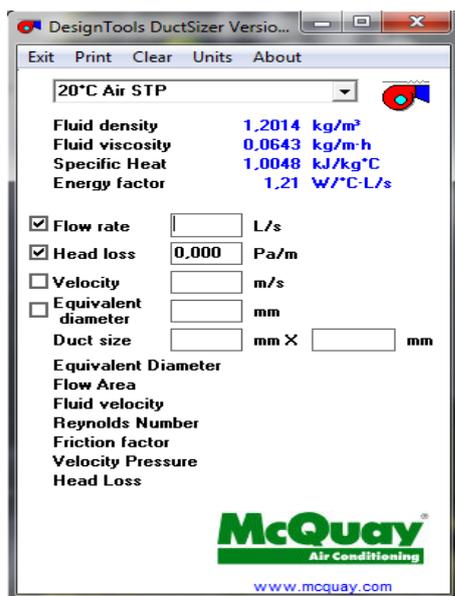
Untuk menghitung beban pendingin digunakan perangkat lunak *software HAP*, perangkat lunak ini sudah banyak digunakan oleh perusahaan dan para akademisi. Dengan memasukkan parameter beban pada ruang isolasi, seperti jumlah orang, beban lampu, luas dinding, data peralatan dan lainnya ke *software* ini, maka akan didapatkan kapasitas unit AC yang dibutuhkan. Dalam kasus ini jumlah udara luar yang dimasukkan adalah 100%, sehingga tidak ada udara yang kembali ke unit mesin pendingin.



Gambar 3. Tampilan software HAP

C. Perhitungan Dakting

Untuk menentukan ukuran dakting menggunakan software *Duct Sizer*. Dari perhitungan beban pendingin dengan menggunakan software HAP, maka didapatkan kapasitas aliran udara untuk menyuplai ruang isolasi. Dengan menggunakan software *Duct Sizer* dan kapasitas udara tersebut, maka didapatkan ukuran dakting yang dibutuhkan.



Gambar 4. Tampilan software Duct Sizer

D. Desain Rancangan

Sebelum membuat desain sistem dan instalasi dakting pada denah arsitek, harus dibuat tabel hasil perhitungan kapasitas aliran udara dan ukuran daktingnya seperti pada tabel 1 di bawah ini. Tabel tersebut dibuat agar memudahkan dalam membuat desain, sehingga dalam desain tinggal mengikuti ukuran yang terdapat pada tabel tersebut.

Terlihat pada tabel 1 pada bagian suplai pada dakting utama terdapat aliran udara sebesar 580 l/s dengan ukuran daktingnya 500 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 1 terdapat aliran udara sebesar 430 l/s dengan ukuran dakting 400 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 2 terdapat aliran

udara sebesar 215 l/s dengan ukuran dakting 300 mm x 250 mm. Untuk dakting cabang 3 terdapat aliran udara sebesar 150 l/s dengan ukuran dakting 200 mm x 200 mm.

Tabel 1. Kapasitas aliran udara dan ukuran dakting

No.	Bagian Dakting	Suplai		Exhaust	
		Udara (l/s)	Dakting (mm)	Udara (l/s)	Dakting (mm)
1	Utama	580	500x300	1200	700x300
2	Cabang 1	430	400x300	750	500x300
3	Cabang 2	215	300x250	370	300x300
4	Cabang 3	150	200x200	460	300x300
5	Cabang 4	-	-	305	300x250
6	Cabang 5	-	-	155	250x200

Terlihat pada tabel 1 pada bagian *exhaust* pada dakting utama terdapat aliran udara sebesar 1200 l/s dengan ukuran daktingnya 700 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 1 terdapat aliran udara sebesar 750 l/s dengan ukuran dakting 500 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 2 terdapat aliran udara sebesar 370 l/s dengan ukuran dakting 300 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 3 terdapat aliran udara sebesar 460 l/s dengan ukuran dakting 300 mm x 300 mm. Untuk dakting cabang 4 terdapat aliran udara sebesar 305 l/s dengan ukuran dakting 300 mm x 250 mm. Untuk dakting cabang 5 terdapat aliran udara sebesar 155 l/s dengan ukuran dakting 250 mm x 200 mm.

