



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN SISTEM DUCTING PADA  
GEDUNG PERKANTORAN X**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik**

**PRASETYO  
0405020537**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
KEKHUSUSAN KONVERSI ENERGI  
DEPOK  
JULI 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : PRASETYO**

**NPM : 0405020537**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 2 Juli 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : PRASETYO  
NPM : 0405020537  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM DUCTING PADA  
GEDUNG PERKANTORAN X

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Rusdy Malin, MME ( )

Penguji : Dr. Ir. Wardjito, M.Eng ( )

Penguji : Dr. Ir. Budiharjo, Dipl.Ing ( )

Penguji : Ir. Agung Subagio, Dipl.Ing ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 2 Juli 2009

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi Penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Rusdy Malin, MME, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan Penulis dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ir. Rusli, selaku konsultan mechanical bulding engineer di gedung perkantoran X yang telah memberikan banyak kemudahan pengambilan data kepada Penulis;
- (3) Dr. Ir. Harinaldi, selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia sekaligus dosen yang banyak memberikan teladan kepada Penulis selama masa kuliah;
- (4) Ir. Wahyu Nirbito, MSME selaku Dosen Perwakilan Akademik Penulis, yang telah banyak membantu Penulis selama masa perkuliahan di Mesin UI;
- (5) orang tua dan keluarga Penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (6) sahabat yang telah banyak membantu Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 2 Juli 2009

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : PRASETYO  
NPM : 0405020537  
Program Studi : Teknik Mesin  
Departemen : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PERANCANGAN SISTEM DUCTING PADA GEDUNG PEKANTORAN X**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

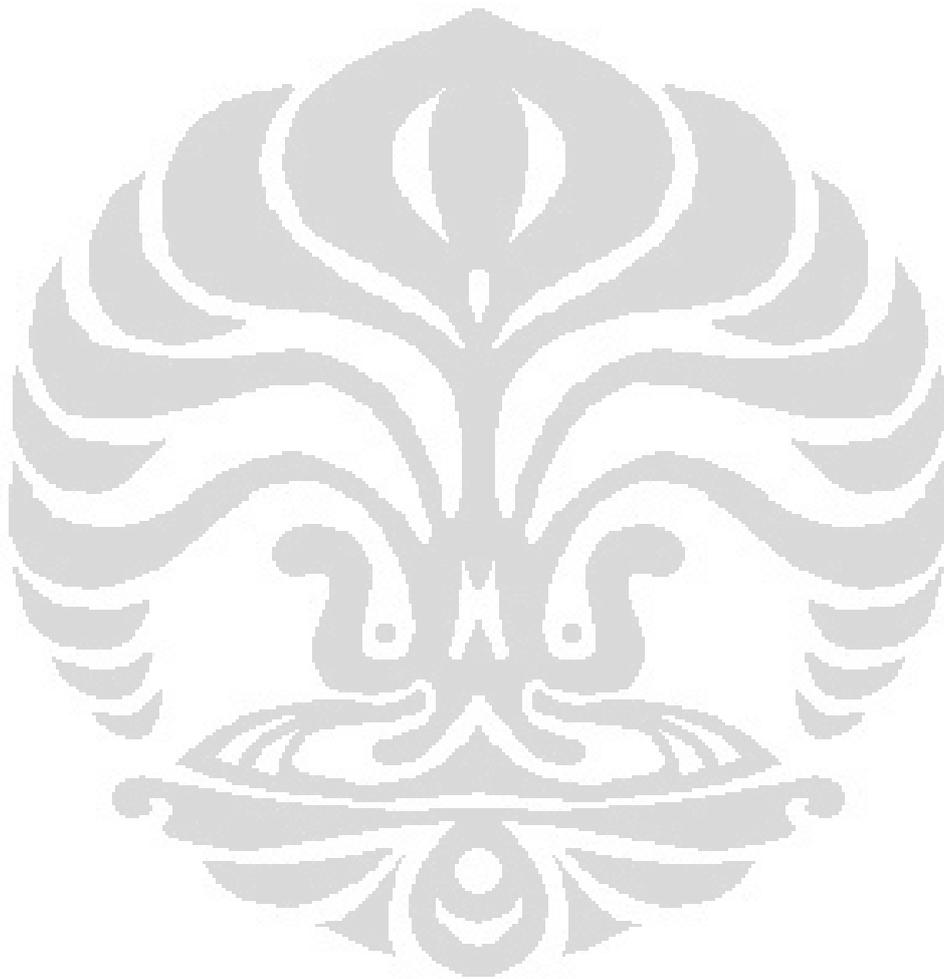
Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 2 Juli 2009  
Yang menyatakan

(Prasetyo)

## DAFTAR ISI

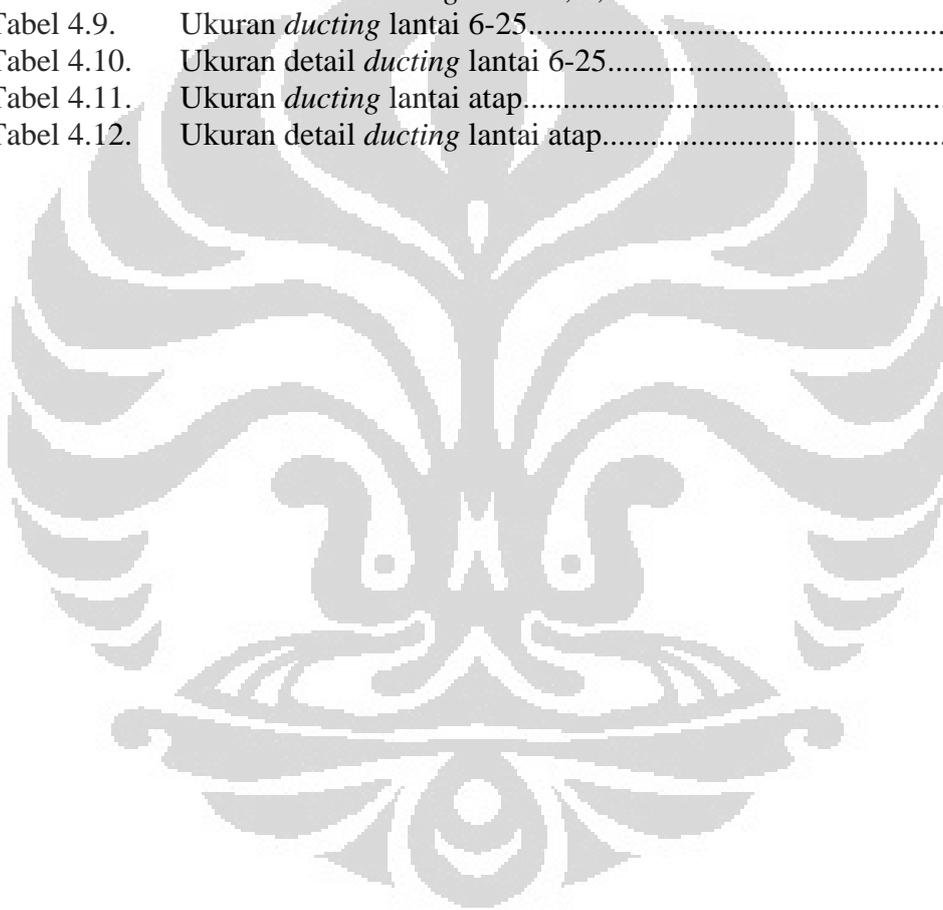
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	1
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode dan Langkah Penulisan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Faktor Rencana Pengkondisian Udara.....	5
2.2 Distribusi Udara Sejuk ke Dalam Ruangan.....	6
2.3 Penjelasan Tentang Ducting.....	7
2.4 Komponen Sistem Ducting.....	8
2.4.1 <i>Air Handling Unit (AHU)</i> .....	8
2.4.2 <i>Ducting</i> .....	13
2.4.3 <i>Diffuser</i> .....	15
2.4.4 <i>Grille</i> .....	17
2.5 Sistem Saluran Udara.....	17
2.6 Perancangan Saluran Udara.....	18
2.7 Metode Tahanan Gesek Sama ( <i>Equal Friction Rate Method</i> ).....	19
<b>BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Data Gedung.....	22
3.2 Data Perancangan.....	25
3.3 Perhitungan Dalam Pemilihan Ukuran <i>Ducting</i> .....	27
3.4 Pemilihan <i>Air Handling Unit (AHU)</i> .....	28
<b>BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Perhitungan Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Setiap Lantai.....	29
4.1.1 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Dasar.....	29
4.1.2 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 2.....	34
4.1.3 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 3, 4, 5.....	41
4.1.4 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 6-25.....	48
4.1.5 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Atap.....	53
4.2 Menentukan Ukuran <i>Ducting</i> .....	57
4.3 Pemilihan <i>Air Handling Unit (AHU)</i> .....	57

<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ketebalan BJLS.....	15
Tabel 3.1.	Data-data luas lantai dan jumlah orang.....	22
Tabel 4.1.	Ukuran <i>ducting</i> lantai dasar.....	31
Tabel 4.2.	Ukuran detail <i>ducting</i> lantai dasar.....	34
Tabel 4.3.	Ukuran <i>ducting</i> lantai 2 untuk <i>AHU</i> pertama.....	36
Tabel 4.4.	Ukuran <i>ducting</i> lantai 2 untuk <i>AHU</i> kedua.....	38
Tabel 4.5.	Ukuran detail <i>ducting</i> lantai 2.....	41
Tabel 4.6.	Ukuran <i>ducting</i> lantai 3, 4, 5 untuk <i>AHU</i> pertama.....	43
Tabel 4.7.	Ukuran <i>ducting</i> lantai 3, 4, 5 untuk <i>AHU</i> kedua.....	45
Tabel 4.8.	Ukuran detail <i>ducting</i> lantai 3, 4, 5.....	48
Tabel 4.9.	Ukuran <i>ducting</i> lantai 6-25.....	50
Tabel 4.10.	Ukuran detail <i>ducting</i> lantai 6-25.....	53
Tabel 4.11.	Ukuran <i>ducting</i> lantai atap.....	54
Tabel 4.12.	Ukuran detail <i>ducting</i> lantai atap.....	57

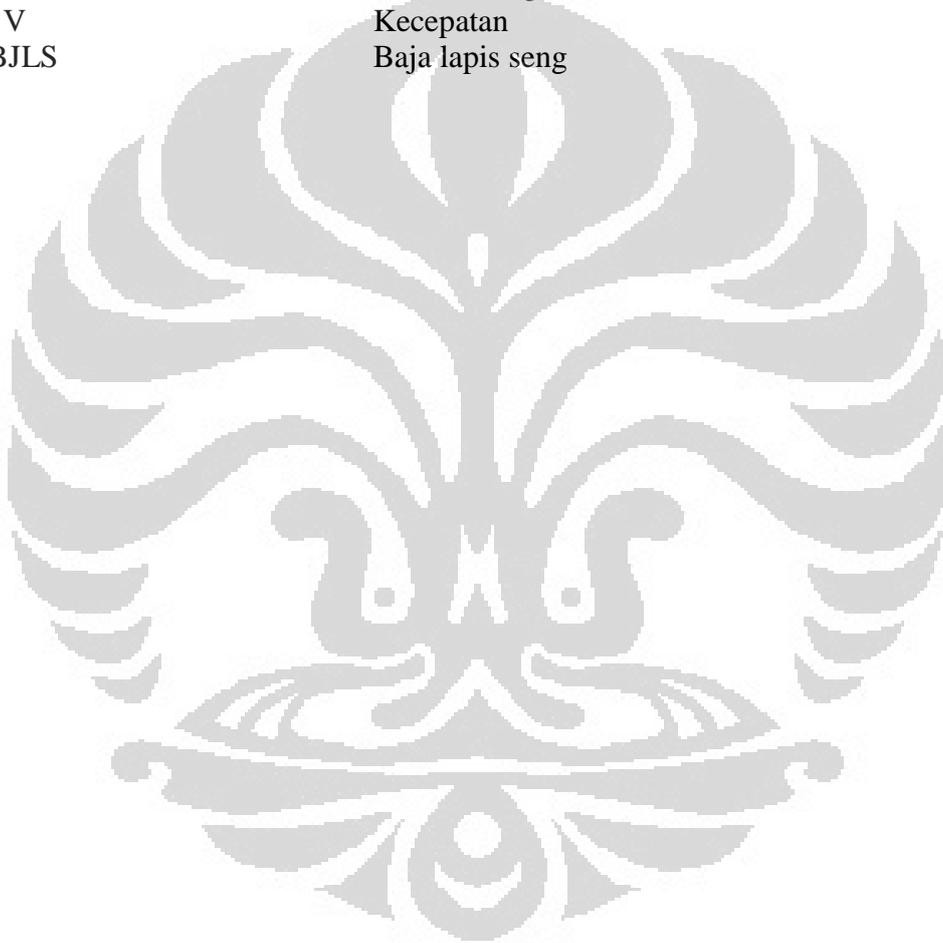


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram alir perencanaan <i>ducting</i> .....	5
Gambar 2.2.	<i>Air Handling Unit(AHU)</i> .....	9
Gambar 2.3.	<i>Blower</i> .....	10
Gambar 2.4.	<i>Coil</i> .....	11
Gambar 2.5.	<i>Filter</i> .....	11
Gambar 2.6.	Konstruksi saluran udara.....	14
Gambar 2.7.	<i>ceiling diffuser</i> .....	16
Gambar 2.8.	<i>Linear diffuser</i> .....	16
Gambar 2.9.	<i>Return grille</i> .....	17
Gambar 2.10.	Sistem saluran udara.....	18
Gambar 2.11.	Perancangan <i>ducting</i> dari <i>Carrier</i> .....	19
Gambar 3.1.	Diagram alir perancangan sistem <i>ducting</i> .....	20
Gambar 3.2.	Skematik perancangan <i>ducting</i> .....	26
Gambar 4.1.	Chart kerugian gesekan lantai dasar.....	32
Gambar 4.2.	Desain <i>ducting</i> lantai dasar.....	33
Gambar 4.3.	Chart kerugian gesekan lantai 2 untuk <i>AHU</i> pertama.....	37
Gambar 4.4.	Chart kerugian gesekan lantai 2 untuk <i>AHU</i> kedua.....	39
Gambar 4.5.	Desain <i>ducting</i> lantai 2.....	40
Gambar 4.6.	Chart kerugian gesekan lantai 3, 4, 5 untuk <i>AHU</i> pertama.....	44
Gambar 4.7.	Chart kerugian gesekan lantai 3, 4, 5 untuk <i>AHU</i> kedua.....	46
Gambar 4.8.	Desain <i>ducting</i> lantai 3, 4, 5.....	47
Gambar 4.9.	Chart kerugian gesekan lantai 6-25.....	51
Gambar 4.10.	Desain <i>ducting</i> lantai 6-25.....	52
Gambar 4.11.	Chart kerugian gesekan lantai atap.....	55
Gambar 4.12.	Desain <i>ducting</i> lantai atap.....	56
Gambar 4.13.	<i>Air Handling Unit (AHU)</i> merk <i>Carrier</i> model Aero 39L.....	58

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
CFM	Laju aliran udara	ft <sup>3</sup> /min
ERSH	Beban kalor sensibel efektif	Btu/hr
Ti	Temperatur udara di dalam ruangan	F
Tadp	<i>Temperature apparatus dew point</i>	F
BF	<i>Baypass factor</i>	-
Q	Banyaknya udara	CFM
A	Luas <i>ducting</i>	ft <sup>2</sup>
V	Kecepatan	FPM
BJLS	Baja lapis seng	-



## ABSTRAK

Nama : PRASETYO  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : PERANCANGAN SISTEM DUCTING PADA GEDUNG  
PERKANTORAN X

Pengkondisian udara pada gedung perkantoran merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan untuk memberikan kenyamanan pada para pekerja sehingga kualitas pekerjaan yang dihasilkan juga optimal. Untuk itu perlu kiranya direncanakan suatu sistem pengkondisian udara yang memenuhi syarat standar kenyamanan ruang kerja. Dalam perencanaan ini, pengkondisian udara yang akan digunakan adalah AC tipe split dengan menggunakan *ducting*. Hal yang akan dibahas adalah tentang pemilihan dari ukuran *ducting* yang berbentuk persegi atau persegi panjang dengan metode *Equal Friction* dan selain itu dipilih juga *Air Handling Unit (AHU)* sesuai dengan kebutuhan banyaknya udara.

Kata kunci :  
Pengkondisian udara, *ducting*, *Air Handling Unit (AHU)*

## ABSTRACT

Name : PRASETYO  
Study Program : Mechanical Engineering  
Title : DESIGN OF DUCTING SYSTEM AT X OFFICE  
BUILDING

Air conditioning unit for the office building play an important role as a media to pleasant the people who work beneath, to create a nice working condition for them. If this condition is achieved, it can increase the quality of their job definitely. That's why it is need to design an air conditioning system based on the standard or criteria of pleasant working condition. In this research, Split Air Conditioner with *ducting* is used. The parameters that also used to determine the *ducting* are: the size and the form (square or rectangular) based on *Equal Friction* method. The *Air Handling Unit (AHU)* is also selected in this research.

Key words :  
Air conditioning , *ducting*, *Air Handling Unit (AHU)*

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang.

Pemakaian unit pengkondisian udara pada gedung kantor, hotel, pusat perbelanjaan, rumah sakit, pabrik dan kendaraan sudah merupakan kebutuhan yang dirasakan sangat perlu terutama di negara-negara yang mempunyai iklim tropis seperti Indonesia.

Pendingin ruangan sekarang ini sudah umum dipakai di Indonesia, terutama kantor-kantor di daerah yang termasuk berudara panas. Udara sejuk bukan saja nyaman tetapi juga mempengaruhi manusia baik psikis maupun fisik dan tentunya dapat menaikkan prestasi kerja. Selain untuk manusia, ruangan sejuk sangat diperlukan untuk peralatan elektronik, mesin faximile, mesin fotokopi dan computer. Jadi alat pendingin dan pengaturan udara ini sudah merupakan keharusan bagi kantor-kantor yang modern.

Selain itu untuk para penghuni gedung sendiri perlu dipikirkan tingkat kenyamanannya, sehingga dalam perencanaan pengkondisian udara harus dipertimbangkan terhadap kondisi para penghuni gedung, perbedaan temperatur luar ruangan dan dalam ruangan lebih dari yang telah disesuaikan atau ditetapkan harus dihindari untuk mencegah *thermal shock* bagi para penghuni gedung.

Oleh karena tubuh manusia akan bereaksi dengan cepat apabila dengan tiba-tiba dikenai perubahan kondisi udara, maka perbedaan antara temperatur udara luar dan temperatur ruangan yang didinginkan sebaiknya disesuaikan agar diperoleh udara yang sejuk pada bagian dalam ruangan tersebut.

Untuk itu dalam perencanaan maupun pengaturan suhu ruangan dianjurkan tidak melebihi perbedaan temperatur luar dan dalam yang telah ditetapkan sebelumnya, diperlukan perancang yang handal dalam mendesain sistem pengkondisian udara.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perancangan sistem *ducting* di dalam gedung perkantoran merupakan hal yang sangat penting untuk mendapatkan udara sejuk yang merata pada

setiap ruangan, oleh karena itu perancangan sistem ducting harus direncanakan secara cermat dan tepat untuk dapat menghasilkan rancangan yang baik.

### 1.3 Tujuan Penulisan

Sistem pengkondisian udara untuk perkantoran, restoran, tempat perbelanjaan dan lain-lain dirancang untuk memperoleh udara yang sejuk sehingga memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi para pekerjanya. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah menentukan ukuran dari *ducting* berdasarkan banyaknya udara dengan metode *Equal Friction* dimana ukurannya ditetapkan agar kerugian per satuan panjang saluran sama besarnya serta pemilihan *Air Handling Unit (AHU)* berdasarkan banyaknya udara yang dibutuhkan.

### 1.4 Batasan Masalah

Perencanaan pengkondisian udara untuk perkantoran di titik beratkan pada banyaknya udara sejuk yang dibutuhkan sehingga dapat menentukan ukuran dari *ducting* utama dan cabangnya serta pemilihan *Air Handling Unit (AHU)* yang tepat. Dengan begitu didapatkan pengaturan laju aliran udara yang merata pada setiap cabang *ducting* yang keluar pada setiap ruangan agar diperoleh udara yang sejuk dan nyaman.

