

**KAJIAN TERHADAP POLA KITARAN ALIRAN UDARA DALAM RUANG
TERKURUNG DENGAN SUDUT LUBANG DINDING 45 DARJAH (45°)**

ABDULLAH NUR MU'IZZ BIN ABDULLAH

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

**KAJIAN TERHADAP POLA KITARAN ALIRAN UDARA DALAM RUANG
TERKURUNG DENGAN SUDUT LUBANG DINDING 45 DARJAH (45°)**

ABDULLAH NUR MU'IZZ BIN ABDULLAH

**Tesis ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)
dengan Kepujian**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUN 2015

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca tesis ini dan pada pandangan saya tesis ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir) dengan Kepujian.”

Tandatangan :

Penyelia : **DR. YUSMADY BIN MOHAMED ARIFIN**

Tarikh :

PENGAKUAN

“Saya akui tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :

Penulis : **ABDULLAH NUR MU'IZZ BIN ABDULLAH**

Tarikh :

Khas buat
Ayah dan Ibu tersayang

PENGHARGAAN

Syukur kehadiran Ilahi dengan limpah kurniaNya saya dapat menyiapkan tesis Projek Sarjana Muda (PSM) ini dengan jayanya. Terima Kasih kepada keluarga saya terutama ibu bapa saya Abdullah Bin Haji Baba dan Ainon Binti Haji Yaacob yang tanpa henti memberi sokongan padu kepada saya sepanjang menyiapkan tesis ini. Saya juga ingin berterima kasih kepada Dr. Yusmady Bin Mohamed Arifin atas tunjuk ajar serta dorongan yang berterusan sehingga tesis ini berjaya disiapkan. Terima kasih kerana sentiasa membimbing saya dalam mencurahkan segala ilmu yang diberikan kepada saya sepanjang projek ini dilakukan. Tidak lupa juga kepada semua yang turut membantu saya secara langsung atau tidak langsung sepanjang menyiapkan projek sarjana muda ini.

ABSTRACT

Nowadays, world's temperatures is rising on some factors of production or pollution, especially carbon dioxide (CO_2) to the environment and depleting the ozone layer. For preliminary beginning to accept challenge by the government on the implementation of green technologies, this research is to study the natural ventilation in a confined space which involving the shape of a confined space that could be an example to be used as samples for future research. This study focus on the flow of air from outside of the confined space entering the confined space through a gapping wall, j first and then entering the opening space available at the pits at an angle of 45 degrees (45°) leading to changes of the pattern of air flow. Distance gapping wall, j used vary with differences deflector prism, R according to the specified case. The study used computer-aided drawing software (*CAD*) to build the model of the confined space. The first software used to design the model is SOLIDWORKS. There are nine cases of designed modeled and then integrating to the computational fluid dynamics (*CFD*) which is the second software, ANSYS FLUENT to simulate the model designed. The results of the simulation, all 9 cases have different velocity magnitude. The case was investigated by observation of the streamlines and velocity vector. All the 9 cases have anticlockwise air circulation with varying velocity. The cases were also investigated using 5 reference point placed at specified point to facilitate research on the magnitude of speed in confined spaces. Generally, a distance gapping wall, j and prism deflector, R affect the magnitude of the velocity in the space. The best case that been verified are case 2, which is the best velocity been recorded among others along the point 1,2 and 3 where height of the point can give the best possible satisfaction to the occupant in real application.