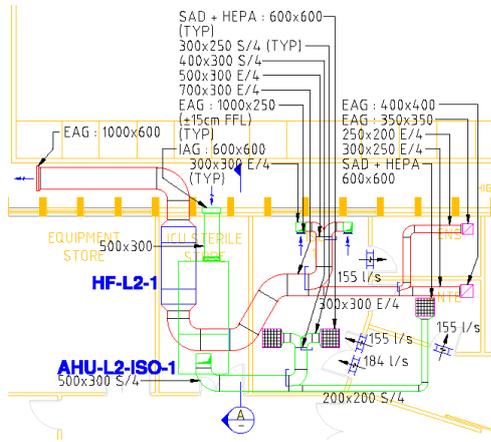
Pada tabel 2 di bawah ini merupakan data mengenai kapasitas aliran udara dan kebutuhan ukuran dan jumlah *grille* yang akan digunakan untuk suplai udara dan *exhaust*. Jumlah dan ukuran *grille* untuk suplai atau *exhaust* tergantung dari besar kecilnya kapasitas aliran udara yang melewatinya.

Terlihat pada tabel 2 pada bagian suplai pada dakting utama terdapat aliran udara sebesar 580 l/s dengan ukuran *grille* 600 mm x 600 mm dan jumlahnya 1 buah. Untuk di ruangan terdapat aliran udara sebesar 215 l/s dengan ukuran *grille* 600 mm x 600 mm yang dilengkapi dengan hepa filter. Untuk di ruangan ante terdapat aliran udara sebesar 150 l/s dengan ukuran *grille* 600 mm x 600 mm yang dilengkapi dengan hepa filter. Untuk di toilet tidak diperlukan suplai udara, cukup dengan infiltrasi udara dari ruang isolasi.

Tabel 2. Kapasitas aliran udara dan ukuran grille

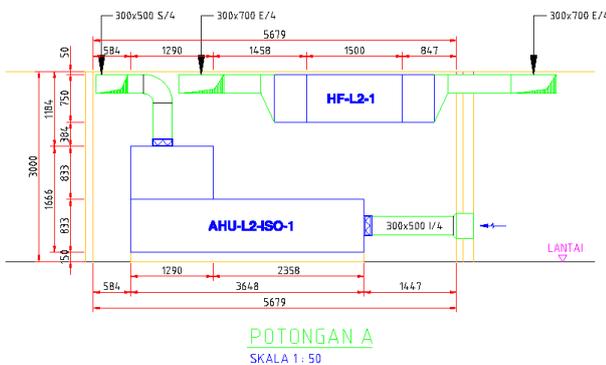
No.	Bagian Dakting	Suplai		Exhaust	
		Udara (l/s)	Grille (mm)	Udara (l/s)	Grille (mm)
1	Utama	580	1 buah 600x600	1200	1 buah 1000x600
2	Ruangan	215	2 buah 600x600	370	2 buah 1000x250
3	Toilet	-	-	155	1 buah 350x350
4	Ante	150	1 buah 600x600	305	1 buah 400x400

Terlihat pada tabel 2 pada bagian *exhaust* pada dakting utama terdapat aliran udara sebesar 1200 l/s dengan ukuran *grille* 1000 mm x 600 mm dan jumlahnya 1 buah. Untuk di ruangan terdapat aliran udara sebesar 370 l/s dengan ukuran *grille* 1000 mm x 250 mm. Untuk di ruangan toilet terdapat aliran udara sebesar 155 l/s dengan ukuran *grille* 350 mm x 350 mm. Untuk di ruangan ante terdapat aliran udara sebesar 305 l/s dengan ukuran *grille* 400 mm x 400 mm.



Gambar 5. Gambar instalasi dakting ruang Isolasi

Pada gambar 5 di atas merupakan gambar desain dan instalasi tata udara untuk ruang isolasi berdasarkan tabel-tabel perhitungan di atas. Untuk menjaga kesehatan pasien, maka kualitas udara yang masuk ke ruangan dilengkapi dengan hepa filter. Sedangkan untuk menjaga kesehatan orang disekitarnya, maka saluran udara buangan juga dilengkapi dengan hepa filter beserta dengan fannya.