### 1.5 Metode dan Langkah Penulisan

Dalam penulisan ini dilakukan metode dan langkah-langkah sebagai berikut :

- Studi Lapangan  
Pada tahap ini dilakukan pencarian data-data yang diperlukan dengan melihat dan mensurvey langsung ke lokasi.
- Studi Kepustakaan  
Pada tahap ini dilakukan kegiatan pengumpulan beberapa referensi yang berhubungan dengan perhitungan beban kalor dan brosur-brosur yang ada hubungannya mengenai pengkondisian udara.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

ABSTRAK

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR NOTASI

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Perumusan masalah
- 1.3 Tujuan Penulisan
- 1.4 Batasan Masalah
- 1.5 Metode dan Langkah Penulisan
- 1.6 Sistematika Penulisan

### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

- 2.1 Faktor Rencana Pengkondisian Udara
- 2.2 Distribusi Udara Sejuk ke Dalam Ruangan
- 2.3 Penjelasan Tentang *Ducting*
- 2.4 Komponen Sistem *Ducting*
  - 2.4.1 *Air Handling Unit (AHU)*
  - 2.4.2 *Ducting*
  - 2.4.3 *Diffuser*
  - 2.4.4 *Grille*
- 2.5 Sistem Saluran Udara
- 2.6 Perancangan Saluran Udara
- 2.7 Metode Tahanan Gesek Sama (*Equal Friction Rate Method*)

### **BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN**

- 3.1 Data Gedung
- 3.2 Data Perancangan

3.3 Perhitungan Dalam Pemilihan Ukuran *Ducting*

3.4 Pemilihan *Air Handling Unit (AHU)*

## **BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perhitungan Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek pada Setiap Lantai

4.1.1 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Dasar

4.1.2 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 2

4.1.3 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 3, 4, 5

4.1.4 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 6-25

4.1.5 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Atap

4.2 Menentukan Ukuran *Ducting*

4.3 Pemilihan *Air Handling Unit (AHU)*

## **BAB 5. PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

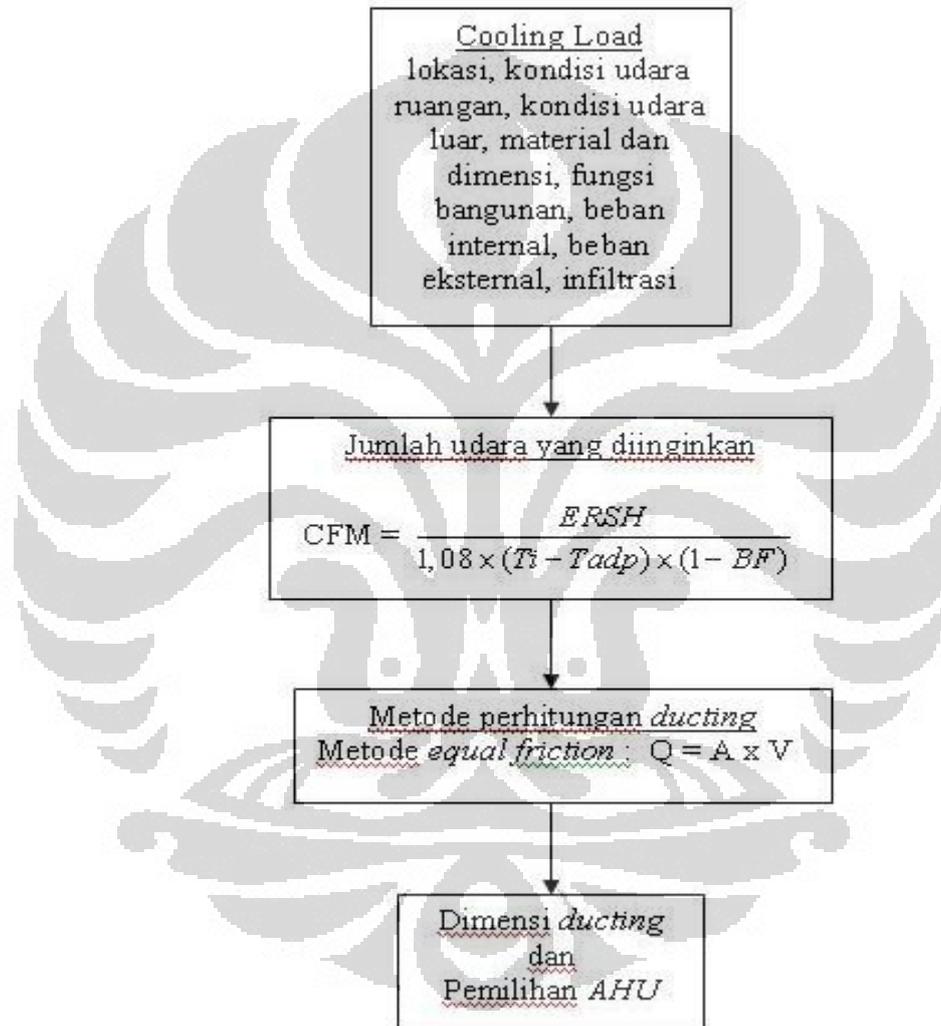
## **DAFTAR REFERENSI**

## **LAMPIRAN**

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Faktor Rencana Pengkondisian Udara

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi pengkondisian udara dapat dijelaskan seperti berikut ini :



Gambar 2.1. Diagram alir perencanaan ducting

Dalam perencanaan sistem pengkondisian udara pada gedung perkantoran membutuhkan perhitungan laju aliran udara yang cermat, ini berguna untuk memperkirakan besarnya kapasitas yang diperlukan pada peralatan pengkondisian udara (AHU, FCU) untuk mempertahankan kondisi udara di dalam ruangan, sehingga nantinya dapat menghasilkan kondisi udara yang nyaman bagi penghuni atau pengguna bangunan dan juga berpengaruh terhadap efisiensi pada biaya pemasangan dan biaya perawatan.

## 2.2 Distribusi Udara Sejuk ke Dalam Ruangan

Pengkondisian Udara adalah suatu usaha untuk mengubah kondisi udara dari temperatur dan kelembaban yang tinggi ke yang lebih rendah atau sebaliknya, sehingga nantinya dapat membuat keadaan sekelilingnya menjadi lebih nyaman, yaitu dengan mengatur temperatur, kelembaban udara, sirkulasi udara dan distribusi udara bersih secara simultan (bersamaan) didalam suatu ruangan. Hal-hal yang berhubungan dengan pengaturan tersebut adalah :

### 1. Suhu Udara (temperatur)

Dimana proses yang terjadi pada pengaturan suhu udara (temperatur) adalah sebagai berikut :

- Udara dingin mempercepat proses konveksi dan udara panas memperlambat proses konveksi.
- Udara dingin membuat suhu permukaan sekeliling menjadi lebih rendah, sehingga menambah proses radiasi.
- Udara panas menaikkan suhu sekeliling, sehingga mengurangi proses radiasi.

### 2. Gerakan Udara

Gerakan Udara adalah kemampuan untuk mengeluarkan atau memberikan panas ke sekelilingnya, dan bila gerakan udara bertambah maka akan terjadi:

- Jumlah proses penguapan dari pembuangan panas di tubuh manusia bertambah, karena uap air di sekitar tubuh di serap dengan cepat.

- Proses konveksi bertambah, karena lapisan udara di sekitar tubuh di serap lebih cepat.
- Proses radiasi mempunyai kecepatan yang cenderung naik, karena panas pada sekeliling tubuh manusia di buang dengan kecepatan yang lebih cepat.

Beberapa jenis mesin penyegaran udara telah dikembangkan untuk mendapatkan pengaturan pengkondisian udara ruangan yang baik dalam pertimbangan teknis maupun ekonomi.

Udara dari *Air Handling Unit (AHU)* dan *ducting* harus didistribusikan ke seluruh ruangan secara merata, sehingga tidak ada satu daerah didalam ruangan lebih dingin dan di daerah lain lebih panas. Pada umumnya untuk ruangan yang besar, dari *ducting* dimasukkan kedalam ruangan melalui lubang-lubang keluaran (*diffuser*) yang diletakkan di atas bidang hunian atau di tempat lain yang sesuai)

Jumlah letak dan jenis *diffuser* ini harus ditentukan dengan beberapa pertimbangan, antara lain :

- dapat memberikan distribusi udara yang merata
- tidak menimbulkan *noise* (bising) yang berlebihan
- sesuai dengan interior ruangan.

Udara didalam ruangan ditarik kembali melalui lubang-lubang isap (*grille*) dan disalurkan melalui *ducting* kembali masuk kembali ke *Air Handling Unit (AHU)*. Letak dari inlet ini umumnya pada daerah-daerah dimana sumber kalor masuk, misalnya di dekat jendela atau pintu.

### 2.3 Penjelasan Tentang *Ducting*

Saluran *ducting* dapat digunakan untuk pemanasan, ventilasi, dan *air conditioning* (HVAC) untuk mengirimkan dan memindahkan udara. Ini diperlukan aliran udara meliputi, sebagai contoh, *supply air*, *return air*, dan *exhaust air*. Saluran *ducting* juga mengirimkan, umumnya sebagai bagian dari *supply air*, ventilasi udara. Sedemikian, saluran udara ke gedung adalah satu

metode kualitas udara didalam ruangan yang bisa diterima seperti halnya kenyamanan termal.

Sistem saluran *ducting* sering disebut *ductwork*. Perencanaan (mempersiapkan), pengukuran, pengoptimalan, perincian, dan menemukan kerugian tekanan melalui sistem saluran pipa disebut *duct design*.

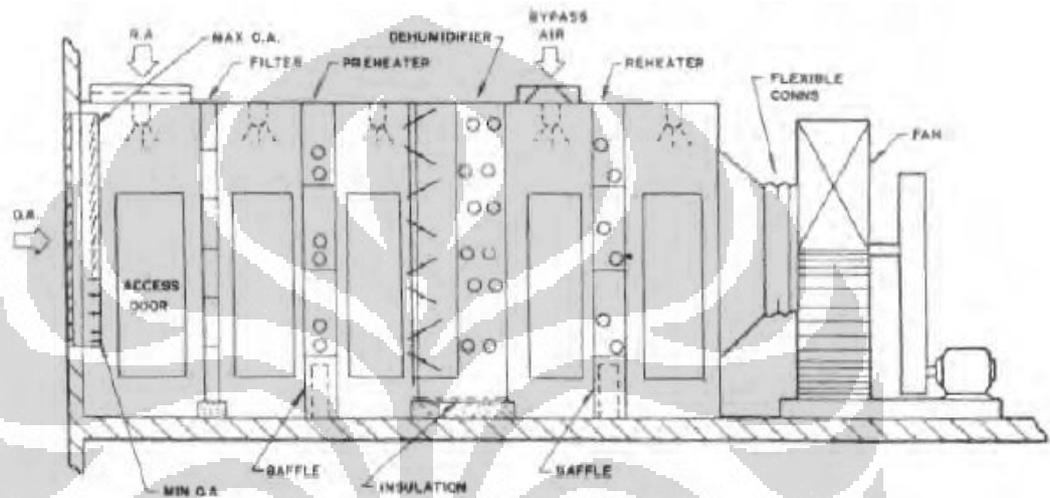
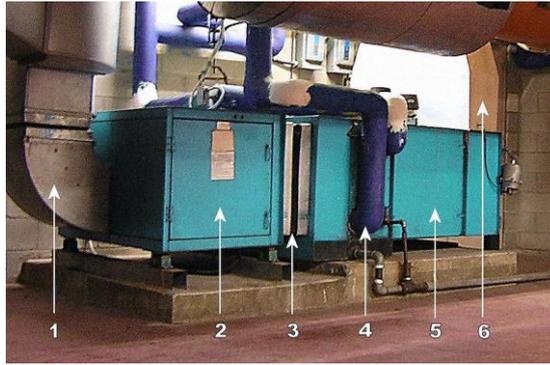
## 2.4 Komponen Sistem *Ducting*

Pada perancangan sistem *ducting* terdapat beberapa komponen utama yaitu :

- 1 *Air Handling Unit (AHU)*
- 2 *Ducting*
- 3 *Diffuser*
- 4 *Grille*

### 2.4.1 *Air Handling Unit (AHU)*

*Air handler* atau *air handling unit (AHU)* adalah suatu alat yang digunakan untuk mensirkulasikan udara sebagai bagian dari sistem HVAC atau sistem pemanasan (*heating*), pensirkulasian udara (*ventilating*) dan pendinginan udara (*air conditioning*). Pada umumnya, *air handler* berbentuk kotak metal yang berisi blower, elemen pemanas dan pendingin, ruangan penyaring udara, peredam suara dan pengatur api pemanas. *Air handler* dihubungkan pada saluran yang mengalirkan udara yang telah didinginkan menuju ke dalam ruangan gedung, dan mengalirkannya kembali kedalam AHU. Terkadang, proses sirkulasi AHU dilakukan secara langsung melalui dan dari ruangan-ruangan tanpa membutuhkan suatu saluran pengalir udara.



**Gambar 2.2.** Air Handling Unit(AHU)

Prinsip kerja secara sederhana pada *Air Handling Unit* ini adalah menyedot udara dari ruangan (*return air*) yang kemudian dicampur dengan udara segar dari lingkungan (*fresh air*) dengan komposisi yang bisa diubah-ubah sesuai keinginan. Campuran udara tersebut masuk menuju AHU melewati filter, fan sentrifugal dan koil pendingin. Setelah itu udara yang telah mengalami penurunan temperatur didistribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati *ducting* yang telah dirancang terlebih dahulu sehingga lokasi yang jauh sekalipun bisa terjangkau.

Beberapa kelemahan dari sistem ini adalah jika satu komponen mengalami kerusakan dan sistem AC sentral tidak hidup maka semua ruangan tidak akan merasakan udara sejuk. Selain itu jika temperatur udara terlalu rendah atau dingin maka pengaturannya harus pada termostat di koil pendingin pada komponen AHU.

*Air handler* berukuran lebih kecil dinamakan unit terminal, dan hanya terdiri dari filter udara, *coil*, dan *blower* pada umumnya disebut *blower coils* atau *fan coil units*. Digunakan hanya dalam skala penggunaan lokal.

Sedangkan *air handler* yang lebih besar biasa dinamakan *makeup air unit* (MAU) dengan 100% udara luar, dan tidak ada resirkulasi udara. Pada *air handler* yang digunakan untuk udara luar, biasanya pada atap dinamakan *packaged unit* (PU) atau *rooftop unit* (RTU).

### Komponen *Air Handling Unit* (AHU)

#### 1. Fan/Penghembus



**Gambar 2.3.** *Blower*

*Air handler* menggunakan *blower* berbentuk seperti rumah keong yang dijalankan dengan *power input* AC untuk menggerakkan motor elektrik dan meniupkan udara. *Blower* dapat dioperasikan dalam satu tahap jenis kecepatan, dengan berbagai jenis variasi kecepatan, atau dengan menggunakan *variable frequency drive* sehingga dapat memperbesar *flow rate* dari udara. *Flow rate* dapat diatur dengan mengatur sudut dari blade pada *blower* atau damper pada fan. Pada perumahan, *air handler* biasa menggunakan *blower* dengan *power input* DC yang mempunyai berbagai macam variasi kecepatan.

Pada skala yang lebih besar penggunaan dua *blower* sudah merupakan hal yang biasa. Pada umumnya *blower* diletakkan pada bagian akhir dari AHU dan pada suplai udara awal pada saluran

udara. Hal ini menambah jumlah udara yang masuk kembali pada AHU.

## 2. Elemen pemanasan dan/atau pendinginan



**Gambar 2.4. Coil**

Berdasarkan lokasi dan jenis pengaplikasiannya, *air handler* membutuhkan sistem pemanasan atau sistem pendingin dan bahkan keduanya untuk merubah suhu udara yang dialirkan.

*Air handler* berukuran kecil dapat terdiri dari *heater* berbahan bakar bensin atau *refrigeration evaporator*, diletakkan langsung pada aliran udara. Pada AHU skala lebih besar terdiri dari *coil* yang mengalirkan air panas atau uap air untuk pemanasan dan air dingin untuk pendinginan. Air panas dihasilkan oleh *boiler* utama (central), dan air dingin dihasilkan oleh pendingin utama (central).

## 3. Filter



**Gambar 2.5. Filter**

Penyaring udara merupakan komponen yang penting dalam sistem AHU dalam menghasilkan udara yang bersih dan bebas debu dalam gedung. Selain itu penyaring digunakan untuk menjaga kebersihan dalam AHU.

#### 4. Alat Pelembab Udara (Humidifier)

Kelembaban merupakan faktor terpenting pada iklim yang lebih dingin dimana pemanasan yang dilakukan oleh AHU akan menyebabkan udara menjadi kering. Dan menyebabkan ketidaknyamanan pada kualitas udara dan menambah beban listrik static. Ada beberapa jenis pelembab:

- *Evaporative*, udara kering yang dialirkan diatas reservoir akan menguapkan air yang berada dalam reservoir tersebut, sehingga uap air akan terbawa dalam aliran udara.
- *Vaporizer*, uap air dari *boiler* ditiupkan pada aliran udara.
- *Spray mist*, air disebarkan melalui *nozzle* sehingga menyebabkan buih-buih air terbawa bersama aliran udara.

#### 5. Ruang Pencampuran (*Mixing Chamber*)

Untuk mengatur kualitas udara pada dalam ruang, maka air handler mempunyai cara dengan mencampurkan udara luar dengan udara dari dalam gedung. Pada iklim sedang, pencampuran dengan jumlah yang sesuai pada kedua jenis udara tersebut akan menghasilkan suhu udara yang sesuai dengan yang diinginkan. *Mixing chamber* mempunyai alat pengontrol yang dapat mengatur rasio dari udara yang dicampurkan dengan udara yang dihasilkan.

Penggunaan *heat exchanger* untuk *me-recovery* udara dapat digunakan dalam air handler untuk meningkatkan kapasitas kalor dan penghematan energi.

#### 6. Alat Kontrol

Alat pengatur sangat dibutuhkan untuk mencocokkan parameter-parameter yang telah ditentukan misalnya, *flow rate* udara, suhu udara masuk, suhu udara campuran, kelembaban, dan kualitas udara. Alat control dapat berupa *thermostat* atau penggunaan *BACnet* atau *Lonworks*.

Komponen alat pengontrol terdiri dari sensor, sensor kelembaban, *actuator*, motor listrik, dan *controller*.

#### 7. Penahan Getaran (*Vibration Isolators*)

Blower yang digunakan pada sistem AHU dapat menghasilkan getaran yang cukup besar, dan dapat menyalurkan getaran tersebut pada saluran udara dan menyebabkan kebisingan pada gedung. Untuk menghindari hal ini, maka digunakan isolator getaran yang pada umumnya disisipkan pada sesudah air handler dan sebelum saluran udara (*duct*). Dan juga diantara ruang pada fan dan AHU. Isolator getaran ini berupa kanvas karet yang dapat meredam getaran.

#### 2.4.2 *Ducting*

Fungsi dari sistem *ducting*, seperti yang telah disebut sebelumnya adalah untuk menyalurkan udara terkondisi dari *Air Handling Unit (AHU)* ke ruangan-ruangan yang membutuhkan pengkondisian dan mengembalikan udara dari ruangan-ruangan ke *Air Handling Unit (AHU)* untuk diproses kembali. Bentuk dari *ducting* dapat berupa lingkaran, segi empat, atau oval tergantung pada kebutuhan dan fungsinya. Tetapi yang paling populer digunakan adalah *ducting* segi empat.

Dari segi konstruksinya ada dua tipe *ducting* yaitu tipe rigid (kaku) dan *flexible* sedangkan bahan *ducting* dapat berupa baja lapis seng (BJLS) atau aluminium. Namun demikian bahan *fiberglass*, *PVC polypropylene* atau bahan plastik yang lain akhir-akhir ini banyak digunakan.

Saluran udara dibuat sedemikian rupa sehingga :

- Tidak terjadi deformasi karena tekanan udara.
- Tidak terjadi bunyi bisung dan getaran pada saluran udara tersebut.

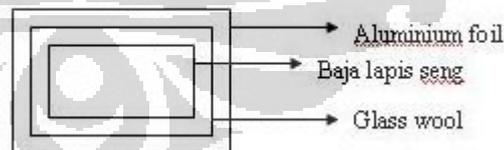
- Tidak terjadi kebocoran udara.

Material saluran *ducting* :

- baja berlapis seng
- *Polyurethane* dan Isolasi papan *Phenolic*( aluminium saluran pipa sebelum diisolasi)
- papan saluran pipa serat kaca
- tabung fleksibel
- kain tekstil

Ketebalan bahan *duct* yang digunakan tergantung pada jenis sistem *duct* dan ukuran terpanjang dari kedua sisinya. Sebagai contoh bila menggunakan baja lapis seng (BJLS) untuk kecepatan kurang dari 12 m/s.

Material yang sekarang banyak dipergunakan adalah baja lapis seng (BJLS). Untuk menghindari adanya perbedaan temperatur antara saluran udara bagian dalam dan luar dan untuk menghindari terjadinya kondensasi bagian dalam dan luar maka saluran udara diberikan isolasi. Banyak jenis isolasi yang terdapat di pasaran, untuk pertimbangan efisiensi pengerjaan dan kecepatan pembuatan maka dipilih konstruksi:



**Gambar 2.6.** Konstruksi Saluran Udara

*Ducting* keluaran dan kembali diberi lapisan isolasi termal untuk memperkecil kebocoran kalor dan luar kedalam *ducting*. Disamping fungsi tersebut, isolasi juga berfungsi untuk meredam bising yang ditimbulkan oleh adanya gerakan udara dan peralatan lain didalam sistem *ducting*.