ABSTRAK

Pada masa kini, suhu bumi kian meningkat atas beberapa faktor terutama dari pengeluaran atau pencemaran gas karbon dioksida (CO_2) terhadap alam sekitar serta lapisan ozon yang semakin menipis. Bagi permulaan awal untuk menyahut cabaran dari kerajaan berkenaan pelaksanaan teknologi hijau, kajian ini adalah untuk mengkaji pengudaraan semula jadi dalam suatu ruang terkurung yang melibatkan bentuk ruang terkurung sebagai contoh yang boleh dijadikan sampel untuk kajian akan datang. Kajian ini akan memfokuskan aliran udara dari luar kawasan ruang terkurung lantas memasuki kawasan ruang terkurung melalui jarak sela dinding, j dahulu kemudian memasuki bukaan ruang yang terdapat pada lubang-lubang yang bersudut 45 darjah (45°) seterusnya mengakibatkan perubahan pada pola aliran udara. Jarak sela dinding, j yang digunakan adalah berbeza-beza beserta dengan perbezaan prisma pemesong, R mengikut kes yang ditetapkan. Kajian menggunakan perisian lukisan berbantu komputer (*CAD*) untuk membina model ruang terkurung tersebut. Perisian pertama yang digunakan untuk melukis model ialah *SOLIDWORKS*. Terdapat sembilan kes lukisan yang dimodelkan dan kemudian beralih ke perisian pengkomputeran dinamik bendalir (*CFD*) iaitu perisian kedua iaitu *ANSYS-FLUENT* untuk membuat simulasi model yang direka. Hasil dari simulasi, kesemua 9 kes mempunyai perbezaan magnitud halaju. Kes dikaji berdasarkan pemerhatian terhadap garis arus dan vektor halaju. Kesemua 9 kes mempunyai pusingan udara arah lawan jam dengan halaju yang berbeza-beza. Kes juga dikaji dengan menggunakan 5 titik rujukan yang di letakkan di kawasan yang ditetapkan bagi membantu kajian terhadap magnitud halaju dalam ruang terkurung. Secara Keseluruhannya, jarak sela dinding, j dan prisma pemesong, R memberi kesan terhadap magnitud halaju dalam ruang terkurung. Kes terbaik yang disahkan adalah kes 2 iaitu halajunya yang tercatat adalah paling terbaik dari yang lain sepanjang titik rujukan 1,2 dan 3 di mana ketinggian pada titik tersebut mampu memberi kepuasan yang terbaik kepada penghuni dalam aplikasi sebenar.

ISI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
ISI KANDUNGAN	iv
SENARAI RAJAH	vi
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI SIMBOL	viii
SENARAI SINGKATAN	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 KEPENTINGAN PROJEK	1
1.3 OBJEKTIF	2
1.4 SKOP	2
BAB 2 KAJIAN ILMIAH	3
2.1 PENGENALAN	3
2.2 RUANG TERKURUNG	4
2.3 ALIRAN UDARA	4
2.3.1 Pola aliran udara	5
2.4 PENGUDARAAN SEMULA JADI	6
2.5 KESELESAAN TERMAL	7
2.6 LUBANG SALUR UDARA	8
2.7 PERGERAKAN UDARA DALAMAN	9
2.7.1 Prinsip pengedaran udara di dalam bilik	11

2.7.2 Pengudaraan penyejukan oleh angin	15
BAB 3 KAEDAH KAJIAN.....	17
3.1 PENGENALAN.....	17
3.2 PERISIAN PENGKOMPUTERAN DINAMIK BENDALIR (CAD).....	17
3.2.1 Permodelan	18
3.2.2 Analisis	18
3.3 CARTA ALIRAN KAJIAN	19
3.4 MODEL BINAAN.....	19
3.5 SOLIDWORKS	20
3.6 ANSYS FLUENT	21
3.6.1 Lukisan Geometri.....	23
3.6.2 Jejaring Sirat “ <i>Meshing</i> ”	25
3.6.3 Penyelesaian Masalah “ <i>Problem Solver</i> ”	27
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN.....	31
4.1 PENGENALAN.....	31
4.2 GARIS ARUS.....	32
4.3 VEKTOR HALAJU	34
4.5 PERBINCANGAN GARIS ARUS, VEKTOR HALAJU DAN KONTOR HALAJU	36
4.6 KEPUTUSAN PERBANDINGAN KESELURUHAN.....	43
BAB 5 KESIMPULAN	48
5.1 CADANGAN KAJIAN AKAN DATANG.....	50
RUJUKAN	51
LAMPIRAN A.....	53
LAMPIRAN B.....	55