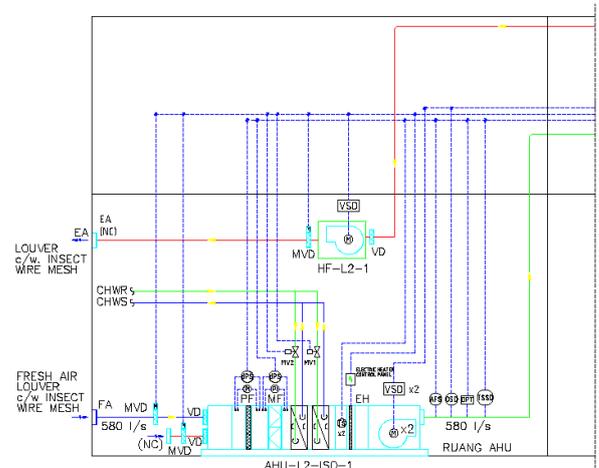
Gambar 6. Potongan instalasi dakting ruang Isolasi

Pada gambar 6 di atas merupakan gambar potongan pada ruang mesin pendingin, dimana pada ruangan di atas dipilih menggunakan unit AHU (*Air Handling Unit*). Gambar potongan di atas diperlukan untuk mengetahui dan meyakinkan bahwa ruangan tersebut cukup untuk dipasang instalasi tersebut.

V. Pembahasan dan Hasil

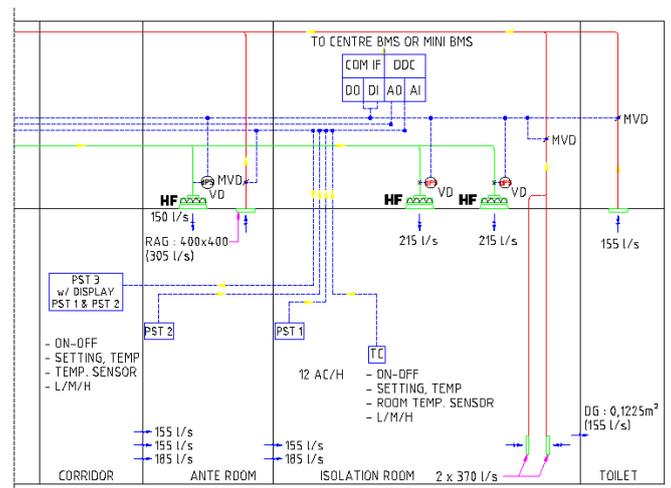
Pada gambar 7 dan 8 di bawah ini merupakan gambar sistem kontrol pada ruang isoalasi, sistem kontrol ini

diperlukan untuk menjaga dan mengontrol agar sistem berjalan sesuai dengan keinginan pemakai. Dengan sistem kontrol ini peralatan seperti fan, AHU, damper dan lainnya akan bergerak secara otomatis berdasarkan kebutuhan dari sistem tersebut.



Gambar 7. Skematik kontrol di ruang AHU

Pada awalnya sistem dan peralatan akan menyala, sehingga unit AHU akan menyuplai udara pada beban penuh ke ruangan-ruangan dengan kapasitas aliran udara sebesar 580 l/s. Udara sebesar 580 l/s didapatkan langsung dari udara luar menuju ke unit AHU. Selanjutnya udara dibagi menuju ke ruang isolasi sebesar 430 l/s yang menuju ke 2 buah *grille*, yang dilengkapi dengan hepa filter, sehingga kapasitas masing-masing *grille* adalah 215 l/s. Selanjutnya udara yang tersisa sebesar 150 l/s mengalir menuju ke ruang ante dengan satu buah *grille* yang dilengkapi hepa filter. Hal di atas dapat terjadi dengan cara mengatur damper-damper udara sehingga didapatkan aliran udara sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 8. Skematik kontrol di ruang Isolasi

Untuk mencapai ruangan dengan tekanan negatif dibutuhkan *exhaust* atau udara buangan. Dari ruang ante untuk mendapatkan tekanan negatif, maka ruangan tersebut di *exhaust*. Terlihat bahwa di ruang ante terdapat suplai sebesar 150 l/s dan exhaust sebesar 305 l/s, sehingga ruangan

tersebut kekurangan suplai udara sebesar 155 l/s. Kekurangan udara tersebut akan infiltrasi dari koridor, yang menyebabkan ruangan tersebut lebih negatif dari koridor.