Pelapisan isolasi dapat dilakukan pada bagian luar (isolasi luar) atau pada bagian dalam (isolasi dalam) *ducting* atau kombinasi keduanya. Untuk isoalsi luar, setelah *ducting* dibungkus dengan isolasi di bagian luarnya diberi lapisan untuk mencegah masuknya udara kedalam isolasi. Banyak jenis isolasi yang dpat digunakan untuk membungkus *ducting*, antara lain yang umum digunakan adalah jenis *fiberglass (glasswool)*, *polyurethane foam* atau *styrofoam*. Sedangkan bahan lapisan umumnya dapat dipergunakan alumunium foil.

*Ducting* harus dibuat dari lembaran-lembaran BJLS yang baru dari kualitas terbaik dengan ukuran sepenuhnya (*full sized*) dan dipatah-silang secara diagonal dari ujung ke ujung untuk setiap segmen. Untuk *ducting* yang diisolasi bagian dalamnya (*lined*) tidak diperkenankan dilakukan pematahsilangan. Ketebalan BJLS yang digunakan tergantung dari tergantung dari ukuran / besar *duct*, sesuai dengan daftar di bawah ini :

**Tabel 2.1.** Ketebalan BJLS

Ukuran terpanjang <i>duct</i> yang terpakai	BWG(USA gauge stand.)	BJLS
sampai 12"	26	40
13" - 16"	7	50
19" - 30"	24	60
31" - 54"	22	70
55" - 84"	20	80
~84" keatas	18	100

#### 2.4.3 Diffuser

*Diffuser* digunakan secara umum dalam pemanasan, ventilasi, dan sistem pengkondisian udara. *Diffuser* bisa digunakan untuk sistem HVAC yang terdiri dari udara secara keseluruhan maupun campuran dari udara dan air. Sebagai bagian dari subsistem dari distribusi udara di dalam ruangan, maka dapat memberikan beberapa tujuan:

- untuk mengirimkan udara saat pengkondisian maupun pada ventilasi

- meratakan distribusi aliran udara, pada arah yang diinginkan
- untuk meningkatkan pencampuran udara yang berasal dari ruangan ke dalam udara utama/udara luar untuk dikeluarkan
- untuk menciptakan pergerakan udara dengan kecepatan rendah dalam setiap bagian dari ruangan
- meminimalkan suara berisik

*diffuser* bisa berbentuk lingkaran, segi-empat, tekstil. kadang-kadang *diffuser* digunakan untuk kebalikannya, sebagai lubang masuk udara atau lubang kembali. Tetapi pada umumnya, *grille* digunakan sebagai lubang kembali atau *exhaust air inlets*.

Jenis dari *diffuser* ada beberapa macam, yaitu :

- *Ceiling diffuser*



**Gambar 2.7.** *ceiling diffuser*

- *Linear diffuser*



**Gambar 2.8.** *Linear diffuser*

#### 2.4.4 Grille

Di dalam pemanasan, ventilasi dan pengkondisian udara untuk distribusi udara dalam ruangan, *grille*, adalah bagian dari sistem pengkondisian udara. kebanyakan *grille* untuk HVAC digunakan sebagai lubang kembali atau *exhaust air inlets* menuju *ducting*. tetapi beberapa kali digunakan sebagai *supply air outlets*. sebagai contohnya, *diffuser* dan *nozzles* juga digunakan sebagai *supply air outlets*.

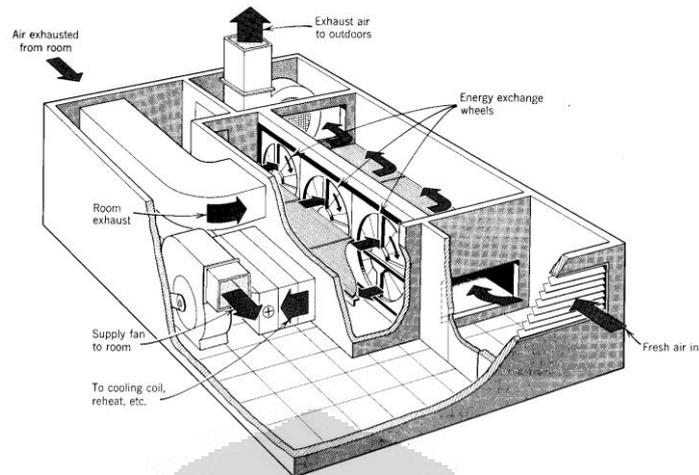


**Gambar 2.9.** *Return grille*

#### 2.5 Sistem Saluran Udara

Saat ini telah banyak sistem saluran udara yang menggunakan material metal sebagai saluran udara. *Ducting* ini mendistribusikan udara melalui cabang-cabang keluaran atau yang lebih dikenal dengan *diffuser*. Sistem pendistribusian udara dengan material metal, dapat diaplikasikan pada berbagai tempat seperti :

- 1 Industri farmasi.
- 2 Kolam renang.
- 3 Gedung olahraga.
- 4 Supermarket.
- 5 Rumah sakit.
- 6 Kantor.

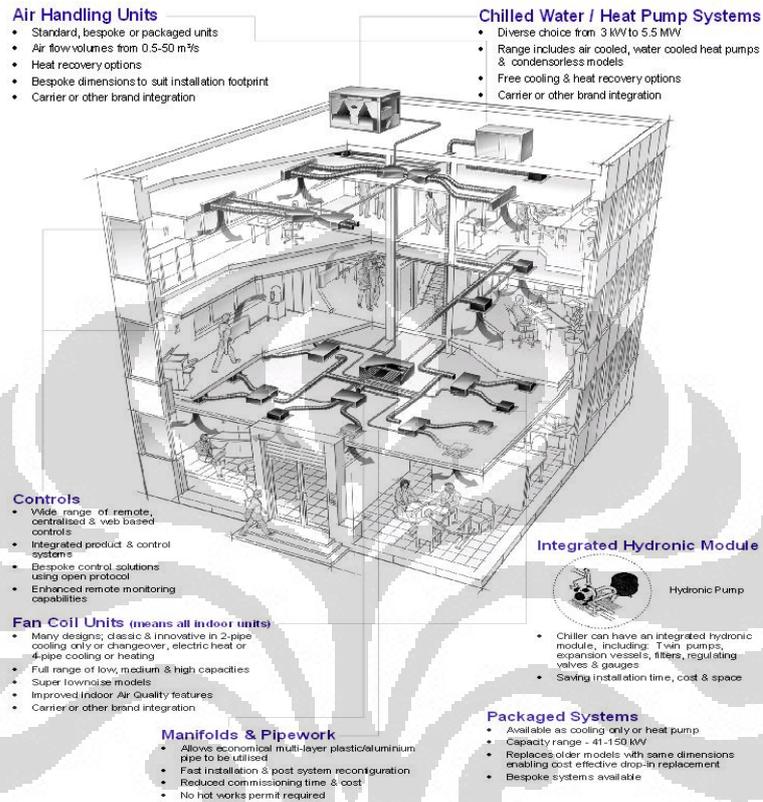


**Gambar 2.10.** Sistem saluran udara

## 2.6 Perancangan Saluran Udara

Udara yang disuplai ke dalam ruangan untuk keperluan ventilasi, pemanasan dan pendinginan memerlukan sistem saluran yang dirancang dengan baik, demikian pula dengan udara balik. Pertimbangan dalam perancangan antara lain biaya, ruang yang tersedia, tingkat kebisingan, kemudahan dalam operasi, estetika, dll. Dalam perancangan perlu juga kita pelajari mengenai kondisi bangunan secara menyeluruh, kemudian gambar skema saluran udara beserta outlet dan inletnya, hindari penghalang yang mungkin ada dalam bangunan. Sistem yang paling baik adalah yang paling sederhana dan langsung menuju pada sasaran.

Berikut adalah contoh dari perancangan *ducting* yang diambil dari *Carrier* :

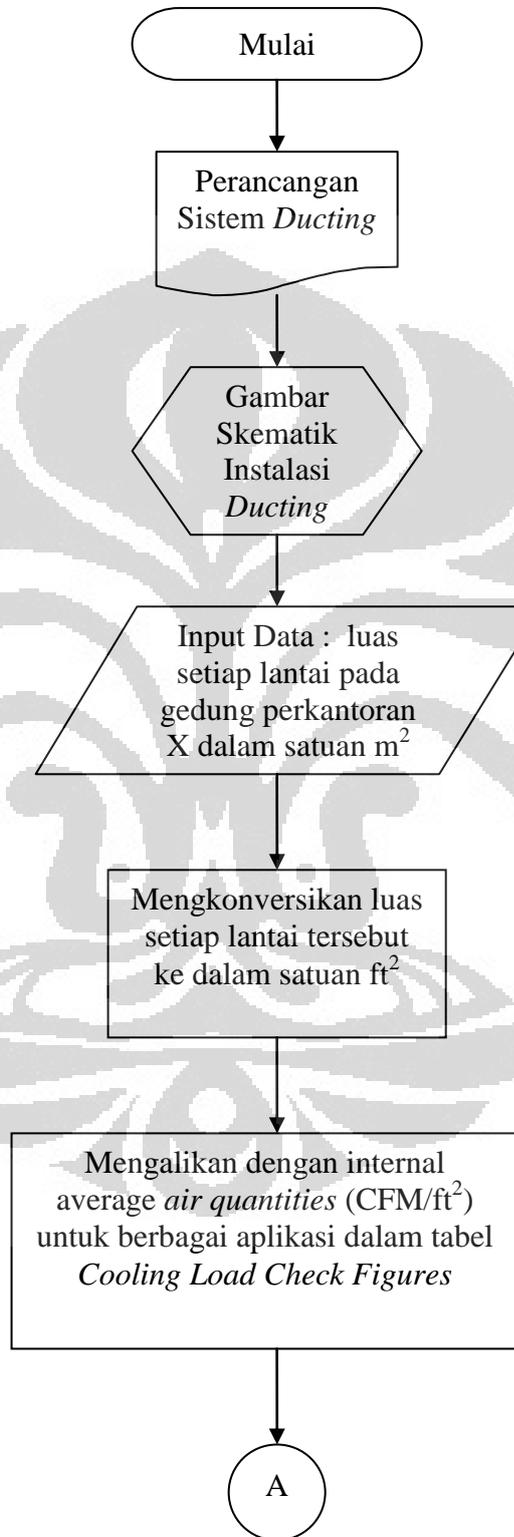


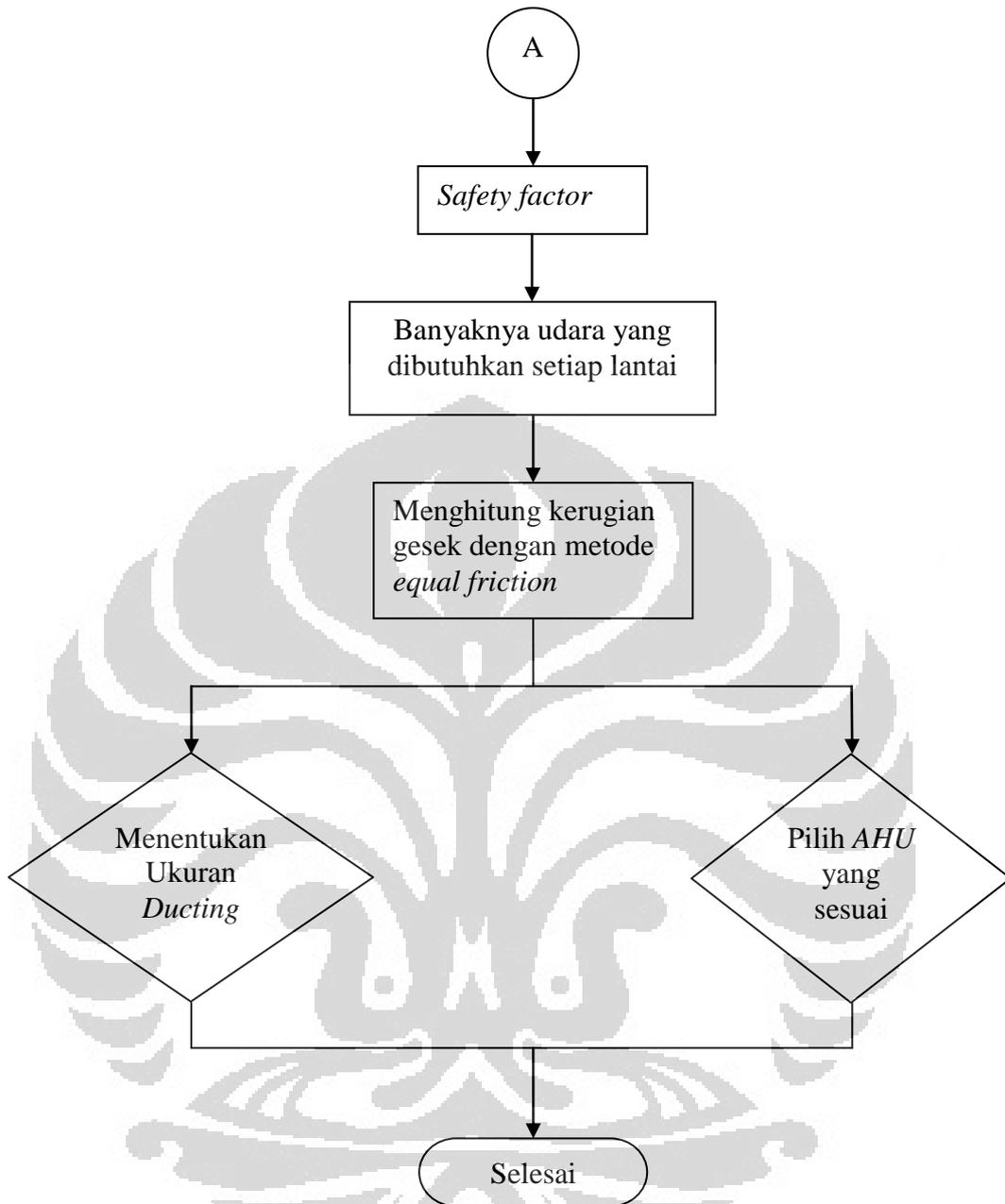
Gambar 2.11. Perancangan ducting dari Carrier

## 2.7 Metode Tahanan Gesek Sama (*Equal Friction Rate Method*)

Ukuran saluran ducting dapat dicari dengan metode tahanan gesek sama (*Equal friction rate method*) dimana ukuran saluran ditetapkan agar kerugian per satuan panjang saluran sama besarnya. Biasanya sistem saluran dirancang dengan rugi gesek per meter panjang saluran sebesar 0,1 – 0,2 mm H<sub>2</sub>O, dan perhitungan didasarkan pada saluran dengan rugi gesek paling besar dimana biasanya ditemukan pada saluran paling panjang. Saluran udara yang hampir sama panjangnya tidak memerlukan pengaturan jumlah aliran. Jika dipergunakan saluran yang berbeda ukuran, maka saluran yang lebih pendek hendaknya menggunakan damper.

### BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN





Gambar 3.1. Diagram alir perancangan sistem *ducting*

### 3.1 Data Gedung

1. Nama Gedung : Gedung Perkantoran X
2. Fungsi : Kantor, Apartemen, Sports Club.
3. Lokasi : Jl. Raya Pasar Minggu, Jakarta Selatan.
4. Jumlah Lantai : -2 lapis basement untuk parkir.  
-25 lapis untuk kantor atau disewakan.  
-2 lapis bertingkat ke atas untuk mesin lift dan crown.
5. Luas Lantai :
6. Jumlah orang :

**Tabel 3.1.** Data-data luas lantai dan jumlah orang

No	Lantai	Luas (m <sup>2</sup> ) / Volume (m <sup>3</sup> )	Pemakaian	Kepadatan (m <sup>2</sup> /org)	Kapasitas (orang)	Elevasi (m)	Jarak antar lantai (m)
1	Semi Base.	1751,61 / 5429,99	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Parkir</li> <li>✚ Ramp</li> <li>✚ Core, Lift hall</li> <li>✚ Ruang duduk supir</li> </ul>	10		-6.950	3,1
2	Bas-1	1751,61 / 7444,34	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Parkir</li> <li>✚ Ramp</li> <li>✚ Core, Lift hall</li> <li>✚ Kantor Manajemen</li> </ul>	10		-10.800	4,25
3	Lt. Dsr	1273 / 7638	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Lobby utama: 249,24 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Lobby lift parkir: 56,98 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Core, Lift hall: 71,75 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Toilet: 28,43 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Fire Comms: 6,93 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Tangga: 20,27 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Tangga darurat: 23,36 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Panel &amp; Lift Service: 22,80 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Sewa: 701,26 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Ramp: 87,72 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	70	0,0	6
4	Lt.2	1547 / 5723,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Core, Lift hall: 71,75 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Toilet: 48,30 m<sup>2</sup></li> <li>✚ 2 Tangga: 40,54 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Tangga darurat: 23,36 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Koridor: 4,9 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Panel &amp; Lift Service: 22,80 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Sewa: 1086,11 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Void: 249,24 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	109	6.000	3,7
5	Lt.3	1549 / 5731,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Core, Lift hall: 71,75 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Toilet: 48,30 m<sup>2</sup></li> <li>✚ 2 Tangga: 40,54 m<sup>2</sup></li> <li>✚ Tangga darurat: 23,36 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Panel &amp; Lift Service: 22,80 m<sup>2</sup></li> <li>✚ R. Sewa: 1365,61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	137	9700	3,7

6	Lt.5	1549 / 5731,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1365, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	137	13.400	3,7
7	Lt.6	1549 / 5731,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1365, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	137	17100	3,7
8	Lt.7	1299 / 4806, 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1115, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	112	20.800	3,7
9	Lt.8	1330 / 4921	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 16, 2 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1146, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	115	24.500	3,7
10	Lt.9	1299 / 4806, 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1115, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	112	28.200	3,7
11	Lt.10	1330 / 4921	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 16, 2 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1146, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	115	31.900	3,7
13	Lt.11	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	35.600	3,7
14	Lt.12	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	39.300	3,7
15	Lt.15	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	43.000	3,7

16	Lt.16	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	46.700	3,7
17	Lt.17	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	50.400	3,7
18	Lt.18	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	54.100	3,7
18	Lt.19	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	57.800	3,7
19	Lt.20	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	61.500	3,7
20	Lt.21	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	65.200	3,7
21	Lt.22	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	68.900	3,7
22	Lt.23	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	72.600	3,7
24	Lt.25	1412 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	123	80.000	3,7

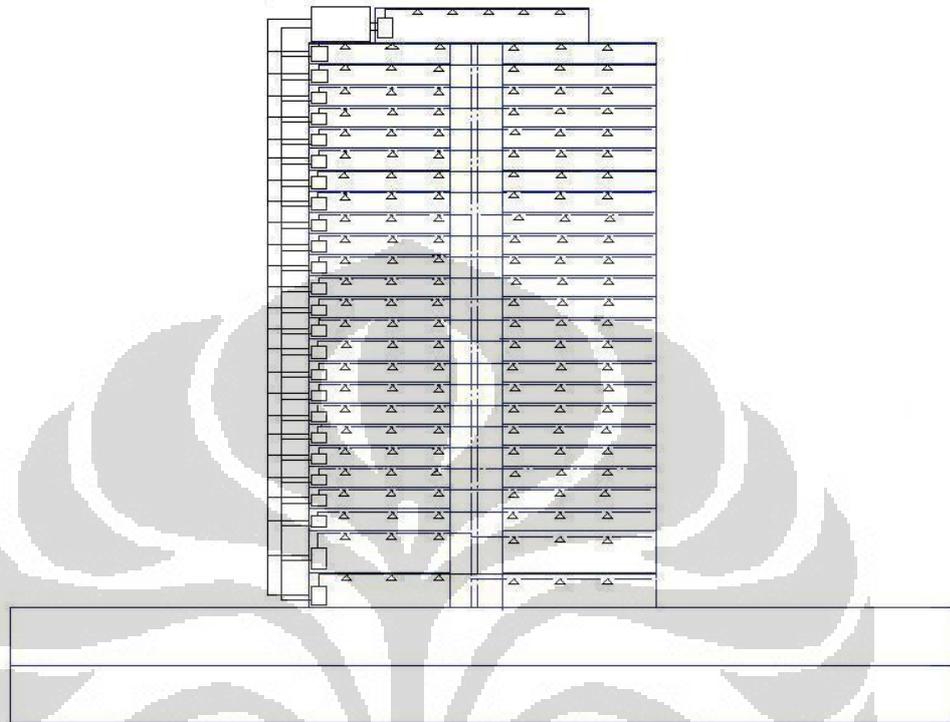
25	Lt.26	1350 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	117	83.700	3,7
26	Lt.27	1240 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	106	87.400	3,7
27	Lt.28	1240 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	106	91.100	3,7
28	Lt.29	1240 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Tangga darurat : 23, 36 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10	106	94.800	3,7
29	Lt. atap & Crown	1269 & 1515	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Ruang Mesin Lift : 94, 55 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ M&amp;E : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ 2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>⊕ Dak atap : 1085, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	10		113.000	7

### 3.2 Data Perancangan

Desain ruangan atau data perancangan untuk memperoleh udara sejuk adalah sebagai berikut :

1. Suhu udara dalam ruangan yang didesain : 25 °C
2. *Relative Humidity (RH)* dalam ruangan : 50%
3. Banyaknya orang di setiap lantai : (luas lantai/10 orang per m<sup>2</sup>)  
(Standar banyaknya orang pada tiap lantai per m<sup>2</sup>)
4. Luas lantai yang digunakan adalah luas bersih yaitu luas ruang sewa dengan satuan m<sup>2</sup>.