SENARAI RAJAH

Rajah 2.1: Pengudaraan bantuan angin	7
Rajah 2.2: Medan halaju dalaman dan fenomena yang berkaitan (suhu, kepekatan bahan cemar dan usia).....	10
Rajah 2.3: Langkah pengudaraan di dalam bilik.....	14
Rajah 2.4: Contoh reka bentuk pembukaan untuk menggalakkan pergerakan udara dalaman.	16
Rajah 3.1: Carta aliran kajian.....	19
Rajah 3.2: Lakaran ruang kosong model.....	20
Rajah 3.3: Lakaran pejal model	21
Rajah 3.4: Lakaran bingkai jejaring sirat model	22
Rajah 3.5: Lakaran pejal jejaring sirat model	22
Rajah 3.6: 3-D model CAD SOLIDWORKS	24
Rajah 3.7: 3-D model CAD ANSYS.....	25
Rajah 3.8: 3-D model jejaring sirat pandangan isometrik	26
Rajah 3.9: Model jejaring sirat pandangan tepi	26
Rajah 4.1: Hasil garis arus bagi kesemua 9 kes	33
Rajah 4.2: Hasil vektor halaju bagi kesemua 9 kes.....	35
Rajah 4.3: Lokasi titik-titik rujukan berdasarkan dimensi ruang terkurung	43
Rajah 4.4: Graf tindak balas halaju, (m/s) pada jarak sela dinding, j 10 mm	44
Rajah 4.5: Graf tindak balas halaju, (m/s) pada jarak sela dinding, j 20 mm	44
Rajah 4.6: Graf tindak balas halaju, (m/s) pada jarak sela dinding, j 30 mm	45
Rajah 4.7: Tindak balas magnitud halaju, (m/s) dalam ruang terkurung	45
Rajah 5.1: Kod rujukan pada lubang.....	36

SENARAI JADUAL

Jadual 3.1: Pengelasan kes-kes mengikut pemboleh ubah.....	20
Jadual 3.2: Ukuran fizikal badan kajian ruang terkurung	24
Jadual 3.3: Sampel butiran jejaring sirat bagi kes 1	26
Jadual 3.4: Tetapan penyelesaian.....	27
Jadual 3.5: Tetapan model.....	27
Jadual 3.6: Sifat udara	28
Jadual 3.7: Tetapan keadaan sempadan	29
Jadual 3.8: Ruangan pendiskretan.....	29
Jadual 4.1: Tetapan keputusan garis arus	32
Jadual 4.2: Tetapan keputusan vektor halaju	34

SENARAI SIMBOL

θ	Sudut lubang dinding	[$^{\circ}$]
j	Jarak sela dinding	[mm]
v	Halaju angina	[m/s]
R	Nisbah prisma pemesong	

SENARAI SINGKATAN

CO_2	Karbon dioksida
PPD	“Predicted Percentage of Dissatisfied”
PMV	“Predicted Mean Vote”
$HVAC$	“Heating, Ventilation and Air Conditioning”
CAD	“Computer Aided Drawing”
CFD	“Computational Fluid Dynamics”
CFM	“Cubic feet per minute”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Ruang terkurung sering dikaitkan dengan ruang yang tertutup, namun secara terperinci kedua-duanya adalah berbeza. Ruang tertutup adalah ruang yang ditutup dengan dinding, tingkap, atau pintu dan mempunyai pengaliran udara yang baik di sekitarnya. Ruang terkurung pula hampir sama dengan ruang tertutup cuma pengaliran udara di sekitarnya amat sedikit atau hampir tiada pengaliran udara di mana projek ini akan menjadikan kajian ruang terkurung sebagai aplikasi bilik terkurung dalam situasi sebenar.

1.2 KEPENTINGAN PROJEK

Kajian projek ini adalah untuk menyokong atau membantu kajian tentang pola kitaran aliran udara dalam ruang terkurung yang terdahulu. Secara tidak langsung kajian ini akan mengukuhkan lagi kesimpulan bagi merungkai persoalan-persoalan yang terdapat dalam kajian terdahulu terutama sudut lubang dinding dan pola aliran udara di dalam ruang terkurung itu sendiri.