Untuk toilet akan kekurangan udara sebesar 155 l/s, karena ruangan tersebut tidak ada ada suplai udara hanya mengandalkan infiltrasi dari ruang isolasi. Untuk ruang isolasi terdapat 2 *grille* suplai yang masing-masing sebesar 215 l/s dan 2 buah *grille exhaust* yang masing-masing sebesar 370 l/s. Sehingga ruangan tersebut kekurangan suplai udara sebesar 310 l/s, kekurangan udara tersebut akan infiltrasi dari koridor, yang menyebabkan ruangan tersebut lebih negatif dari koridor.

Kapasitas total fan *exhaust* agar ruangan mempunyai tekanan negatif adalah dengan cara menjumlahkan udara buangan tiap-tiap ruangan, sehingga didapatkan kapasitas fan *exhaust* sebesar 1200 l/s. Tekanan negatif dibutuhkan untuk menjaga aliran udara terkontaminasi virus tidak keluar menyebar ke koridor. Pada aktualnya di lapangan suplai udara ke ruangan akan berubah-ubah dengan adanya beban pendingin yang berubah pula, dan tekanan di dalam ruangan akan berubah juga pada saat pintu terbuka dan tertutup. Sehingga untuk mengatasi hal ini agar perubahan tekanan dan temperatur cepat kembali normal sesuai keinginan diperlukan sistem kontrol seperti pada gambar 7 dan 8.

VI. Kesimpulan

Untuk mendapatkan tekanan negatif di ruang isolasi dapat dilakukan dengan cara mengatur jumlah *exhaust* udara dari ruangan tersebut harus lebih besar dari udara suplainya. Sehingga akan didapatkan aliran udara dari daerah yang bersih menuju ke ruangan yang terkontaminasi virus.

Untuk menjaga perubahan beban pendingin yang berpengaruh terhadap jumlah udara suplai ke ruangan, sehingga akan mempengaruhi tekanan ruangan diperlukan sistem kontrol untuk mengendalikannya. Sistem kontrol tersebut juga berfungsi untuk mengontrol atau menjaga tekanan ruangan yang diakibatkan oleh membuka dan menutupnya pintu akibat dari keluar masuknya pasien atau tenaga medis.

VII. Saran

Saran untuk desain sistem dan instalasi tata udara ruang isolasi adalah untuk mendapatkan gambar yang lebih presisi dan untuk mendapatkan perhitungan bahan yang digunakan perlu dibuat desain dengan menggunakan *software BIM (Building Information Modelling)*. Sehingga menghasilkan perhitungan bahan dan desain yang tepat untuk meminimalkan revisi kesalahan.

Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Tim Desain Engineer PT. Hantaran Prima Mandiri yang telah memberi dukungan, sehingga tulisan ini dapat terbit.

REFERENSI

[1] I Kadek Pranjaya “Desain Rumah Sakit Darurat Sebagai Strategi Menghadapi Pandemi Covid-19 di Bali” Jurnal Lentera Widya, Vol. 1, No. 2, hal 14-23, Juni 2020

- [2] Sarbani, “Manajemen Tata Udara di Ruang Isolasi” dipresentasikan pada Webinar Kerja sama DPW PPNI Jawa Timur dan DPW HIPPII Jawa Timur, Minggu 26 Juli 2020
- [3] Kementerian Kesehatan RI, 2012. *Pedoman Teknis Prasarana Rumah Sakit Sistem Instalasi Tata Udara*. Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan. Jakarta.
- [4] Kementerian Kesehatan RI, 2012. *Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit Ruang Perawatan Intensif*. Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan. Jakarta.
- [5] Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor 1204/MENKES/sk/X/2004. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Menteri Kesehatan RI. Jakarta.