Skematik dari perancangan sistem *ducting* pada Gedung Perkantoran X dapat diperlihatkan sebagai berikut :



**Gambar 3.2.** Skematik perancangan sistem *ducting*

Perancangan akan dilakukan dengan menggunakan pipa saluran udara (*ducting*) dengan menggunakan *Air Handling Unit (AHU)*. Setiap lantainya akan diberikan *Air Handling Unit (AHU)* yang berjumlah 2 buah dengan rincian 1 buah pada setiap ruang *Air Handling Unit (AHU)* dengan kapasitas yang nantinya akan didapatkan pada perhitungan banyaknya udara yang akan diberikan pada bab 4.

Pada perancangan sistem *ducting* ini dilakukan pula penentuan ukuran *ducting* tersebut dimulai dari ukuran *ducting* utama sampai pada cabang-cabang keluarannya. Dalam perancangan ukuran *ducting* ini akan dirancang *ducting* yang berbentuk persegi atau persegi panjang dengan menggunakan metode *equal friction* dan bisa dilihat pada tabel ukuran dari *ducting* pada bab 4.

### 3.3 Perhitungan Dalam Pemilihan Ukuran *Ducting*

Dari data yang telah diberikan pada bab 3, maka diketahui luas bersih atau luas dari ruang sewa pada setiap lantai di gedung perkantoran X. Satuan luas yang dipakai adalah [m<sup>2</sup>], setelah itu dari satuan [m<sup>2</sup>] dikonversikan ke dalam satuan [ft<sup>2</sup>] dengan konversi sebagai berikut : 1 m<sup>2</sup> = 10,76 ft<sup>2</sup>. Maka didapatkanlah luas dengan satuan [ft<sup>2</sup>], lalu dari tabel *cooling load check figures* (ASHRAE, Handbook for Air Conditioning, Heating, Ventilation and Refrigeration) yang akan diberikan pada bagian lampiran, didapatkan rata-rata banyaknya udara di dalam ruangan adalah sebesar 1,1 CFM/ft<sup>2</sup>. Setelah itu luas bersih pada setiap lantai dengan satuan [ft<sup>2</sup>] dikalikan dengan rata-rata banyaknya udara di dalam ruangan dengan satuan [CFM/ft<sup>2</sup>] maka didapatkanlah banyaknya udara yang dibutuhkan pada setiap lantainya dengan satuan [CFM].

Secara rumus dalam perhitungan di atas dapat diperlihatkan sebagai berikut :

$$\text{Banyaknya udara (CFM)} = \text{Luas bersih [ft}^2\text{]} \times 1,1 \text{ [CFM/ft}^2\text{]} \quad (3.1)$$

Dengan didapatkan banyaknya udara dan ditambahkan dengan *safety factor*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kerugian gesek.

Dalam proses penentuan ukuran *ducting* digunakan rumus untuk menentukan kerugian gesekan adalah sebagai berikut :

$$Q = A \times V \quad (3.2)$$

Dimana : Q = banyaknya udara [CFM]

A = luas *ducting* [ft<sup>2</sup>]

V = kecepatan [FPM]

Setelah didapatkan A yaitu luas *ducting* dalam ft<sup>2</sup>, selanjutnya dilihat dalam tabel penentuan dimensi *ducting* yang nantinya akan dilampirkan pada bab 4. Setelah itu dilihat diameter yang terdapat pada tabel dimensi *ducting* tersebut dengan luas *ducting* yang telah didapatkan dari perhitungan, diameter tersebut adalah untuk ukuran *ducting* yang berbentuk lingkaran sedangkan untuk ukuran dari *ducting* yang berbentuk persegi atau persegi panjang dengan

melihat ukuran dari *ducting* dari angka yang terdapat pada paling kiri dan paling atas. Pada *chart* kerugian gesek, dari banyaknya udara (Q) yang telah didapat, ditarik garis kekiri sehingga memotong garis kecepatan (V) setelah itu didapatkan kerugian gesek [in. WG/100 ft of equivalent length] dengan menarik garis kebawah. Kerugian gesek inilah yang menjadi acuan nantinya dalam menentukan ukuran *ducting* dan cabang-cabangnya dalam setiap lantai.

### 3.4 Pemilihan *Air Handling Unit (AHU)*

Dalam proses pemilihan *Air Handling Unit* terdapat banyak sekali merk-merk yang biasa sudah banyak dipakai oleh perusahaan atau gedung-gedung tinggi karena kualitasnya yang bisa dikatakan bagus dalam interior dan eksteriornya. Berbagai merk dari *Air Handling Unit (AHU)* adalah *Carrier, York, Trane* dan masih banyak lagi yang memproduksi *Air Handling Unit (AHU)*.

Dalam memilih *Air handling Unit (AHU)* harus berdasarkan kapasitas banyaknya udara yang dibutuhkan dalam setiap lantai maupun satu gedung. Proses memilih pun harus banyak melihat pertimbangan-pertimbangan yang mungkin bisa dijadikan masukan dalam memilih apakah *Air Handling Unit (AHU)* yang dipilih sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan.

## **BAB 4**

### **PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab 4 ini akan dilakukan perhitungan laju aliran udara pada setiap lantai sehingga didapatkan hasil yang nantinya akan dipergunakan untuk menentukan laju aliran disetiap *ducting* utama dan cabangnya. Standar yang dipakai dalam perencanaan kondisi udara di dalam sebuah gedung adalah : [SNI 03-6390-2000 tentang Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung](#). Selanjutnya, kita melakukan perhitungan dengan rumus yang telah diberikan pada bab 3.

Desain ruangan atau data perancangan untuk memperoleh udara sejuk adalah sebagai berikut :

- Suhu udara dalam ruangan yang didesain : 25 °C
- *Relative Humidity (RH)* dalam ruangan : 50%
- Banyaknya orang di setiap lantai : (luas lantai/10 orang per m<sup>2</sup>)  
(Standar banyaknya orang pada tiap lantai per m<sup>2</sup>)
- Luas lantai yang digunakan adalah luas bersih yaitu luas ruang sewa dengan satuan m<sup>2</sup>.

#### **4.1 Perhitungan Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Setiap Lantai**

##### **4.1.1 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Dasar**

Dengan data perancangan yang telah disebutkan dan juga rumus dalam menghitung banyaknya udara, maka perhitungan untuk mendapatkan laju aliran udara pada lantai dasar adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Luas bersih lantai dasar} &= \text{Luas lantai dasar} - \text{Luas pemakaian} \\ &= 1268,71 - 283,4 \\ &= 985,31 \text{ m}^2 \\ &= 10601,94 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Laju aliran udara} &= 10601,94 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\ &= 11662,134 \text{ CFM} \\ &= 12000 \text{ CFM}\end{aligned}$$

Karena perancangan sistem *ducting* pada lantai dasar ini menggunakan 2 *AHU room* dimana masing-masing *AHU room* terdapat 1 *AHU* dan luas bersih atau daerah penyebaran dari masing-masing *AHU* sama, maka laju aliran udara pada lantai dasar dibagi menjadi 2 yaitu untuk masing-masing *AHU* memiliki laju aliran udara sebesar 6000 CFM.

Setelah diketahui masing-masing kapasitas dari *AHU* , maka kita menghitung luas dari *ducting* tersebut sebagai berikut :

$$Q = 6000 \text{ CFM}$$

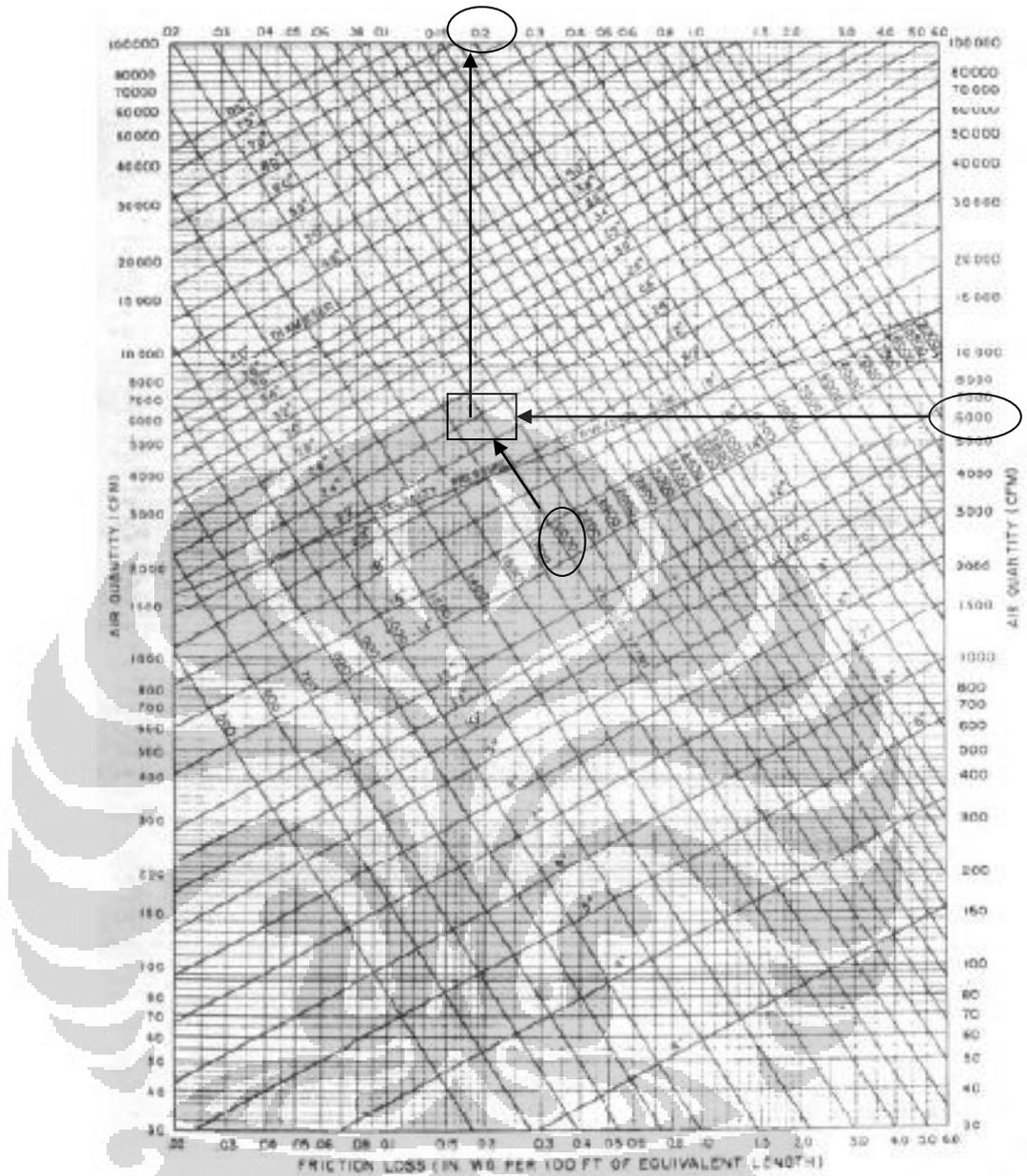
$$V = 2000 \text{ FPM}$$

$$\text{Maka didapatkan } A = 3 \text{ ft}^2$$

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* utama dengan kapasitas 6000 CFM adalah 26" x 18". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

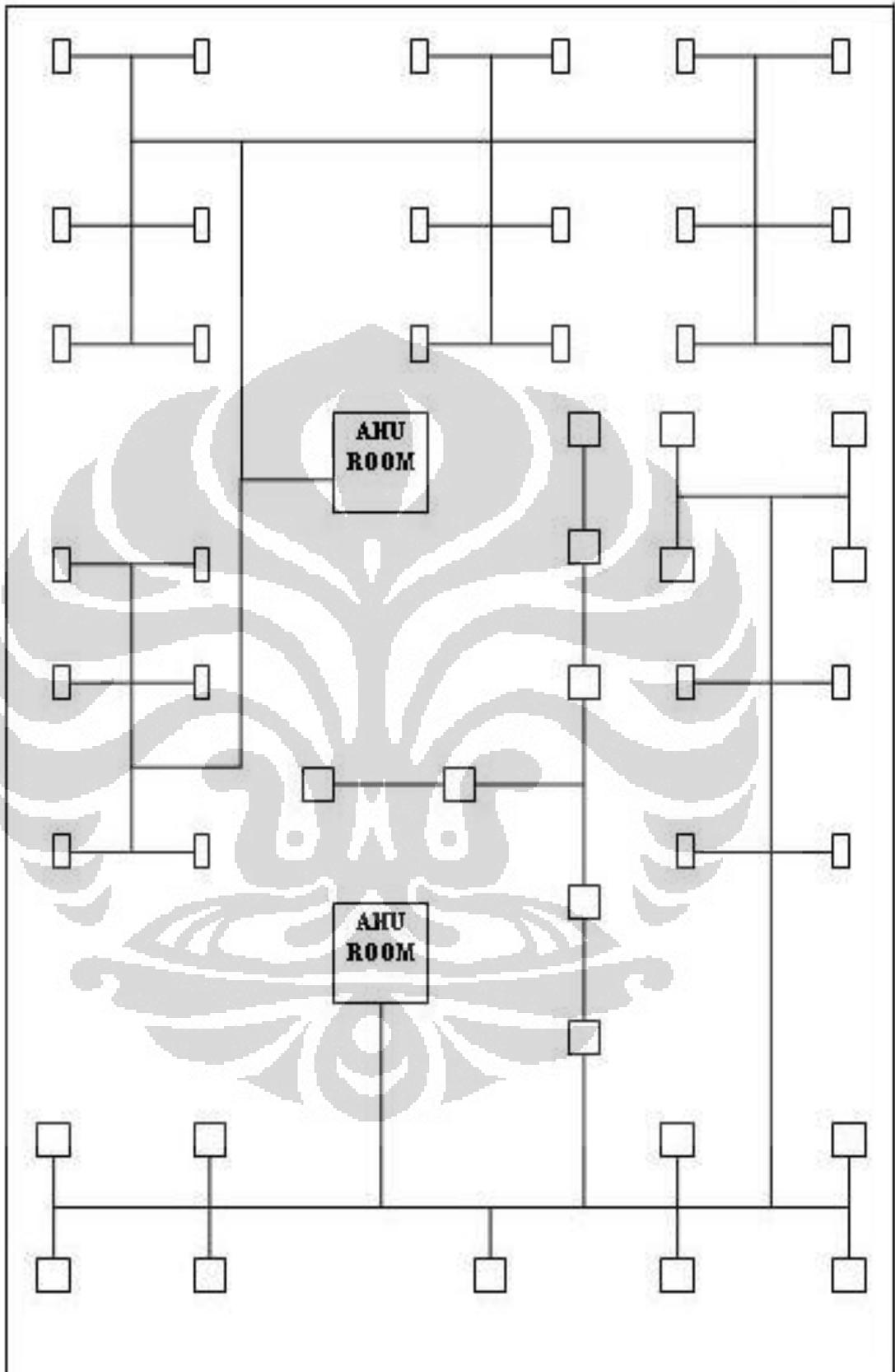
Tabel 4.1. Ukuran *ducting* lantai dasar