1.3 OBJEKTIF

1. Untuk menyiasat pola kitaran aliran udara dalam ruang terkurung dengan sudut lubang dinding (θ) 45 darjah (45°) menggunakan pendekatan simulasi.
2. Mensimulasikan model dengan variasi nisbah prisma pemesong (R) dan jarak sela dinding (j) yang berbeza-beza.

1.4 SKOP

Kajian ini menggunakan perisian dinamik bendalir iaitu perisian ANSYS FLUENT untuk mensimulasikan pola kitaran aliran udara dalam ruang terkurung dengan sudut lubang dinding (θ) 45 darjah (45°). Pembolehubah manipulasi yang terlibat adalah nisbah prisma pemesong (R) dengan nilai 0.5, 1.0 dan 2.0. Variasi jarak sela dinding (j) dengan nilai 10 mm, 20 mm dan 30 mm juga ditetapkan sebagai pembolehubah manipulasi. Oleh itu, kajian ini dibuat untuk mencari kombinasi pembolehubah terbaik dalam penambahbaikan kitaran udara di dalam ruang terkurung.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 PENGENALAN

Dalam bab ini akan menerangkan tentang kajian terperinci setiap komponen-komponen yang berkaitan dalam projek ini. Bab ini menerangkan serba-sedikit pengetahuan tentang makna sesuatu komponen dan kajian-kajian penggunaannya dari kajian yang terdahulu secara umum ataupun terperinci. Oleh itu, setiap komponen yang bakal digunakan untuk projek ini memerlukan kajian ilmiah terlebih dahulu supaya fungsi komponen tersebut dapat digunakan dengan sebaik-baiknya dan mengurangkan ralat yang bakal dihadapi sepanjang projek ini dijalankan. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, pelbagai sumber ilmiah yang dijadikan rujukan telah digarap dan dijadikan pengisian serta pemahaman tambahan dalam kajian projek ini. Sumber ilmiah yang diperolehi merangkumi pelbagai jenis ilmiah seperti buku, tesis, rencana, perbincangan, dan sebagainya. Sumber-sumber ilmiah ini juga dikaji dan disimulasi terlebih dahulu sebelum diguna-pakai sebagai rujukan untuk kajian projek ini.

2.2 RUANG TERKURUNG

Ruang terkurung yang diketengahkan dalam projek ini lebih kepada ruang terkurung didalam sesuatu bilik. Untuk mengelakkan atau mengurangkan penggunaan sistem mekanikal, penggunaan sistem semula jadi boleh dijadikan salah satu jalan penyelesaian untuk mengatasi haba panas yang terperangkap di dalam sesuatu bilik terutamanya pada waktu malam.

Suhu sesuatu bilik pada waktu malam agak baik untuk dikawal dengan sistem semula jadi kerana suhu objek yang terdapat pada dinding, bumi, siling dan atap telah menurun berbanding waktu siang dimana haba dari sinaran matahari telah menaikkan suhu objek tersebut yang bersifat konduktif terhadap haba.

2.3 ALIRAN UDARA

Etheridge, David. (2012), Pergerakan udara boleh dikawal atau tidak terkawal, Pada masa dahulu kajian merujuk kepada pergerakan udara dalam pembuluh (saluran atau paip) dan pada masa kini kajian lebih melibatkan pergerakan udara di dalam ruang yang besar (bilik, bangunan, atau kawasan luar). Pereka pengudaraan industri akan menghadapi kedua-dua keadaan tersebut walaupun sifatnya yang berkait untuk mengawal aliran udara adalah sangat penting. Pemahaman yang mendalam tentang hukum asas pengawalan aliran udara adalah sangat berharga kepada jurutera supaya pengiraan rekabentuk ditafsir dan dilaksanakan secara teratur walaupun rekabentuk yang sebenar kebanyakan sistem menggunakan pendekatan secara langsung.

Andaian yang dibuat dalam kajian ini adalah seperti berikut:

- Pada kebiasaan sistem pengudaraan, udara boleh dianggap sebagai tidak boleh mampat yakni ketumpatannya tidak akan berbeza dan ketara dari satu titik ke satu titik dalam suatu sistem.

- Beberapa parameter alam sekitar yang terlibat sedikit adalah suhu 20 darjah celsius (20°C) dan tekanan 1atm (1.01×10^5 Pa). Nilai-nilai ini akan dijadikan syarat standard dalam projek ini.
- Udara adalah bendalir homogen iaitu komposisinya mengikut kawasan dan konsisten untuk suatu waktu.

Pengecualian terhadap andaian ini juga diambil perhatian seperti pengetahuan ketumpatan bendalir, tekanan dan suhu diperlukan untuk menggambarkan bendalir mengisi atau memenuhi ruang sepenuhnya. Ketika mempertimbangkan gerakan bendalir, ciri-ciri tambahan seperti halaju, kelikatan dan kehilangan tenaga geseran secara tidak langsung menjadi penting.

2.3.1 Pola aliran udara

Pada istilah kejuruteraan, pola aliran udara adalah pengukuran pada jumlah udara yang mengalir ke sesuatu kawasan atau ruang yang tertentu pada sesuatu masa. Jumlah udara boleh diukur dengan menggunakan pengukuran isipadu atau jisim. Kebiasaannya ia diukur dengan isipadu tetapi terdapat sesuatu penggunaan aplikasi lebih baik diukur dengan jisim. Udara boleh dianggap sebagai gas seperti gas oksigen, karbon dioksida, helium dan sebagainya. Maka suhu gas tersebut berbeza-beza mengikut isipadu sesuatu jenis gas.

Maas J. V. D. (1992), Udara boleh mengalir berbeza-beza di bahagian atas dan dibahagian bawah. Perbezaan aliran ini mempunyai ciri-ciri tingkah laku bergantung pada pembukaan ruang yang dibenarkan. Pelbagai punca yang boleh diklasifikasikan secara meluas dan ianya terbahagi kepada dua kategori, kategori pertama merangkumi kesan purata halaju angin serta tekanan graviti akibat kecerunan ketumpatan, kesan perkembangan arus lapisan sempadan dalam sesuatu

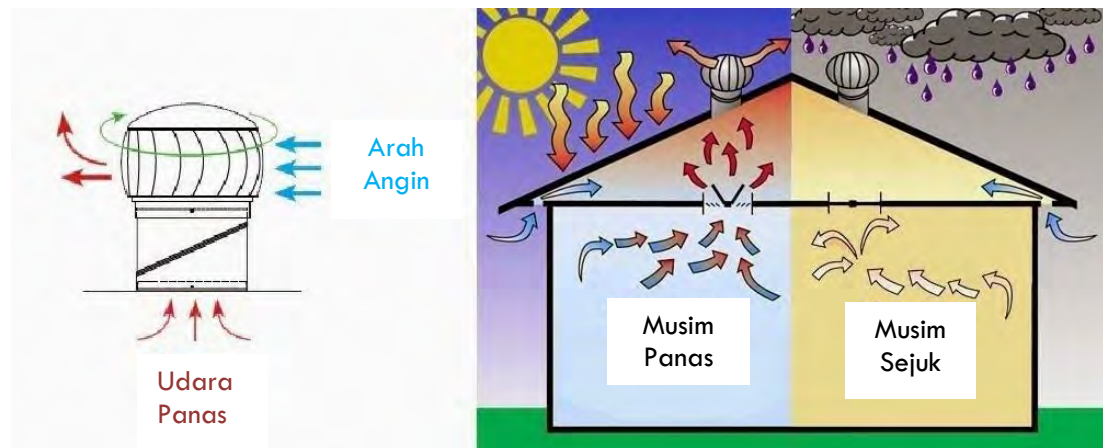
ruang dan kesan gandingan yang disebabkan oleh pemanasan pengudaraan atau sistem. Kategori kedua mewakili aliran udara tidak menentu yang disebabkan oleh tekanan turun naik. Tekanan turun naik ini mungkin disebabkan oleh ciri-ciri pergolakan yang menghampiri angin atau dari pergolakan yang disebabkan oleh suatu binaan itu sendiri. Topik umum berkaitan aliran udara dalam suatu ruang binaan telah menerima banyak kepentingan sebagaimana yang ditunjukkan oleh banyak uji kaji yang lepas dalam bidang ini dan pelbagai model asas telah dicadangkan untuk dikaji sebagai penambahbaikan.