DIB	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in																
10	39	8.8	33	9.8	43	10.6												
12	45	9.7	42	10.7	57	11.9	34	11.1										
14	52	10.8	52	11.9	71	13.2	100	14.3	138	15.3								
16	59	11.9	61	13.2	100	13.7	134	14.1	185	16.3	147	17.5						
18	65	13.0	71	14.5	113	14.5	140	14.9	183	17.3	147	18.5	232	20.7				
20	72	14.5	79	15.9	124	15.2	154	16.4	181	18.4	202	19.8	234	20.7	301	21.8		
22	79	16.0	86	17.4	134	15.9	169	17.6	199	19.1	237	20.4	257	21.7	304	22.9	337	24.1
24	86	17.4	94	18.9	145	16.6	183	18.3	214	19.8	249	22.0	278	23.0	331	23.9	340	25.1
26	93	18.9	102	20.4	156	17.2	197	19.9	231	20.6	264	22.1	301	23.1	320	24.8	371	26.1
28	98	19.9	110	21.9	167	17.9	209	20.4	249	21.3	284	22.9	323	24.4	340	25.7	400	27.1
30	105	21.4	118	23.4	179	18.6	221	20.9	264	22.0	304	23.7	344	25.3	360	26.7	429	28.0
32	109	22.9	126	24.9	190	19.3	234	21.3	281	22.7	325	24.4	364	26.0	418	27.5	455	28.9
34	113	24.4	134	26.4	201	19.9	246	21.8	294	23.3	345	25.1	384	26.7	437	28.1	481	29.7
36	118	25.9	142	27.9	212	20.6	258	22.3	311	23.9	365	25.8	404	27.4	458	28.8	507	30.5
38	122	27.4	150	29.4	223	21.3	271	22.8	327	24.5	385	26.4	424	28.1	484	29.4	539	31.4
40	126	28.9	158	30.9	234	21.9	284	23.3	340	25.1	397	27.0	443	28.8	507	29.9	569	32.1
42	131	30.4	166	32.4	245	22.6	296	23.8	352	25.6	418	27.6	471	29.4	531	31.3	584	32.8
44	136	31.9	174	33.9	256	23.3	311	24.3	371	26.1	433	28.2	490	30.0	555	31.9	612	33.5
46	140	33.4	182	35.4	267	23.9	323	24.8	384	26.7	449	28.7	510	30.6	576	32.5	637	34.2
48	144	34.9	190	36.9	278	24.6	335	25.3	402	27.2	465	29.2	529	31.1	597	33.1	664	34.9
50	148	36.4	198	38.4	289	25.3	348	25.8	415	27.7	481	29.8	549	31.8	617	33.7	687	35.5
52	152	37.9	206	39.9	300	26.0	361	26.3	429	28.2	499	30.3	571	32.4	641	34.3	714	36.0
54	156	39.4	214	41.4	311	26.7	373	26.8	444	28.7	517	30.8	594	33.0	664	34.9	738	36.8
56	160	40.9	222	42.9	322	27.4	385	27.3	459	29.2	537	31.3	618	33.6	687	35.5	763	37.4
58	164	42.4	230	44.4	333	28.1	397	27.8	474	29.7	557	31.8	641	34.2	714	36.0	787	38.0
60	168	43.9	238	45.9	344	28.8	410	28.3	489	30.2	577	32.3	664	34.8	738	36.5	812	38.6
62	172	45.4	246	47.4	355	29.5	423	28.8	504	30.7	597	32.8	687	35.4	763	37.0	837	39.2
64	176	46.9	254	48.9	366	30.2	435	29.3	519	31.2	617	33.3	714	35.9	787	37.5	861	40.7
66	180	48.4	262	50.4	377	30.9	448	29.8	534	31.7	637	33.8	738	36.4	812	38.0	885	41.2
68	184	49.9	270	51.9	388	31.6	461	30.3	549	32.2	657	34.3	763	36.9	837	38.5	910	41.8
70	188	51.4	278	53.4	399	32.3	474	30.8	564	32.7	677	34.8	787	37.4	861	39.0	935	42.4
72	192	52.9	286	54.9	410	33.0	487	31.3	579	33.2	697	35.3	812	37.9	885	39.5	960	43.0
74	196	54.4	294	56.4	421	33.7	500	31.8	594	33.7	717	35.8	837	38.4	910	40.0	985	43.6
76	200	55.9	302	57.9	432	34.4	513	32.3	609	34.2	737	36.3	861	38.9	935	40.5	1010	44.2
78	204	57.4	310	59.4	443	35.1	526	32.8	624	34.7	757	36.8	885	39.4	960	41.0	1035	44.8
80	208	58.9	318	60.9	454	35.8	539	33.3	639	35.2	777	37.3	910	39.9	985	41.5	1060	45.4
82	212	60.4	326	62.4	465	36.5	552	33.8	654	35.7	797	37.8	935	40.4	1010	42.0	1085	46.0
84	216	61.9	334	63.9	476	37.2	565	34.3	669	36.2	817	38.3	960	40.9	1035	42.5	1110	46.6
86	220	63.4	342	65.4	487	37.9	578	34.8	684	36.7	837	38.8	985	41.4	1060	43.0	1135	47.2
88	224	64.9	350	66.9	498	38.6	591	35.3	704	37.2	857	39.3	1010	41.9	1085	43.5	1160	47.8
90	228	66.4	358	68.4	509	39.3	604	35.8	719	37.7	877	39.8	1035	42.4	1110	44.0	1185	48.4
92	232	67.9	366	69.9	520	40.0	617	36.3	734	38.2	897	40.3	1060	42.9	1135	44.5	1210	49.0
94	236	69.4	374	71.4	531	40.7	630	36.8	749	38.7	917	40.8	1085	43.4	1160	45.0	1235	49.6
96	240	70.9	382	72.9	542	41.4	643	37.3	764	39.2	937	41.3	1110	43.9	1185	45.5	1260	50.2
98	244	72.4	390	74.4	553	42.1	656	37.8	779	39.7	957	41.8	1135	44.4	1210	46.0	1285	50.8
100	248	73.9	398	75.9	564	42.8	669	38.3	794	40.2	977	42.3	1160	44.9	1235	46.5	1310	51.4
102	252	75.4	406	77.4	575	43.5	682	38.8	809	40.7	997	42.8	1185	45.4	1260	47.0	1335	52.0
104	256	76.9	414	78.9	586	44.2	695	39.3	824	41.2	1017	43.3	1210	45.9	1285	47.5	1360	52.6
106	260	78.4	422	80.4	597	44.9	708	39.8	839	41.7	1037	43.8	1235	46.4	1310	48.0	1385	53.2
108	264	79.9	430	81.9	608	45.6	721	40.3	854	42.2	1057	44.3	1260	46.9	1335	48.5	1410	53.8
110	268	81.4	438	83.4	619	46.3	734	40.8	869	42.7	1077	44.8	1285	47.4	1360	49.0	1435	54.4
112	272	82.9	446	84.9	630	47.0	747	41.3	884	43.2	1097	45.3	1310	47.9	1385	49.5	1460	55.0
114	276	84.4	454	86.4	641	47.7	760	41.8	899	43.7	1117	45.8	1335	48.4	1410	50.0	1485	55.6
116	280	85.9	462	87.9	652	48.4	773	42.3	914	44.2	1137	46.3	1360	48.9	1435	50.5	1510	56.2
118	284	87.4	470	89.4	663	49.1	786	42.8	929	44.7	1157	46.8	1385	49.4	1460	51.0	1535	56.8
120	288	88.9	478	90.9	674	49.8	799	43.3	944	45.2	1177	47.3	1410	49.9	1485	51.5	1560	57.4
122	292	90.4	486	92.4	685	50.5	812	43.8	959	45.7	1197	47.8	1435	50.4	1510	52.0	1585	58.0
124	296	91.9	494	93.9	696	51.2	825	44.3	974	46.2	1217	48.3	1460	50.9	1535	52.5	1610	58.6
126	300	93.4	502	95.4	707	51.9	838	44.8	989	46.7	1237	48.8	1485	51.4	1560	53.0	1635	59.2
128	304	94.9	510	96.9	718	52.6	851	45.3	1004	47.2	1257	49.3	1510	51.9	1585	53.5	1660	59.8
130	308	96.4	518	98.4	729	53.3	864	45.8	1019	47.7	1277	49.8	1535	52.4	1610	54.0	1685	60.4
132	312	97.9	526	99.9	740	54.0	877	46.3	1034	48.2	1297	50.3	1560	52.9	1635	54.5	1710	61.0
134	316	99.4	534	101.4	751	54.7	890	46.8	1049	48.7	1317	50.8	1585	53.4	1660	55.0	1735	61.6
136	320	100.9	542	102.9	762	55.4	903	47.3	1064	49.2	1337	51.3	1610	53.9	1685	55.5	1760	62.2
138	324	102.4	550	104.4	773	56.1	916	47.8	1079	49.7	1357	51.8	1635	54.4	1710	56.0	1785	62.8
140	328	103.9	558	105.9	784	56.8	929	48.3	1094	50.2	1377	52.3	1660	54.9	1735	56.5	1810	63.4
142	332	105.4	566	107.4	795	57.5	942	48.8	1109	50.7	1397	52.8	1685	55.4	1760	57.0	1835	64.0
144	336	106.9	574	108.9	806	58.2	955	49.3	1124	51.2	1417	53.3	1710	55.9	1785	57.5	1860	64.6
146	340	108.4	582	110.4	817	58.9	968	49.8	1139	51.7	1437	53.8	1735	56.4	1810	58.0	1885	65.2
148	344	109.9	590	111.9	828	59.6	981	50.3	1154	52.2	1457	54.3	1760	56.9	1835	58.5	1910	65.8
150	348	111.4	598	113.4	839	60.3	994	50.8	1169	52.7	1477	54.8	1785	57.4	1860	59.0	1935	66.4
152	352	112.9	606	114.9	850	61.0	1007	51.3	1184	53.2	1497	55.3	1810	57.9	1885	59.5	1960	67.0
154	356	114.4	614	116.4	861	61.7	1020	51.8	1199	53.7	1517	55.8	1835	58.4	1910	60.		



**Gambar 4.1.** Chart kerugian gesekan lantai dasar

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai dasar adalah sebesar 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran ducting dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap *diffuser* adalah sebesar 250 CFM. Desain perancangan dari sistem *ducting* pada lantai dasar dan ukurannya bisa dilihat seperti gambar berikut :



**Gambar 4.2.** Desain *ducting* lantai dasar

**Tabel 4.2.** Ukuran detail *ducting* lantai dasar

<b>Lantai dasar</b>		
AHU 1 & AHU 2	Untuk laju aliran = 6000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
1	5000	26 x 16
2	4750	24 x 16
3	4500	20 x 18
4	3000	20 x 14
5	2500	34 x 8
6	2000	28 x 8
7	1750	36 x 6
8	1500	16 x 10
9	1250	12 x 12
10	1000	22 x 6
11	750	12 x 8
12	500	12 x 6
13	250	8 x 8

#### 4.1.2 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 2

Dengan data perancangan yang telah disebutkan dan juga rumus dalam menghitung banyaknya udara, maka perhitungan untuk mendapatkan laju aliran udara pada lantai 2 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih lantai 2} &= \text{Luas lantai 2} - \text{Luas pemakaian} \\
 &= 1536,01 - 264,87 \\
 &= 1271,14 \text{ m}^2 \\
 &= 13677,47 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju aliran udara} &= 13677,47 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\
 &= 15045,22 \text{ CFM} \\
 &= 16000 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Karena perancangan sistem *ducting* pada lantai 2 ini menggunakan 2 *AHU room* dimana masing-masing *AHU room* terdapat 1 *AHU* dan luas bersih atau daerah penyebaran dari masing-masing *AHU* berbeda, maka laju aliran udara pada lantai 2 dibagi menjadi 2 yaitu :

- untuk *AHU* pertama (bagian bawah) :

$$\text{Luas bersih} = 753,02 \text{ m}^2 = 8102,5 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Laju aliran udara} &= 8102,5 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\ &= 8912,8 \text{ CFM} \\ &= 9000 \text{ CFM}\end{aligned}$$

- untuk *AHU* kedua (bagian atas) :

$$\begin{aligned}\text{Luas bersih} &= 518,12 \text{ m}^2 = 5574,97 \text{ ft}^2 \\ \text{Laju aliran udara} &= 5574,97 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\ &= 6132,47 \text{ CFM} \\ &= 7000 \text{ CFM}\end{aligned}$$

Setelah diketahui masing-masing kapasitas dari *AHU* , maka kita menghitung luas dari *ducting* tersebut sebagai berikut :

- untuk *AHU* pertama (bagian bawah)

$$Q = 9000 \text{ CFM}$$

$$V = 2000 \text{ FPM}$$

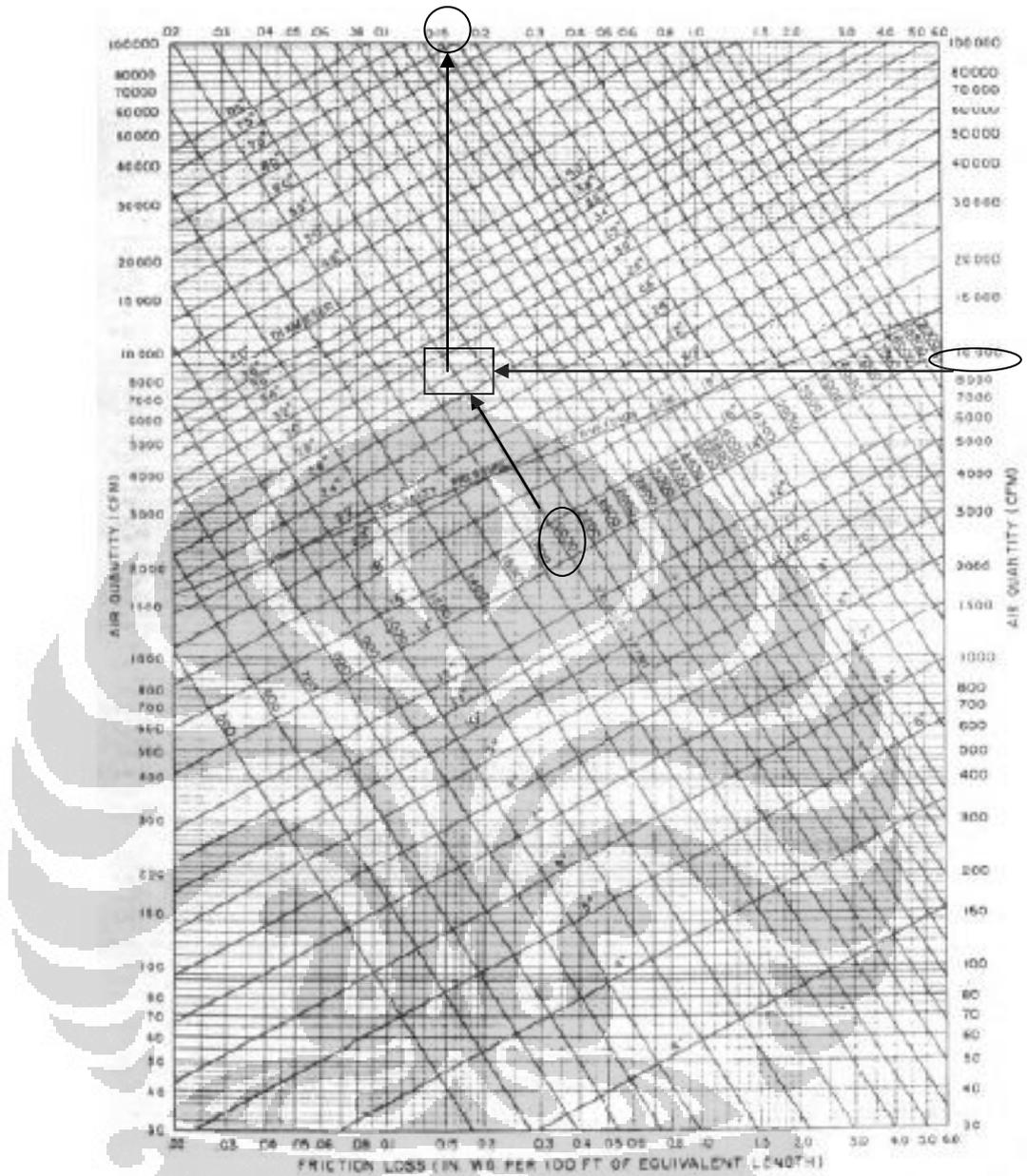
$$\text{Maka didapatkan } A = 4,5 \text{ ft}^2$$

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 9000 CFM adalah 40" x 18". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

Tabel 4.3. Ukuran *ducting* lantai 2 untuk AHU pertama

DDB	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in																
10	39	8.8	33	9.8	43	10.6												
12	45	9.7	42	10.7	57	11.9	34	11.1										
14	52	10.8	52	11.8	71	13.2	100	14.2	138	15.3								
16	59	11.8	61	12.2	100	13.7	124	14.1	145	14.3	147	14.5						
18	65	12.7	71	12.9	112	14.5	140	14.9	163	15.3	147	15.3	232	16.7				
20	72	13.8	79	13.3	124	13.2	154	14.8	181	15.4	202	16.5	234	16.7	301	17.8		
22	79	14.8	140	14.2	134	12.9	169	14.5	199	15.1	237	16.4	257	16.7	284	17.2	317	17.4
24	86	15.8	156	14.6	150	14.0	183	14.7	214	15.6	249	16.2	278	16.8	331	17.3	340	17.3
26	93	16.8	166	14.2	161	13.2	197	14.9	231	15.6	264	16.1	301	17.1	350	17.4	371	17.4
28	98	17.8	172	14.6	171	12.7	208	14.8	249	15.3	284	16.5	322	17.4	360	17.2	400	17.1
30	105	18.8	181	14.1	180	12.3	220	14.9	264	15.9	304	16.2	344	17.1	380	17.2	420	17.0
32	109	19.8	188	14.5	189	11.8	234	14.9	281	16.0	321	16.4	364	17.1	410	17.1	455	16.9
34	113	20.8	198	14.0	198	11.3	249	14.8	300	16.1	342	16.3	384	17.1	430	17.1	481	16.9
36	118	21.8	205	14.4	214	10.8	263	14.7	319	16.2	363	16.5	408	17.4	450	17.0	507	16.8
38	122	22.8	212	13.8	224	10.3	279	14.7	339	16.3	380	16.6	436	17.4	484	17.0	530	16.8
40	126	23.8	221	13.3	233	9.8	289	14.7	359	16.4	400	16.7	464	17.4	510	17.0	549	16.8
42	131	24.8	230	12.8	243	9.3	299	14.7	379	16.5	419	16.8	494	17.4	530	17.0	568	16.8
44	136	25.8	239	12.3	253	8.8	311	14.9	399	16.6	439	16.9	524	17.4	550	17.0	612	16.8
46	140	26.8	248	11.8	263	8.3	321	14.9	419	16.7	459	17.0	554	17.4	570	17.0	637	16.8
48	144	27.8	257	11.3	273	7.8	331	14.9	439	16.8	479	17.1	584	17.4	590	17.0	662	16.8
50	148	28.8	266	10.8	283	7.3	341	14.9	459	16.9	499	17.2	614	17.4	610	17.0	687	16.8
52	153	29.8	275	10.3	293	6.8	351	14.9	479	17.0	519	17.3	644	17.4	630	17.0	714	16.8
54	158	30.8	284	9.8	303	6.3	361	14.9	499	17.1	539	17.4	674	17.4	650	17.0	739	16.8
56	162	31.8	293	9.3	313	5.8	371	14.9	519	17.2	559	17.5	704	17.4	670	17.0	764	16.8
58	167	32.8	302	8.8	323	5.3	381	14.9	539	17.3	579	17.6	734	17.4	690	17.0	789	16.8
60	171	33.8	311	8.3	333	4.8	391	14.9	559	17.4	599	17.7	764	17.4	710	17.0	814	16.8
62	176	34.8	320	7.8	343	4.3	401	14.9	579	17.5	619	17.8	794	17.4	730	17.0	839	16.8
64	180	35.8	329	7.3	353	3.8	411	14.9	599	17.6	639	17.9	824	17.4	750	17.0	864	16.8
66	185	36.8	338	6.8	363	3.3	421	14.9	619	17.7	659	18.0	854	17.4	770	17.0	889	16.8
68	190	37.8	347	6.3	373	2.8	431	14.9	639	17.8	679	18.1	884	17.4	790	17.0	914	16.8
70	194	38.8	356	5.8	383	2.3	441	14.9	659	17.9	699	18.2	914	17.4	810	17.0	939	16.8
72	199	39.8	365	5.3	393	1.8	451	14.9	679	18.0	719	18.3	944	17.4	830	17.0	964	16.8
74	204	40.8	374	4.8	403	1.3	461	14.9	699	18.1	739	18.4	974	17.4	850	17.0	989	16.8
76	208	41.8	383	4.3	413	0.8	471	14.9	719	18.2	759	18.5	1004	17.4	870	17.0	1014	16.8
78	213	42.8	392	3.8	423	0.3	481	14.9	739	18.3	779	18.6	1034	17.4	890	17.0	1039	16.8
80	218	43.8	401	3.3	433	0.2	491	14.9	759	18.4	799	18.7	1064	17.4	910	17.0	1064	16.8
82	223	44.8	410	2.8	443	0.1	501	14.9	779	18.5	819	18.8	1094	17.4	930	17.0	1089	16.8
84	228	45.8	419	2.3	453	0.0	511	14.9	799	18.6	839	18.9	1124	17.4	950	17.0	1114	16.8
86	233	46.8	428	1.8	463	0.0	521	14.9	819	18.7	859	19.0	1154	17.4	970	17.0	1139	16.8
88	238	47.8	437	1.3	473	0.0	531	14.9	839	18.8	879	19.1	1184	17.4	990	17.0	1164	16.8
90	243	48.8	446	0.8	483	0.0	541	14.9	859	18.9	899	19.2	1214	17.4	1010	17.0	1189	16.8
92	248	49.8	455	0.3	493	0.0	551	14.9	879	19.0	919	19.3	1244	17.4	1030	17.0	1214	16.8
94	253	50.8	464	0.0	503	0.0	561	14.9	899	19.1	939	19.4	1274	17.4	1050	17.0	1239	16.8
96	258	51.8	473	0.0	513	0.0	571	14.9	919	19.2	959	19.5	1304	17.4	1070	17.0	1264	16.8
98	263	52.8	482	0.0	523	0.0	581	14.9	939	19.3	979	19.6	1334	17.4	1090	17.0	1289	16.8
100	268	53.8	491	0.0	533	0.0	591	14.9	959	19.4	999	19.7	1364	17.4	1110	17.0	1314	16.8
102	273	54.8	500	0.0	543	0.0	601	14.9	979	19.5	1019	19.8	1394	17.4	1130	17.0	1339	16.8
104	278	55.8	509	0.0	553	0.0	611	14.9	999	19.6	1039	19.9	1424	17.4	1150	17.0	1364	16.8
106	283	56.8	518	0.0	563	0.0	621	14.9	1019	19.7	1059	20.0	1454	17.4	1170	17.0	1389	16.8
108	288	57.8	527	0.0	573	0.0	631	14.9	1039	19.8	1079	20.1	1484	17.4	1190	17.0	1414	16.8
110	293	58.8	536	0.0	583	0.0	641	14.9	1059	19.9	1099	20.2	1514	17.4	1210	17.0	1439	16.8
112	298	59.8	545	0.0	593	0.0	651	14.9	1079	20.0	1119	20.3	1544	17.4	1230	17.0	1464	16.8
114	303	60.8	554	0.0	603	0.0	661	14.9	1099	20.1	1139	20.4	1574	17.4	1250	17.0	1489	16.8
116	308	61.8	563	0.0	613	0.0	671	14.9	1119	20.2	1159	20.5	1604	17.4	1270	17.0	1514	16.8
118	313	62.8	572	0.0	623	0.0	681	14.9	1139	20.3	1179	20.6	1634	17.4	1290	17.0	1539	16.8
120	318	63.8	581	0.0	633	0.0	691	14.9	1159	20.4	1199	20.7	1664	17.4	1310	17.0	1564	16.8
122	323	64.8	590	0.0	643	0.0	701	14.9	1179	20.5	1219	20.8	1694	17.4	1330	17.0	1589	16.8
124	328	65.8	599	0.0	653	0.0	711	14.9	1199	20.6	1239	20.9	1724	17.4	1350	17.0	1614	16.8
126	333	66.8	608	0.0	663	0.0	721	14.9	1219	20.7	1259	21.0	1754	17.4	1370	17.0	1639	16.8
128	338	67.8	617	0.0	673	0.0	731	14.9	1239	20.8	1279	21.1	1784	17.4	1390	17.0	1664	16.8
130	343	68.8	626	0.0	683	0.0	741	14.9	1259	20.9	1299	21.2	1814	17.4	1410	17.0	1689	16.8
132	348	69.8	635	0.0	693	0.0	751	14.9	1279	21.0	1319	21.3	1844	17.4	1430	17.0	1714	16.8
134	353	70.8	644	0.0	703	0.0	761	14.9	1299	21.1	1339	21.4	1874	17.4	1450	17.0	1739	16.8
136	358	71.8	653	0.0	713	0.0	771	14.9	1319	21.2	1359	21.5	1904	17.4	1470	17.0	1764	16.8
138	363	72.8	662	0.0	723	0.0	781	14.9	1339	21.3	1379	21.6	1934	17.4	1490	17.0	1789	16.8
140	368	73.8	671	0.0	733	0.0	791	14.9	1359	21.4	1399	21.7	1964	17.4	1510	17.0	1814	16.8
142	373	74.8	680	0.0	743	0.0	801	14.9	1379	21.5	1419	21.8	1994	17.4	1530	17.0	1839	16.8
144	378	75.8	689	0.0	753	0.0	811	14.9	1399	21.6	1439	21.9	2024	17.4	1550	17.0	1864	16.8

Langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesek untuk lantai 2 untuk AHU pertama, seperti yang ditunjukkan oleh *chart* kerugian gesek ini dengan memplotkan banyaknya udara (CFM) dan kecepatan (FPM) :



**Gambar 4.3.** Chart kerugian gesekan lantai 2 untuk AHU pertama

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai 2 dari AHU pertama adalah sebesar 0,155 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran ducting dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap diffuser adalah sebesar 200 CFM.