2.4 PENGUDARAAN SEMULA JADI

Gadi, M.B. (2010), Pengudaraan semula jadi ini bukanlah penemuan kaedah yang baru. Pengudaraan sistem mekanikal telah digunakan sejak 150 tahun yang lalu. Dalam pada waktu itu, semua bilik atau ruang terkurung menggunakan pengudaraan semula jadi. Permulaan rekabentuk pengudaraan semula jadi ini mungkin boleh dianggap ketika sesuatu bilik atau ruang terkurung telah menjadi sesuatu tujuan binaan yang mempunyai pengudaraan semula jadi. Bukti tujuan binaan pengudaraan terdapat di negara Cina pada zaman neolitik.

Permulaan rekabentuknya empirikal iaitu rekabentuk yang tidak bergantung pada teori tetapi berdasarkan pemerhatian atau eksperimentasi dan ianya berkembang dari masa ke semasa berdasarkan pengalaman yang dikecapi. Ia mungkin hampir boleh dikatakan sebagai eksperimen jangka panjang yang berskala besar. Setelah melepasi satu abad, pengudaraan semula jadi moden telah dikenali dan banyak pengalaman yang telah diperolehi sepanjang peredaran tahun itu berlanjutan. Contoh pengudaraan semula jadi moden yang baik adalah alat yang menggunakan bantuan angin.

Rajah 2.1 menunjukkan salah satu contoh pengudaraan yang menggunakan bantuan angin. Secara teori, udara panas akan mengalir ke permukaan atas kerana kandungan zarah-zarah dalam udara panas tersebut lebih ringan berbanding udara sejuk. Oleh itu, konsep moden yang digunakan pada masa kini adalah dengan menggunakan bantuan angin yang akan menolak atau memutarakan bilah dan menyebabkan putaran vakum berlaku dari dalam rumah, maka secara tidak langsung udara panas dari dalam rumah disedut dan dibawa keluar. Kemudian udara sejuk akan mula memasuki rumah dari paras bawah.



Rajah 2.1: Pengudaraan bantuan angin

2.5 KESELESAAN TERMAL

Keselesaan dan kesihatan bergantung kepada banyak fenomena kompleks dan tidak berkaitan yang melibatkan keadaan-keadaan objektif serta persepsi yang subjektif. Fanger (1970) berhujah bahawa jika seseorang individu yang mempunyai terma sensasi adalah lebih panas daripada sedikit suam (+1) atau lebih sejuk daripada sedikit sejuk (-1) tidak akan berpuas hati dengan persekitaran haba dan berkemungkinan untuk membuat aduan. Bagi setiap ujian berkelompok yang dijalankan, beliau akan memastikan sensasi haba purata dan peratusan subjek kajian dalam kelompok mempunyai sensasi haba tidak keluar dari ± 1 .

Oleh itu, dengan mengetahui atau kebolehan meramal purata sensasi haba persekitaran, seseorang itu mampu untuk menganggarkan peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka (*“Predicted Percentage of Dissatisfied”*, PPD) yakni dalam menentukan alam sekitar dari segi skala efektif yang baru. Fanger juga telah membangunkan “persamaan keselesaan” yang dipanggil Jangkaan Purata Undi (*“Predicted Mean Vote”*, PMV), iaitu satu kaedah meramalkan sensasi haba yang sama berdasarkan parameter alam sekitar.

Menurut ANSI/ASHRAE Piawai 55 (2010), keselesaan termal ditakrifkan sebagai "penyataan kepuasan dengan persekitaran termal dan dinilai oleh penilaian yang bersifat subjektif". Keselesaan termal juga dikenali sebagai keselesaan manusia, keselesaan termal adalah kepuasan penghuni dengan keadaan termal dan sekitar adalah penting untuk dipertimbangkan apabila merekabentuk struktur yang akan diduduki oleh penghuni sesuatu kawasan itu.

2.6 LUBANG SALUR UDARA

Lubang salur udara boleh diambil contoh penggunaan orifis atau rongga. Orifis pada zahirnya adalah digunakan untuk mengukur aliran udara. Lubang boleh digunakan untuk mengukur kadar aliran apabila saiz dan bentuk dalam rongga badan dan kepala yang bertindak dapat dipastikan. Dalam kegunaan pengairan, terdapat dua jenis yang biasa digunakan iaitu lubang bulat atau segi empat tepat dan biasanya diletakkan di permukaan menegak, bersudut tepat dengan arah aliran saluran.

Ada beberapa sebab orifis dicipta.

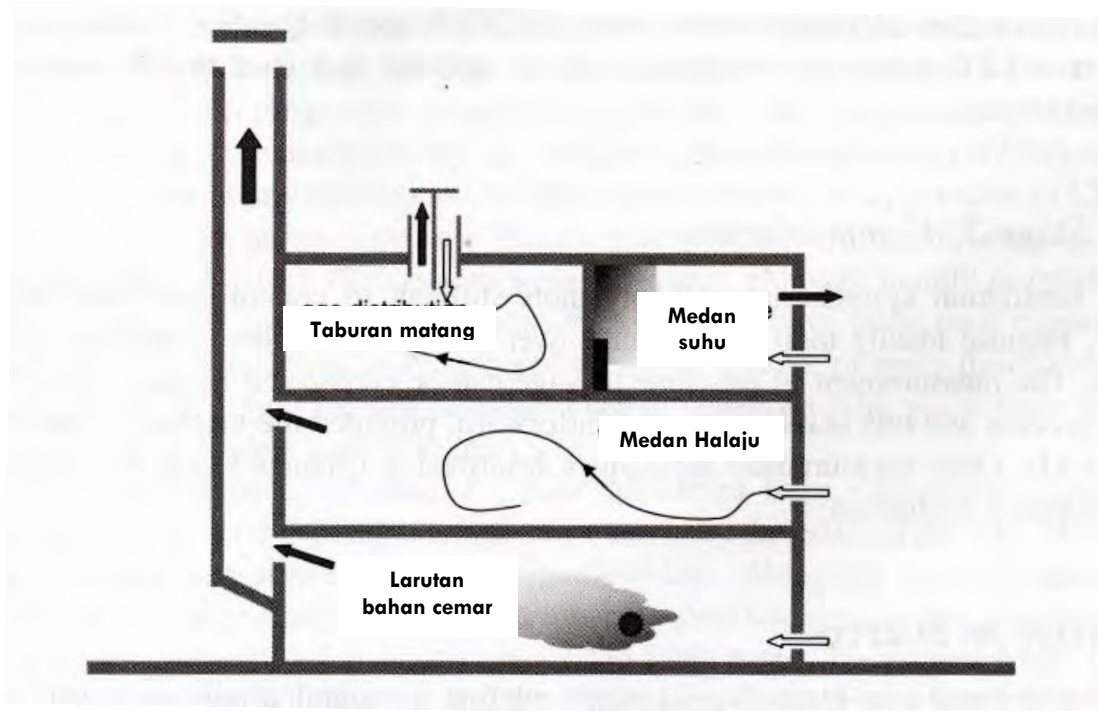
- Untuk meninggikan arah tekanan.
- Untuk mengurangkan aliran disepanjang jalan lubang.
- Untuk meningkatkan halaju bendalir disepanjang jalan lubang.

Dalam projek ini, konsep kaedah seperti orifis digunakan sebagai rujukan dan diadaptasikan kepada lubang yang digunakan adalah untuk mengalirkan udara dari luar menembusi dinding melalui lubang yang ditebuk dan bersudut 45 darjah (45°). Tujuan lain lubang digunakan adalah untuk mengawal aliran udara dari luar supaya pengalirannya dapat diasingkan atau diceraikan dan diedarkan secara menyeluruh ke dalam ruang terkurung itu.