- untuk AHU kedua (bagian atas)

$$Q = 7000 \text{ CFM}$$

V = 2000 FPM

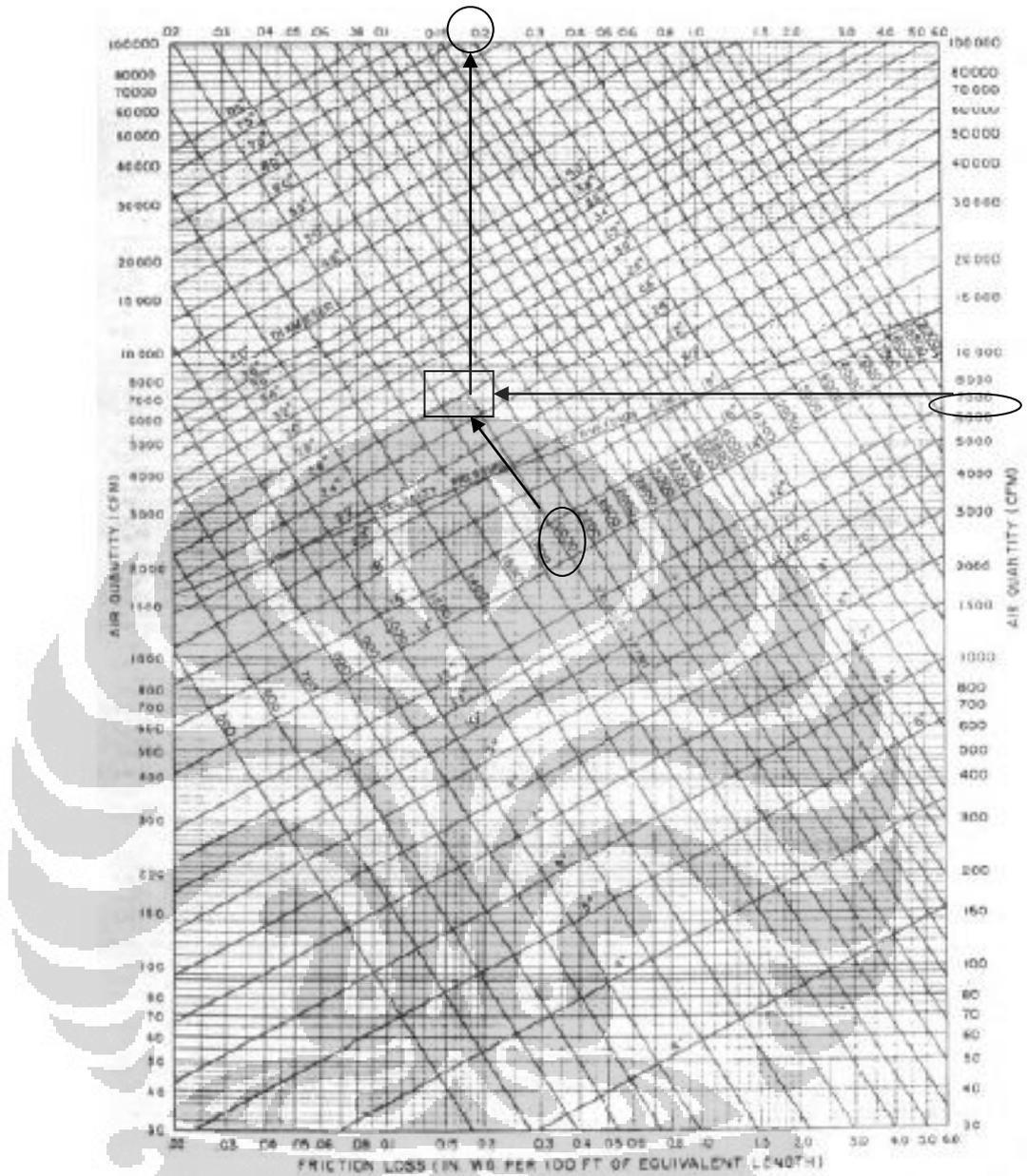
Maka didapatkan A = 3,5 ft<sup>2</sup>

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 7000 CFM adalah 42" x 14". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

**Tabel 4.4.** Ukuran *ducting* lantai 2 untuk AHU kedua

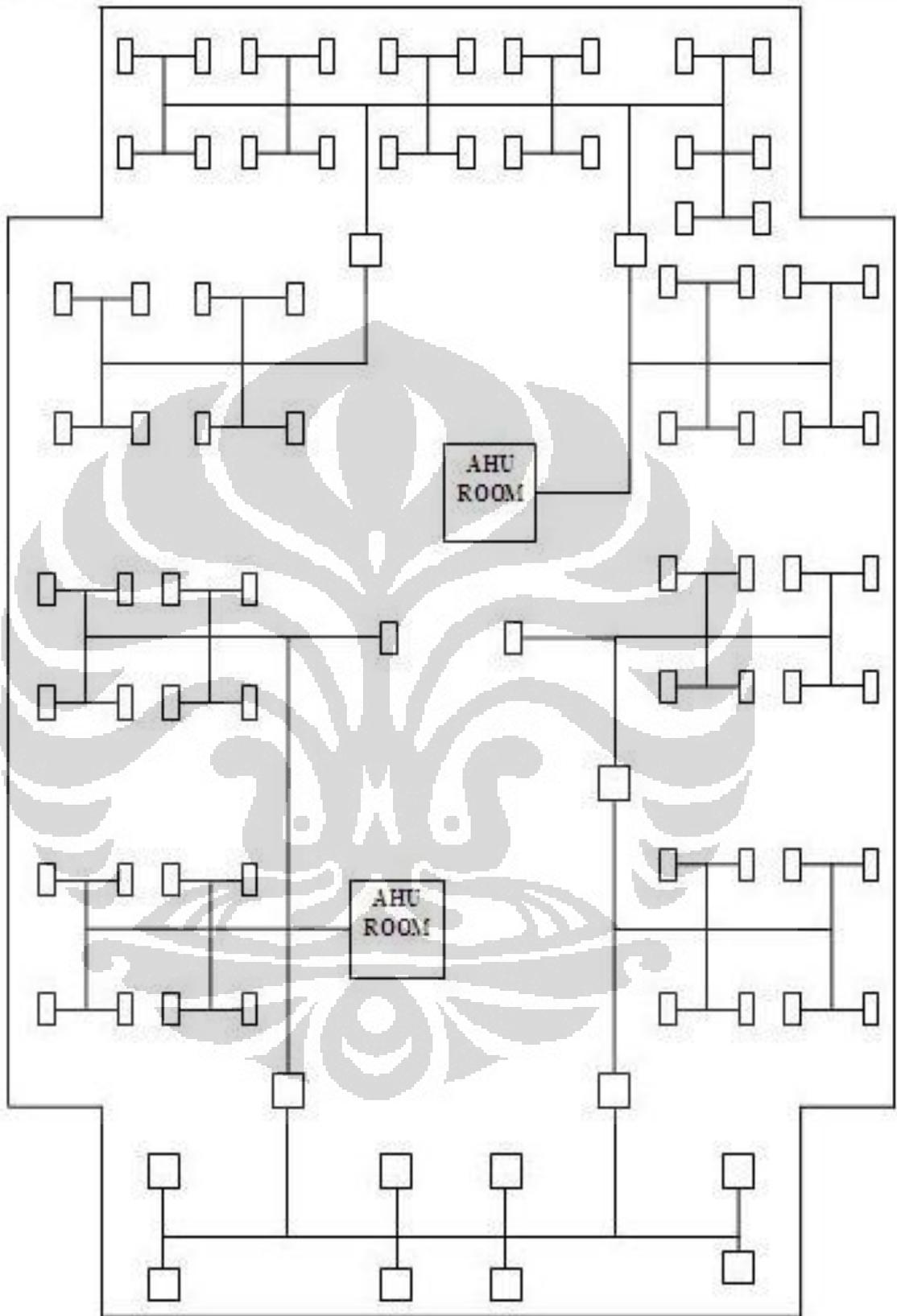
SIZE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diagon in.																
10	39	39	52	58	63	69												
12	45	47	62	67	77	83	94	101										
14	52	54	72	77	91	97	108	115	138	143								
16	59	61	81	87	103	109	124	131	145	152	181	187						
18	65	67	91	97	115	122	140	147	162	170	187	195	232	237				
20	72	74	99	105	126	133	154	161	178	186	207	215	234	242	261	267		
22	78	81	108	114	138	145	167	175	198	206	227	235	256	264	285	293	317	324
24	84	87	116	122	150	157	182	190	214	222	245	253	276	284	307	315	340	347
26	89	92	124	130	161	168	194	202	227	235	259	267	291	300	323	331	356	363
28	95	98	132	138	171	178	207	215	241	249	274	282	307	315	339	347	372	379
30	101	104	141	147	182	189	218	226	253	261	287	295	321	329	354	362	387	394
32	107	110	149	155	192	199	228	236	264	272	300	308	335	343	368	376	401	408
34	113	116	158	164	202	209	238	246	274	282	311	319	347	355	381	389	414	421
36	118	121	165	171	212	219	248	256	286	294	324	332	361	369	395	403	428	435
38	125	128	173	179	222	229	258	266	297	305	336	344	374	382	408	416	441	448
40	130	133	181	187	232	239	268	276	308	316	348	356	387	395	421	429	454	461
42	137	140	189	195	242	249	278	286	320	328	361	369	401	409	435	443	468	475
44	142	145	197	203	252	259	288	296	331	339	373	381	413	421	447	455	480	487
46	148	151	205	211	262	269	298	306	342	350	385	393	426	434	460	468	493	500
48	154	157	213	219	272	279	308	316	353	361	397	405	439	447	473	481	506	513
50	160	163	221	227	282	289	318	326	364	372	409	417	452	460	486	494	519	526
52	165	168	229	235	292	299	328	336	375	383	421	429	465	473	500	508	533	540
54	171	174	237	243	302	309	338	346	386	394	433	441	478	486	513	521	546	553
56	177	180	245	251	312	319	348	356	397	405	445	453	491	499	526	534	559	566
58	182	185	253	259	322	329	358	366	408	416	459	467	506	514	541	549	574	581
60	188	191	261	267	332	339	368	376	419	427	469	477	517	525	552	560	585	592
62	193	196	269	275	342	349	378	386	430	438	481	489	529	537	564	572	597	604
64	199	202	277	283	352	359	388	396	441	449	493	501	543	551	578	586	611	618
66	204	207	285	291	362	369	398	406	452	460	505	513	555	563	590	598	623	630
68	210	213	293	299	372	379	408	416	463	471	517	525	569	577	604	612	637	644
70	215	218	301	307	382	389	418	426	474	482	527	535	581	589	616	624	649	656
72	221	224	309	315	392	399	428	436	485	493	537	545	591	599	626	634	659	666
74	226	229	317	323	402	409	438	446	496	504	547	555	603	611	638	646	671	678
76	232	235	325	331	412	419	448	456	507	515	559	567	613	621	648	656	681	688
78	237	240	333	339	422	429	458	466	518	526	571	579	625	633	660	668	693	700
80	243	246	341	347	432	439	468	476	529	537	583	591	639	647	674	682	707	714
82	248	251	349	355	442	449	478	486	540	548	595	603	651	659	686	694	719	726
84	254	257	357	363	452	459	488	496	551	559	607	615	665	673	700	708	733	740
86	259	262	365	371	462	469	498	506	562	570	617	625	675	683	710	718	743	750
88	265	268	373	379	472	479	508	516	573	581	627	635	687	695	722	730	755	762
90	270	273	381	387	482	489	518	526	584	592	637	645	697	705	732	740	765	772
92	276	279	389	395	492	499	528	536	595	603	647	655	709	717	744	752	777	784
94	281	284	397	403	502	509	538	546	606	614	657	665	721	729	756	764	789	796
96	287	290	405	411	512	519	548	556	617	625	669	677	733	741	768	776	801	808
98	292	295	413	419	522	529	558	566	628	636	681	689	745	753	780	788	813	820
100	298	301	421	427	532	539	562	570	639	647	693	701	757	765	792	799	825	832
104																		
108																		
112																		
114																		
116																		
118																		
120																		
124																		
128																		
132																		
136																		
140																		
144																		

Langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesek untuk lantai 2 untuk AHU kedua, seperti yang ditunjukkan oleh *chart* kerugian gesek ini dengan memplotkan banyaknya udara (CFM) dan kecepatan (FPM) :



**Gambar 4.4.** Chart kerugian gesekan lantai 2 untuk AHU kedua

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai 2 dari AHU kedua adalah sebesar 0,18 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran *ducting* dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap diffuser adalah sebesar 175 CFM. Desain perancangan dari sistem *ducting* pada lantai 2 dan ukurannya bisa dilihat seperti gambar berikut :



**Gambar 4.5.** Desain *ducting* lantai 2

**Tabel 4.5.** Ukuran detail *ducting* lantai 2

<b>Lantai 2</b>		
AHU 1	Untuk laju aliran = 9000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,155 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
1	5600	58 x 10
2	5400	24 x 20
3	5000	34 x 14
4	4600	38 x 12
5	4200	20 x 20
6	3800	32 x 12
7	3600	26 x 14
8	2000	32 x 8
9	1800	22 x 10
10	1600	16 x 12
11	800	14 x 8
12	400	10 x 6
13	200	8 x 8
AHU 2	Untuk laju aliran = 7000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,18 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
14	5600	34 x 14
15	5425	22 x 20
16	4375	32 x 12
17	3675	20 x 16
18	2975	20 x 14
19	1575	14 x 12
20	1400	16 x 10
21	1050	24 x 6
22	700	12 x 8
23	350	10 x 6
24	175	6 x 6

#### 4.1.3 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 3, 4, 5

Dengan data perancangan yang telah disebutkan dan juga rumus dalam menghitung banyaknya udara, maka perhitungan untuk mendapatkan laju aliran udara pada lantai 3, 4, 5 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih lantai 3, 4, 5} &= \text{Luas lantai 3, 4, 5} - \text{Luas pemakaian} \\
 &= 1536,01 - 264,87 \\
 &= 1271,14 \text{ m}^2 \\
 &= 13677,47 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju aliran udara} &= 13677,47 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\
 &= 15045,22 \text{ CFM} \\
 &= 16000 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Karena perancangan sistem *ducting* pada lantai 3, 4, 5 ini menggunakan 2 *AHU room* dimana masing-masing *AHU room* terdapat 1 *AHU* dan luas bersih atau daerah penyebaran dari masing-masing *AHU* berbeda, maka laju aliran udara pada lantai 3, 4, 5 dibagi menjadi 2 yaitu :

- untuk *AHU* pertama (bagian bawah) :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih} &= 753,02 \text{ m}^2 = 8102,5 \text{ ft}^2 \\
 \text{Laju aliran udara} &= 8102,5 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\
 &= 8912,8 \text{ CFM} \\
 &= 9000 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

- untuk *AHU* kedua (bagian atas) :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih} &= 518,12 \text{ m}^2 = 5574,97 \text{ ft}^2 \\
 \text{Laju aliran udara} &= 5574,97 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\
 &= 6132,47 \text{ CFM} \\
 &= 7000 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui masing-masing kapasitas dari *AHU* , maka kita menghitung luas dari *ducting* tersebut sebagai berikut :

- untuk *AHU* pertama (bagian bawah)

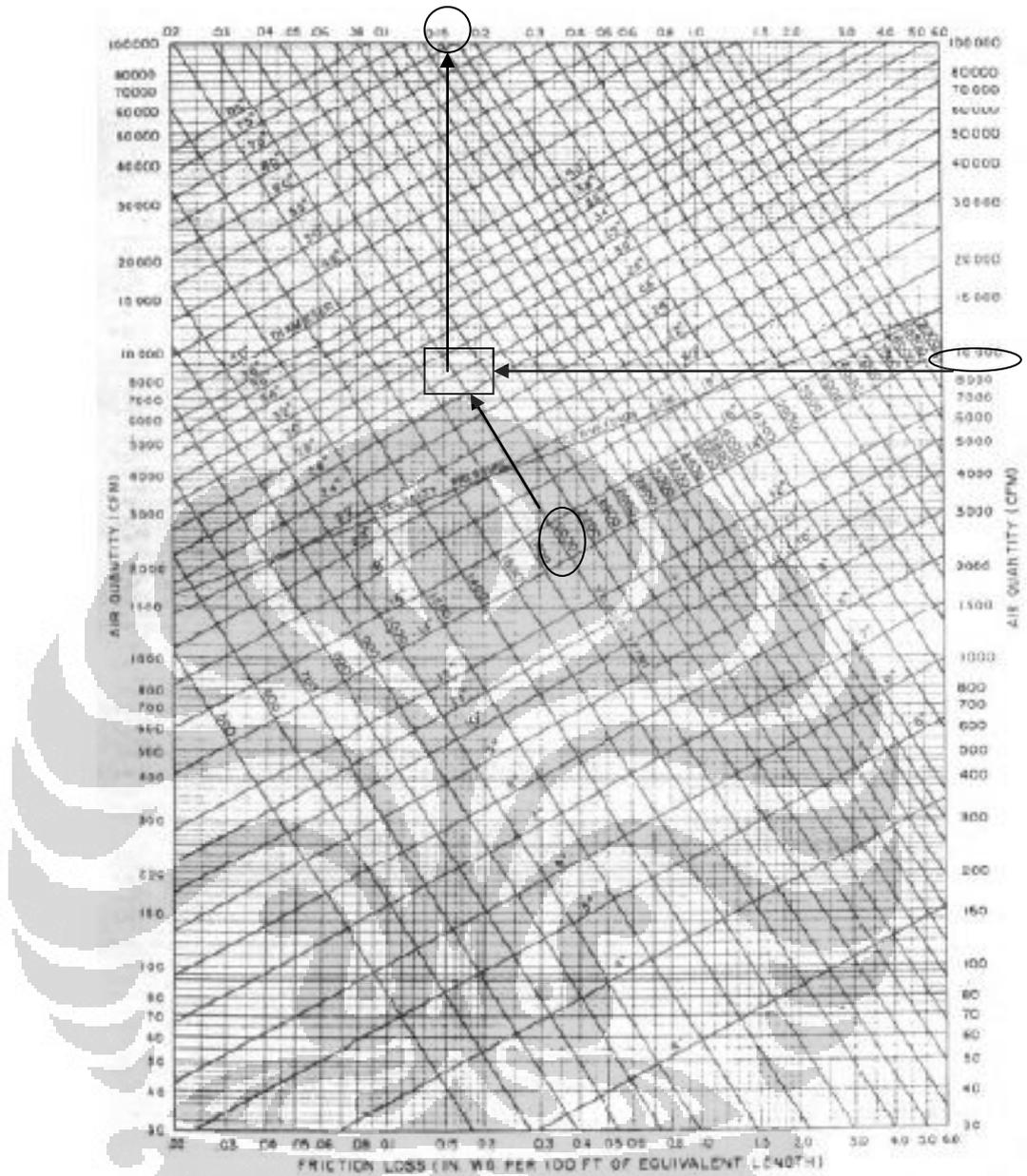
$$\begin{aligned}
 Q &= 9000 \text{ CFM} \\
 V &= 2000 \text{ FPM} \\
 \text{Maka didapatkan } A &= 4,5 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 9000 CFM adalah 40" x 18". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