2.7 PERGERAKAN UDARA DALAMAN

Rajah 2.2 menunjukkan kepentingan medan halaju pada pergerakan udara dalaman untuk mencapai pengaliran udara yang terbaik. Pada waktu panas, arus udara sejuk dalam bilik boleh menyebabkan ketidakselesaan manakala pada waktu sejuk pula halaju tinggi yang mampu untuk bergerak bebas didalam bangunan adalah wajar untuk menyebarkan udara sejuk.

Burgess, (2004) menyatakan sebahagian besar medan suhu udara ini bertindak balas dari punca nyah haba di dalam ruang dan juga interaksi dengan medan halaju. Medan halaju juga bertanggungjawab terhadap kualiti udara dalaman seperti bau yang terhindar dari sumber bahan yang tercemar. Faktor-faktor penting yang lain adalah kedudukan dan juga sifat sumber yang bertindak balas.



Rajah 2.2: Medan halaju dalaman dan fenomena yang berkaitan (suhu, larutan bahan cemar dan usia) (Burgess, 2004)

Antara penunjuk yang lebih umum tentang kualiti udara adalah taburan pola kematangan udara didalam suatu ruang yakni masa yang telah berlalu sewaktu udara memasuki ruang. Hal ini membuktikan bahawa kualiti udara ini semata-mata ditentukan oleh medan halaju. Hal ini jelas menunjukkan bahawa halaju dalaman dan medan suhu adalah penting untuk mengekalkan keselesaan dan persekitaran dalaman yang sihat. Oleh yang demikian, ia menimbulkan persoalan bagaimana isu-isu ini perlu ditangani dalam rekabentuk. Sekiranya dengan menggunakan pengudaraan sistem mekanikal ia mungkin mampu meletakkan titik udara masuk dan keluar di dalam ruang dalam apa-apa cara untuk faktor-faktor ini diambil kira. Sekiranya dengan menggunakan pengudaraan semula jadi pula kedudukan bukaan adalah lebih terhad. Tambahan pula, magnitud pada kadar aliran individu boleh dikawal rapi dengan sistem mekanikal.

Untuk sistem semula jadi, kawalan yang berbeza-beza bergantung kepada saiz bukaan. Ketepatan sistem ini adalah kurang tepat kerana kadar aliran sebahagiannya berinteraksi antara satu sama lain. Akibat daripada ini, ia bukan sahaja perubahan pada kadar aliran yang terlibat. Ia akan menjadi lebih sukar untuk mengambil kira gerakan udara dalaman dalam rekabentuk sistem pengudaraan semula jadi. Untuk sistem pengudaraan semula jadi pula, gerakan udara dalaman mungkin lebih sensitif kepada kesan haba (pemindahan haba pada dinding atau permukaan lain) kerana ia tidak menunjukkan untuk menjadi sumber aliran yang dominan.

Kreider (1994) ada menyatakan mengenai sistem pengudaraan yang biasa di bangunan komersial kitaran udara pada kadar yang tinggi adalah kadar edaran semula yang beberapa kali lebih tinggi daripada kadar di mana udara segar diambil. Lebih daripada itu, udara yang keluar daripada peresap udara mempunyai halaju yang cukup tinggi untuk menyebabkan banyak pencampuran kawasan setempat. Akibatnya, udara di dalam bangunan dengan sistem pengudaraan mekanikal cenderung untuk menjadi sehati. Dalam zon udara yang agak terkurung, kadar aliran udara setempat yang terkesan juga lebih rendah daripada purata udara dalam bangunan dan penumpuan udara setempat yang terhasil daripada bahan cemar juga lebih tinggi. Pencampuran udara yang tidak mencukupi boleh menyebabkan masalah kualiti udara setempat.

2.7.1 Prinsip pengedaran udara di dalam bilik

Walaupun terdapat kaedah kejuruteraan telah dibangunkan untuk merekabentuk sistem pemanasan pada musim sejuk dan pada suhu yang lebih rendah, sistem penyejukan pada musim panas untuk keselesaan penghuni di sesebuah kediaman. Kombinasi antara sistem operasi pemanasan dan penyejukan kedalam satu sistem penyaman udara dibentangkan oleh pengkaji pada setiap tahun.