Tabel 4.6. Ukuran ducting lantai 3, 4, 5 untuk AHU pertama

Duct	8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Duct in														
10	39	8.8	33	9.8	43	10.6										
12	45	9.7	42	10.7	57	11.9	34	11.1								
14	52	10.8	52	11.5	71	12.6	100	14.2	138	15.3						
16	59	11.8	61	12.2	100	13.7	124	14.1	145	14.3	147	14.5				
18	65	12.7	71	12.9	112	14.5	140	14.9	163	17.3	147	14.5	232	20.7		
20	72	13.8	79	13.3	124	13.2	154	14.8	181	16.4	202	18.5	234	20.7	261	21.8
22	79	14.8	140	14.2	134	12.9	169	17.5	199	18.1	237	20.4	157	21.7	284	22.9
24	86	15.8	156	14.6	150	14.0	183	18.2	214	18.8	249	21.2	278	22.8	331	23.9
26	93	16.8	166	15.2	161	17.2	197	19.9	231	20.4	264	22.1	301	23.1	350	24.8
28	98	17.8	172	15.6	171	17.7	208	20.4	249	21.2	284	22.9	322	24.4	360	25.7
30	105	18.8	181	16.1	180	18.3	220	20.9	264	22.0	304	23.7	344	25.1	389	26.7
32	109	19.8	188	16.5	190	18.8	234	21.3	281	22.7	322	24.4	364	25.8	418	27.5
34	113	20.8	194	17.0	200	19.3	249	21.8	294	23.3	342	25.1	384	26.5	437	28.1
36	118	21.8	200	17.4	214	19.8	263	22.3	311	23.9	362	25.8	404	27.4	458	29.0
38	122	22.8	207	17.8	224	20.3	279	22.9	329	24.5	380	26.4	424	28.1	484	29.8
40	128	23.8	215	18.2	233	20.7	288	23.4	348	25.1	397	27.1	437	28.8	507	30.1
42	132	24.8	224	18.5	243	21.1	298	23.8	367	25.6	415	27.6	451	29.4	524	30.8
44	136	25.8	233	18.9	253	21.5	311	24.3	377	26.1	433	28.2	466	30.0	535	31.9
46	140	26.8	241	19.2	261	21.9	322	24.7	388	24.7	449	28.7	481	30.6	549	32.3
48	144	27.8	249	19.6	270	22.3	335	25.1	402	27.2	465	29.2	500	31.1	567	32.8
50	148	28.8	258	19.9	279	22.7	346	25.6	415	27.8	480	29.8	511	31.8	577	33.3
52	152	29.8	267	20.3	288	23.1	357	26.1	429	28.3	494	30.3	521	32.4	601	34.3
54	156	30.8	276	20.7	297	23.5	371	26.5	443	28.8	508	30.8	532	32.9	614	34.8
56	160	31.8	285	21.1	306	23.9	383	27.0	457	29.3	521	31.3	544	33.4	627	35.4
58	164	32.8	294	21.5	315	24.3	398	27.4	471	29.8	534	31.8	556	33.9	640	35.9
60	168	33.8	303	21.9	324	24.7	411	27.9	484	30.3	547	32.3	568	34.4	654	36.4
62	172	34.8	312	22.3	333	25.1	425	28.3	498	30.8	560	32.8	580	34.9	667	36.9
64	176	35.8	321	22.7	342	25.5	439	28.8	511	31.3	573	33.3	592	35.4	681	37.4
66	180	36.8	330	23.1	351	25.9	453	29.2	524	31.8	586	33.8	604	35.9	695	37.9
68	184	37.8	339	23.5	360	26.3	467	29.7	537	32.3	599	34.3	616	36.4	709	38.4
70	188	38.8	348	23.9	369	26.7	481	30.1	550	32.8	612	34.8	628	36.9	723	38.9
72	192	39.8	357	24.3	378	27.1	495	30.6	563	33.3	625	35.3	640	37.4	737	39.4
74	196	40.8	366	24.7	387	27.5	509	31.0	576	33.8	638	35.8	652	37.9	751	39.9
76	200	41.8	375	25.1	396	27.9	523	31.5	589	34.3	651	36.3	664	38.4	765	40.4
78	204	42.8	384	25.5	405	28.3	537	31.9	602	34.8	664	36.8	676	38.9	779	40.9
80	208	43.8	393	25.9	414	28.7	551	32.4	615	35.3	677	37.3	688	39.4	793	41.4
82	212	44.8	402	26.3	423	29.1	565	32.8	628	35.8	690	37.8	700	39.9	807	41.9
84	216	45.8	411	26.7	432	29.5	579	33.3	641	36.3	703	38.3	712	40.4	821	42.4
86	220	46.8	420	27.1	441	29.9	593	33.7	654	36.8	716	38.8	724	40.9	835	42.9
88	224	47.8	429	27.5	450	30.3	607	34.2	667	37.3	729	39.3	736	41.4	849	43.4
90	228	48.8	438	27.9	459	30.7	621	34.6	680	37.8	742	39.8	748	41.9	863	43.9
92	232	49.8	447	28.3	468	31.1	635	35.1	693	38.3	755	40.3	760	42.4	877	44.4
94	236	50.8	456	28.7	477	31.5	649	35.5	706	38.8	768	40.8	772	42.9	891	44.9
96	240	51.8	465	29.1	486	31.9	663	36.0	719	39.3	781	41.3	784	43.4	905	45.4
98	244	52.8	474	29.5	495	32.3	677	36.4	732	39.8	794	41.8	796	43.9	919	45.9
100	248	53.8	483	29.9	504	32.7	691	36.9	745	40.3	807	42.3	808	44.4	933	46.4
102	252	54.8	492	30.3	513	33.1	705	37.3	758	40.8	820	42.8	820	44.9	947	46.9
104	256	55.8	501	30.7	522	33.5	719	37.8	771	41.3	833	43.3	832	45.4	961	47.4
106	260	56.8	510	31.1	531	33.9	733	38.2	784	41.8	846	43.8	844	45.9	975	47.9
108	264	57.8	519	31.5	540	34.3	747	38.7	797	42.3	859	44.3	856	46.4	989	48.4
110	268	58.8	528	31.9	549	34.7	761	39.1	810	42.8	872	44.8	868	46.9	1003	48.9
112	272	59.8	537	32.3	558	35.1	775	39.6	823	43.3	885	45.3	880	47.4	1017	49.4
114	276	60.8	546	32.7	567	35.5	789	40.0	836	43.8	898	45.8	892	47.9	1031	49.9
116	280	61.8	555	33.1	576	35.9	803	40.5	849	44.3	911	46.3	904	48.4	1045	50.4
118	284	62.8	564	33.5	585	36.3	817	40.9	862	44.8	924	46.8	916	48.9	1059	50.9
120	288	63.8	573	33.9	594	36.7	831	41.4	875	45.3	937	47.3	928	49.4	1073	51.4
122	292	64.8	582	34.3	603	37.1	845	41.8	888	45.8	950	47.8	940	49.9	1087	51.9
124	296	65.8	591	34.7	612	37.5	859	42.3	901	46.3	963	48.3	952	50.4	1101	52.4
126	300	66.8	600	35.1	621	37.9	873	42.7	914	46.8	976	48.8	964	50.9	1115	52.9
128	304	67.8	609	35.5	630	38.3	887	43.2	927	47.3	989	49.3	976	51.4	1129	53.4
130	308	68.8	618	35.9	639	38.7	901	43.6	940	47.8	1002	49.8	988	51.9	1143	53.9
132	312	69.8	627	36.3	648	39.1	915	44.1	953	48.3	1015	50.3	1000	52.4	1157	54.4
134	316	70.8	636	36.7	657	39.5	929	44.5	966	48.8	1028	50.8	1012	52.9	1171	54.9
136	320	71.8	645	37.1	666	39.9	943	45.0	979	49.3	1041	51.3	1024	53.4	1185	55.4
138	324	72.8	654	37.5	675	40.3	957	45.4	992	49.8	1054	51.8	1036	53.9	1199	55.9
140	328	73.8	663	37.9	684	40.7	971	45.9	1005	50.3	1067	52.3	1048	54.4	1213	56.4
142	332	74.8	672	38.3	693	41.1	985	46.3	1018	50.8	1080	52.8	1060	54.9	1227	56.9
144	336	75.8	681	38.7	702	41.5	999	46.8	1031	51.3	1093	53.3	1072	55.4	1241	57.4

Langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesek untuk lantai 3, 4, 5 untuk AHU pertama, seperti yang ditunjukkan oleh chart kerugian gesek ini dengan memplotkan banyaknya udara (CFM) dan kecepatan (FPM) :



**Gambar 4.6.** Chart kerugian gesekan lantai 3, 4, 5 untuk AHU pertama

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai 3, 4, 5 dari AHU pertama adalah sebesar 0,155 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran ducting dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap *diffuser* adalah sebesar 150 CFM.

- untuk AHU kedua (bagian atas)

$$Q = 7000 \text{ CFM}$$

V = 2000 FPM

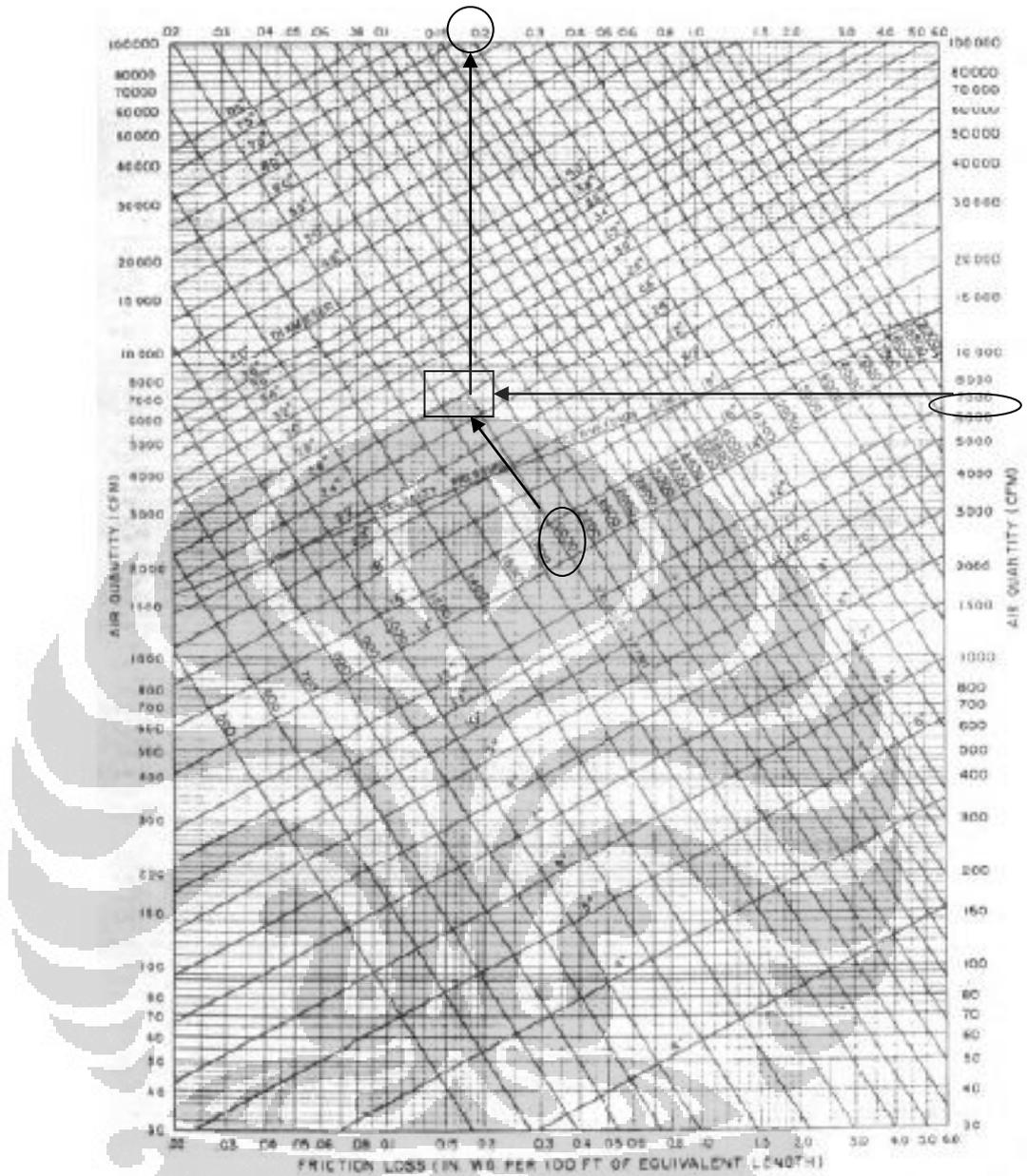
Maka didapatkan A = 3,5 ft<sup>2</sup>

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 7000 CFM adalah 42" x 14". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

**Tabel 4.7.** Ukuran *ducting* lantai 3, 4, 5 untuk AHU kedua

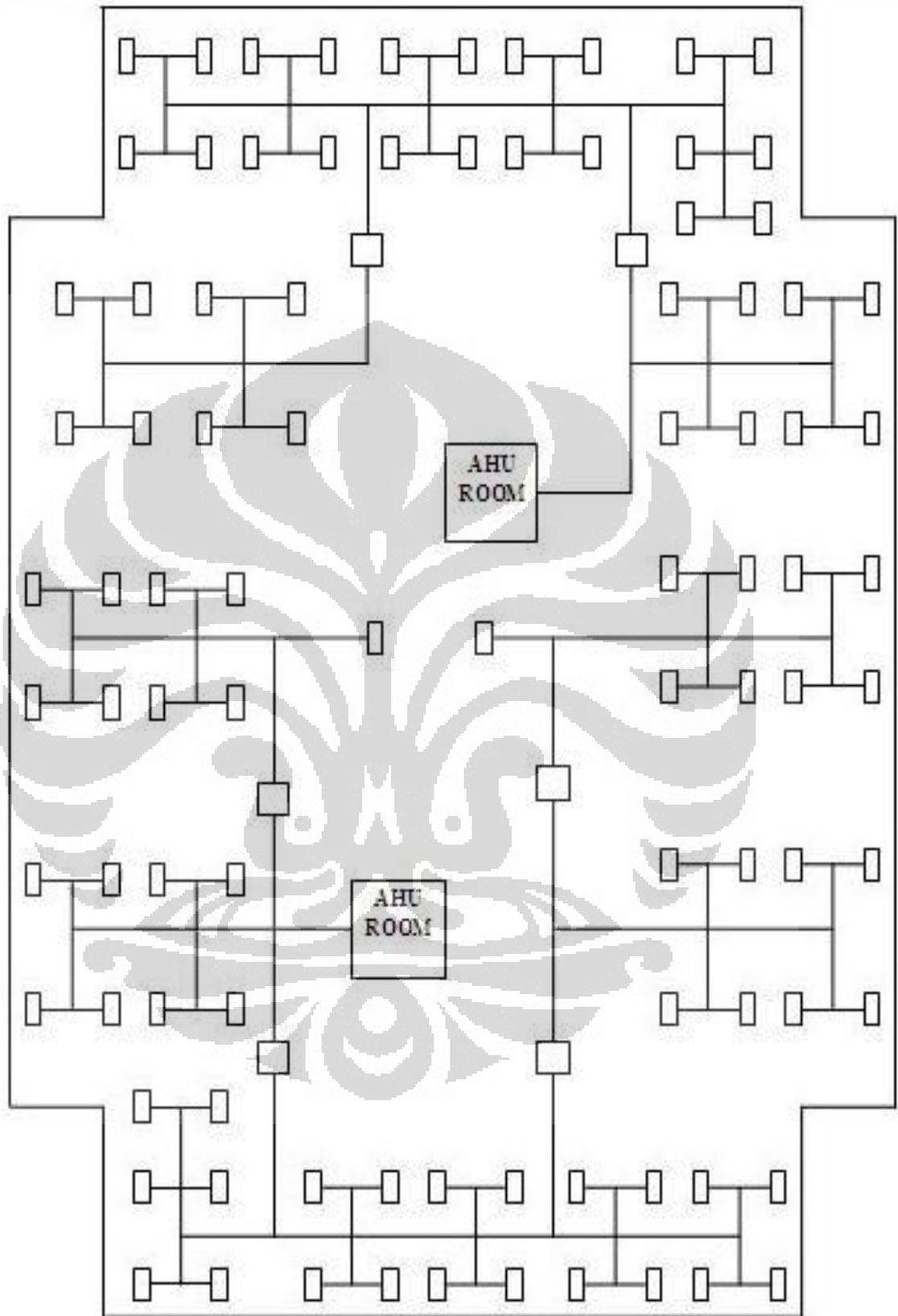
Duct	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diagon in																
10	39	24	52	32	81	40												
12	45	27	63	37	99	45												
14	53	33	73	41	117	51	138	57	158	63								
16	59	36	81	44	135	54	156	60	174	66	194	72						
18	65	39	89	47	153	57	174	63	192	69	210	75	228	81				
20	72	45	99	51	171	63	192	69	210	75	228	81	246	87	264	93		
22	78	48	108	54	189	66	210	75	228	81	246	87	264	93	282	99	300	105
24	84	51	117	57	207	69	228	81	246	87	264	93	282	99	300	105	318	111
26	89	54	126	60	225	72	246	87	264	93	282	99	300	105	318	111	336	117
28	95	57	135	63	243	75	264	93	282	99	300	105	318	111	336	117	354	123
30	101	60	144	66	261	78	282	99	300	105	318	111	336	117	354	123	372	129
32	107	63	153	69	279	81	300	105	318	111	336	117	354	123	372	129	390	135
34	113	66	162	72	297	84	318	111	336	117	354	123	372	129	390	135	408	141
36	118	69	171	75	315	87	336	117	354	123	372	129	390	135	408	141	426	147
38	125	72	180	78	333	90	354	123	372	129	390	135	408	141	426	147	444	153
40	131	75	189	81	351	93	372	129	390	135	408	141	426	147	444	147	462	159
42	137	78	198	84	369	96	390	135	408	141	426	147	444	147	462	159	480	165
44	143	81	207	87	387	99	408	141	426	147	444	147	462	159	480	159	498	171
46	148	84	216	90	405	102	426	147	444	147	462	159	480	159	498	165	516	177
48	154	87	225	93	423	105	444	147	462	159	480	159	498	165	516	177	534	183
50	160	90	234	96	441	108	462	159	480	159	498	165	516	177	534	183	552	189
52	166	93	243	99	459	111	480	159	498	165	516	177	534	183	552	189	570	195
54	171	96	252	102	477	114	498	165	516	177	534	183	552	189	570	189	588	201
56	177	99	261	105	495	117	516	177	534	183	552	189	570	189	588	201	606	207
58	183	102	270	108	513	120	534	183	552	189	570	189	588	201	606	207	624	213
60	189	105	279	111	531	123	552	189	570	189	588	201	606	207	624	213	642	219
62	195	108	288	114	549	126	570	189	588	201	606	207	624	213	642	213	660	225
64	201	111	297	117	567	129	588	201	606	207	624	213	642	213	660	213	678	231
66	207	114	306	120	585	132	606	207	624	213	642	213	660	213	678	213	696	237
68	213	117	315	123	603	135	624	213	642	213	660	213	678	213	696	213	714	243
70	219	120	324	126	621	138	642	213	660	213	678	213	696	213	714	213	732	249
72	225	123	333	129	639	141	660	213	678	213	696	213	714	213	732	213	750	255
74	231	126	342	132	657	144	678	213	696	213	714	213	732	213	750	213	768	261
76	237	129	351	135	675	147	696	213	714	213	732	213	750	213	768	213	786	267
78	243	132	360	138	693	150	714	213	732	213	750	213	768	213	786	213	804	273
80	249	135	369	141	711	153	732	213	750	213	768	213	786	213	804	213	822	279
82	255	138	378	144	729	156	750	213	768	213	786	213	804	213	822	213	840	285
84	261	141	387	147	747	159	768	213	786	213	804	213	822	213	840	213	858	291
86	267	144	396	150	765	162	786	213	804	213	822	213	840	213	858	213	876	297
88	273	147	405	153	783	165	804	213	822	213	840	213	858	213	876	213	894	303
90	279	150	414	156	801	168	822	213	840	213	858	213	876	213	894	213	912	309
92	285	153	423	159	819	171	840	213	858	213	876	213	894	213	912	213	930	315
94	291	156	432	162	837	174	858	213	876	213	894	213	912	213	930	213	948	321
96	297	159	441	165	855	177	876	213	894	213	912	213	930	213	948	213	966	327
98	303	162	450	168	873	180	894	213	912	213	930	213	948	213	966	213	984	333
100	309	165	459	171	891	183	912	213	930	213	948	213	966	213	984	213	1002	339
102	315	168	468	174	909	186	930	213	948	213	966	213	984	213	1002	213	1020	345
104	321	171	477	177	927	189	948	213	966	213	984	213	1002	213	1020	213	1038	351
106	327	174	486	180	945	192	966	213	984	213	1002	213	1020	213	1038	213	1056	357
108	333	177	495	183	963	195	984	213	1002	213	1020	213	1038	213	1056	213	1074	363
110	339	180	504	186	981	198	1002	213	1020	213	1038	213	1056	213	1074	213	1092	369
112	345	183	513	189	999	201	1020	213	1038	213	1056	213	1074	213	1092	213	1110	375
114	351	186	522	192	1017	204	1038	213	1056	213	1074	213	1092	213	1110	213	1128	381
116	357	189	531	195	1035	207	1056	213	1074	213	1092	213	1110	213	1128	213	1146	387
118	363	192	540	198	1053	210	1074	213	1092	213	1110	213	1128	213	1146	213	1164	393
120	369	195	549	201	1071	213	1092	213	1110	213	1128	213	1146	213	1164	213	1182	399
122	375	198	558	204	1089	216	1110	213	1128	213	1146	213	1164	213	1182	213	1200	405
124	381	201	567	207	1107	219	1128	213	1146	213	1164	213	1182	213	1200	213	1218	411
126	387	204	576	210	1125	222	1146	213	1164	213	1182	213	1200	213	1218	213	1236	417
128	393	207	585	213	1143	225	1164	213	1182	213	1200	213	1236	213	1236	213	1254	423
130	399	210	594	216	1161	228	1182	213	1200	213	1236	213	1254	213	1254	213	1272	429
132	405	213	603	219	1179	231	1200	213	1236	213	1254	213	1272	213	1272	213	1290	435
134	411	216	612	222	1197	234	1236	213	1254	213	1272	213	1290	213	1290	213	1308	441
136	417	219	621	225	1215	237	1254	213	1272	213	1290	213	1308	213	1308	213	1326	447
138	423	222	630	228	1233	240	1272	213	1290	213	1308	213	1326	213	1326	213	1344	453
140	429	225	639	231	1251	243	1290	213	1308	213	1326	213	1344	213	1344	213	1362	459
142	435	228	648	234	1269	246	1308	213	1326	213	1344	213	1362	213	1362	213	1380	465
144	441	231	657	237	1287	249	1326	213	1344	213	1362	213	1380	213	1380	213	1398	471

Langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesek untuk lantai 3, 4, 5 untuk AHU kedua, seperti yang ditunjukkan oleh *chart* kerugian gesek ini dengan memplotkan banyaknya udara (CFM) dan kecepatan (FPM) :



**Gambar 4.7.** Chart kerugian gesekan lantai 3, 4, 5 untuk AHU kedua

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai 3, 4, 5 dari AHU kedua adalah sebesar 0,18 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran ducting dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap *diffuser* adalah sebesar 175 CFM. Desain perancangan dari sistem *ducting* pada lantai 3, 4, 5 dan ukurannya bisa dilihat seperti gambar berikut :



**Gambar 4.8.** Desain *ducting* lantai 3, 4, 5

**Tabel 4.8.** Ukuran detail *ducting* lantai 3, 4, 5

<b>Lantai 3, 4, 5</b>		
AHU 1	Untuk laju aliran = 9000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,155 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
1	6300	30 x 18
2	6150	26 x 20
3	5250	30 x 16
4	4650	32 x 14
5	4050	34 x 12
6	2850	32 x 10
7	2700	24 x 12
8	1500	36 x 6
9	1350	22 x 8
10	1200	16 x 10
11	900	16 x 8
12	600	16 x 6
13	300	10 x 6
14	150	6 x 6
AHU 2	Untuk laju aliran = 7000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,18 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
15	5600	34 x 14
16	5425	22 x 20
17	4375	32 x 12
18	3675	20 x 16
19	2975	20 x 14
20	1575	14 x 12
21	1400	16 x 10
22	1050	24 x 6
23	700	12 x 8
24	350	10 x 6
25	175	6 x 6

#### 4.1.4 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai 6-25

Dengan data perancangan yang telah disebutkan dan juga rumus dalam menghitung banyaknya udara, maka perhitungan untuk mendapatkan laju aliran udara pada lantai 6-25 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih lantai 6-25} &= \text{Luas lantai 6-25} - \text{Luas pemakaian} \\
 &= 1268,71 - 264,87 \\
 &= 1003,84 \text{ m}^2 \\
 &= 10801,32 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Laju aliran udara} &= 10801,32 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\ &= 11881,45 \text{ CFM} \\ &= 12000 \text{ CFM}\end{aligned}$$

Karena perancangan sistem *ducting* pada lantai 6-25 ini menggunakan 2 *AHU room* dimana masing-masing *AHU room* terdapat 1 *AHU* dan luas bersih atau daerah penyebaran dari masing-masing *AHU* sama, maka laju aliran udara pada lantai 6-25 dibagi menjadi 2 yaitu untuk masing-masing *AHU* memiliki laju aliran udara sebesar 6000 CFM.

Setelah diketahui masing-masing kapasitas dari *AHU* , maka kita menghitung luas dari *ducting* tersebut sebagai berikut :

$$Q = 6000 \text{ CFM}$$

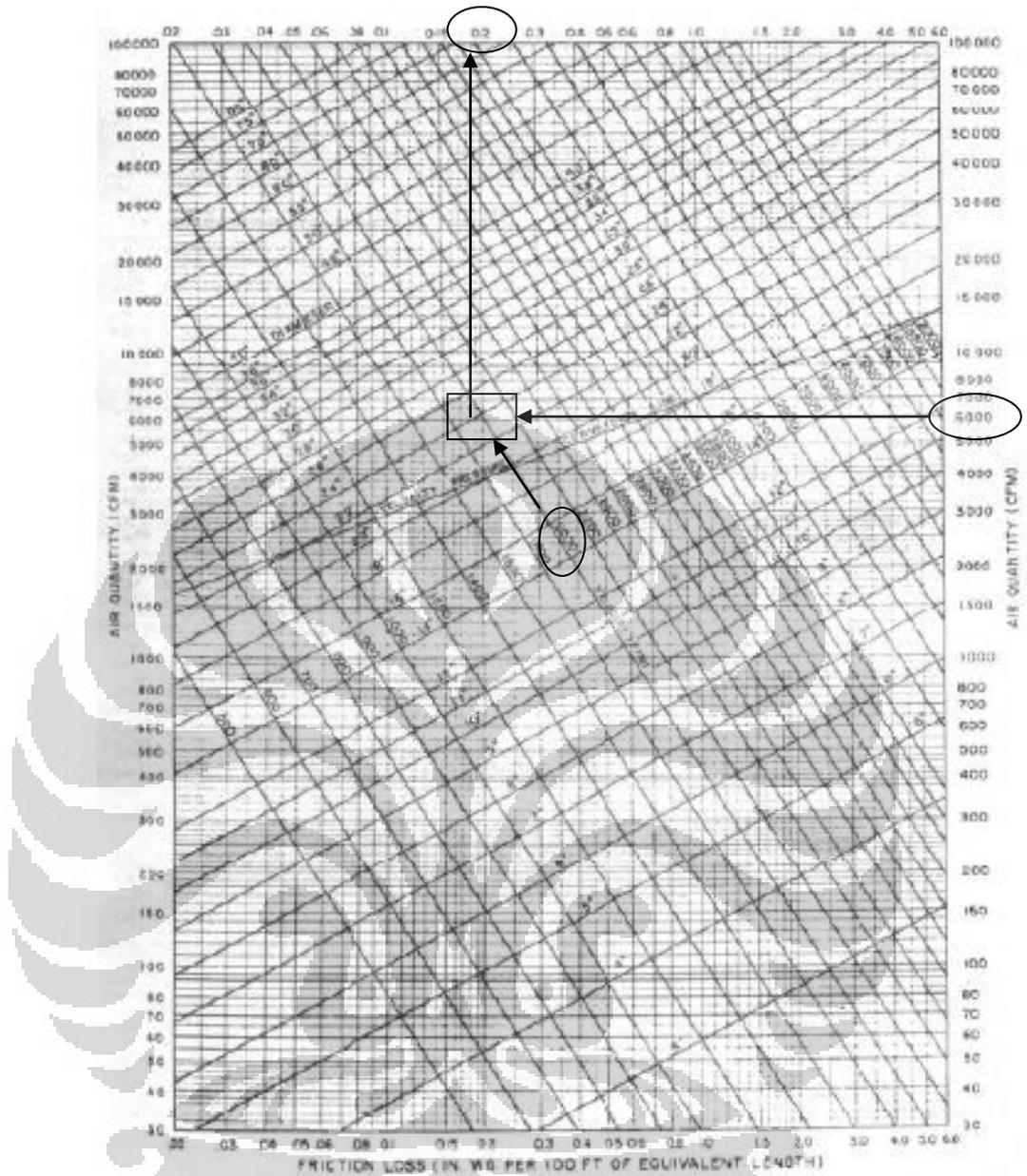
$$V = 2000 \text{ FPM}$$

$$\text{Maka didapatkan } A = 3 \text{ ft}^2$$

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 6000 CFM adalah 26" x 18". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

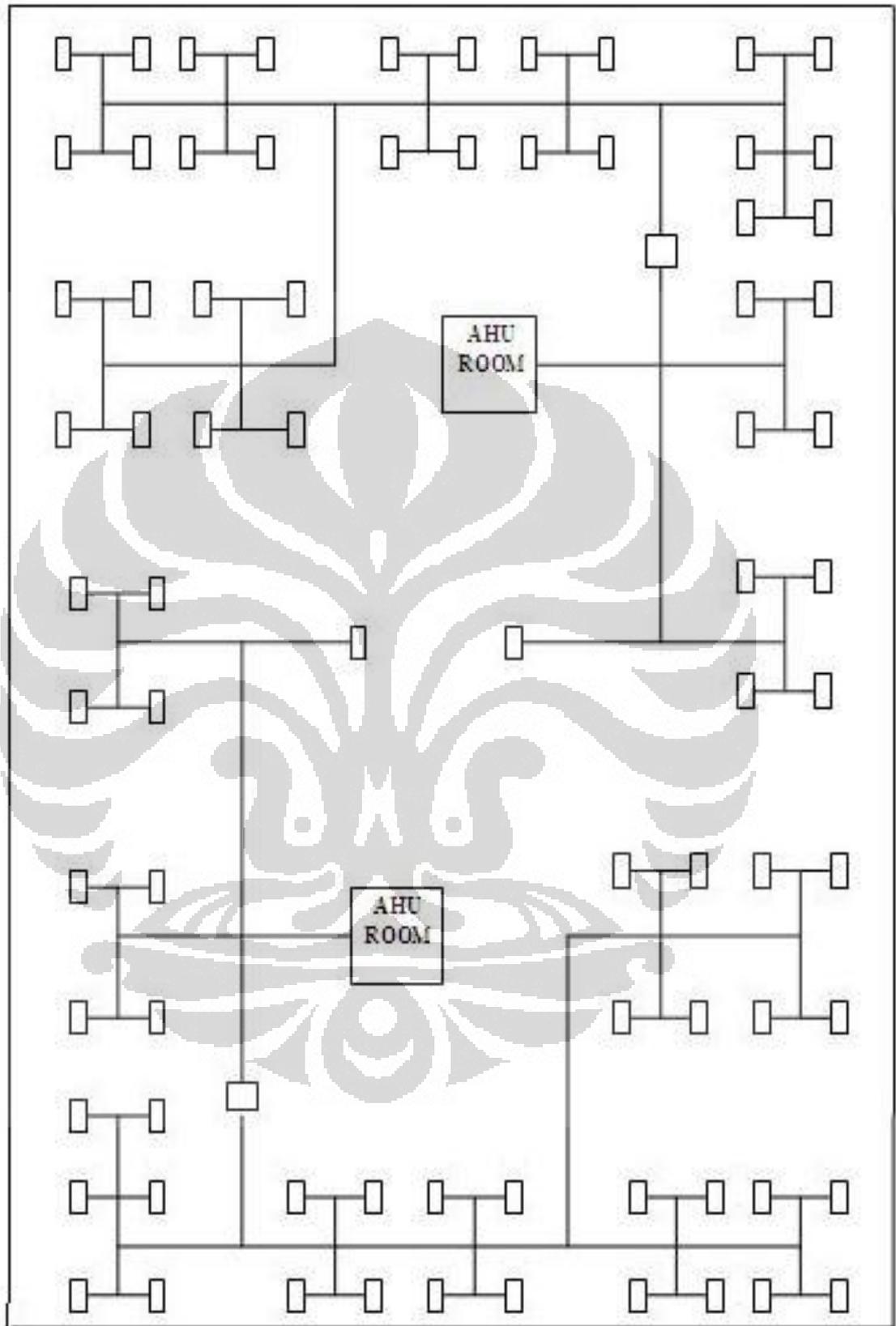
Tabel 4.9. Ukuran *ducting* lantai 6-25

SIZE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in.																
10	39	9.9	53	12.8	81	18.7	109	24.1	138	28.3	167	37.5						
12	45	11.1	62	15.7	91	20.3	121	27.1	152	33.3	183	41.5						
14	52	12.8	73	18.5	104	23.6	136	30.7	169	38.6	202	47.6						
16	59	14.6	84	21.3	117	26.0	150	34.1	184	42.1	218	51.1						
18	65	16.3	94	23.9	130	28.5	164	37.5	200	46.7	234	55.6						
20	72	18.1	104	26.5	142	31.2	177	40.1	210	49.2	249	59.1						
22	79	19.9	115	29.1	155	33.7	195	42.6	221	51.7	260	61.6						
24	86	21.7	126	31.7	167	36.1	207	45.1	232	54.2	271	64.1						
26	93	23.5	137	34.3	180	38.6	224	47.6	244	56.7	282	66.6						
28	100	25.3	148	36.9	193	41.1	241	50.1	256	59.2	293	69.1						
30	107	27.1	159	39.5	206	43.6	258	52.6	268	61.7	304	71.6						
32	114	28.9	170	42.1	219	46.1	275	55.1	280	64.2	315	74.1						
34	121	30.7	181	44.7	232	48.6	292	57.6	292	66.7	326	76.6						
36	128	32.5	192	47.3	245	51.1	309	60.1	304	69.2	337	79.1						
38	135	34.3	203	49.9	258	53.6	326	62.6	316	71.7	348	81.6						
40	142	36.1	214	52.5	271	56.1	343	65.1	328	74.2	359	84.1						
42	149	37.9	225	55.1	284	58.6	360	67.6	340	76.7	370	86.6						
44	156	39.7	236	57.7	297	61.1	377	70.1	352	79.2	381	89.1						
46	163	41.5	247	60.3	310	63.6	394	72.6	364	81.7	392	91.6						
48	170	43.3	258	62.9	323	66.1	411	75.1	376	84.2	403	94.1						
50	177	45.1	269	65.5	336	68.6	428	77.6	388	86.7	414	96.6						
52	184	46.9	280	68.1	349	71.1	445	80.1	400	89.2	425	99.1						
54	191	48.7	291	70.7	362	73.6	462	82.6	412	91.7	436	101.6						
56	198	50.5	302	73.3	375	76.1	479	85.1	424	94.2	447	104.1						
58	205	52.3	313	75.9	388	78.6	496	87.6	436	96.7	458	106.6						
60	212	54.1	324	78.5	401	81.1	513	90.1	448	99.2	469	109.1						
62	219	55.9	335	81.1	414	83.6	530	92.6	460	101.7	480	111.6						
64	226	57.7	346	83.7	427	86.1	547	95.1	472	104.2	491	114.1						
66	233	59.5	357	86.3	440	88.6	564	97.6	484	106.7	502	116.6						
68	240	61.3	368	88.9	453	91.1	581	100.1	496	109.2	513	119.1						
70	247	63.1	379	91.5	466	93.6	598	102.6	508	111.7	524	121.6						
72	254	64.9	390	94.1	479	96.1	615	105.1	520	114.2	535	124.1						
74	261	66.7	401	96.7	492	98.6	632	107.6	532	116.7	546	126.6						
76	268	68.5	412	99.3	505	101.1	649	110.1	544	119.2	557	129.1						
78	275	70.3	423	101.9	518	103.6	666	112.6	556	121.7	568	131.6						
80	282	72.1	434	104.5	531	106.1	683	115.1	568	124.2	579	134.1						
82	289	73.9	445	107.1	544	108.6	700	117.6	580	126.7	590	136.6						
84	296	75.7	456	109.7	557	111.1	717	120.1	592	129.2	601	139.1						
86	303	77.5	467	112.3	570	113.6	734	122.6	604	131.7	612	141.6						
88	310	79.3	478	114.9	583	116.1	751	125.1	616	134.2	623	144.1						
90	317	81.1	489	117.5	596	118.6	768	127.6	628	136.7	634	146.6						
92	324	82.9	500	120.1	609	121.1	785	130.1	640	139.2	645	149.1						
94	331	84.7	511	122.7	622	123.6	802	132.6	652	141.7	656	151.6						
96	338	86.5	522	125.3	635	126.1	819	135.1	664	144.2	667	154.1						
98	345	88.3	533	127.9	648	128.6	836	137.6	676	146.7	678	156.6						
100	352	90.1	544	130.5	661	131.1	853	140.1	688	149.2	689	159.1						
102	359	91.9	555	133.1	674	133.6	870	142.6	700	151.7	700	161.6						
104	366	93.7	566	135.7	687	136.1	887	145.1	712	154.2	711	164.1						
106	373	95.5	577	138.3	700	138.6	904	147.6	724	156.7	722	166.6						
108	380	97.3	588	140.9	713	141.1	921	150.1	736	159.2	733	169.1						
110	387	99.1	599	143.5	726	143.6	938	152.6	748	161.7	744	171.6						
112	394	100.9	610	146.1	739	146.1	955	155.1	760	164.2	755	174.1						
114	401	102.7	621	148.7	752	148.6	972	157.6	772	166.7	766	176.6						
116	408	104.5	632	151.3	765	151.1	989	160.1	784	169.2	777	179.1						
118	415	106.3	643	153.9	778	153.6	1006	162.6	796	171.7	788	181.6						
120	422	108.1	654	156.5	791	156.1	1023	165.1	808	174.2	799	184.1						
122	429	109.9	665	159.1	804	158.6	1040	167.6	820	176.7	810	186.6						
124	436	111.7	676	161.7	817	161.1	1057	170.1	832	179.2	821	189.1						
126	443	113.5	687	164.3	830	163.6	1074	172.6	844	181.7	832	191.6						
128	450	115.3	698	166.9	843	166.1	1091	175.1	856	184.2	843	194.1						
130	457	117.1	709	169.5	856	168.6	1108	177.6	868	186.7	854	196.6						
132	464	118.9	720	172.1	869	171.1	1125	180.1	880	189.2	865	199.1						
134	471	120.7	731	174.7	882	173.6	1142	182.6	892	191.7	876	201.6						
136	478	122.5	742	177.3	895	176.1	1159	185.1	904	194.2	887	204.1						
138	485	124.3	753	180.0	908	178.6	1176	187.6	916	196.7	898	206.6						
140	492	126.1	764	182.6	921	181.1	1193	190.1	928	199.2	909	209.1						
142	499	127.9	775	185.2	934	183.6	1210	192.6	940	201.7	920	211.6						
144	506	129.7	786	187.8	947	186.1	1227	195.1	952	204.2	931	214.1						
146	513	131.5	797	190.4	960	188.6	1244	197.6	964	206.7	942	216.6						
148	520	133.3	808	193.0	973	191.1	1261	200.1	976	209.2	953	219.1						
150	527	135.1	819	195.6	986	193.6	1278	202.6	988	211.7	964	221.6						
152	534	136.9	830	198.2	999	196.1	1295	205.1	1000	214.2	975	224.1						
154	541	138.7	841	200.8	1012	198.6	1312	207.6	1012	216.7	986	226.6						
156	548	140.5	852	203.4	1025	201.1	1329	210.1	1024	219.2	997	229.1						
158	555	142.3	863	206.0	1038	203.6	1346	212.6	1036	221.7	1008	231.6						
160	562	144.1	874	208.6	1051	206.1	1363	215.1	1048	224.2	1019	234.1						
162	569	145.9	885	211.2	1064	208.6	1380	217.6	1060	226.7	1030	236.6						
164	576	147.7	896	213.8	1077	211.1	1397	220.1	1072	229.2	1041	239.1						
166	583	149.5	907	216.4	1090	213.6	1414	222.6	1084	231.7	1052	241.6						
168	590	151.3	918	219.0	1103	216.1	1431	225.1	1096	234.2	1063	244.1						
170	597	153.1	929	221.6	1116	218.6	1448	227.6	1108	236.7	1074	246.6						
172	604	154.9	940	224.2	1129	221.1	1465	230.1	1120	239.2	1085	249.1						
174	611	156.7	951	226.8	1142	223.6	1482	232.6	1132	241.7	1096	251.6						
176	618	158.5	962	229.4	1155	226.1	1499	235.1	1144	244.2	1107	254.1						
178	625																	



**Gambar 4.9.** Chart kerugian gesekan lantai 6-25

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai 6-25 adalah sebesar 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran ducting dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap diffuser adalah sebesar 150 CFM. Desain perancangan dari sistem *ducting* pada lantai 6-25 dan ukurannya bisa dilihat seperti gambar berikut:



**Gambar 4.10.** Desain *ducting* lantai 6-25

**Tabel 4.10.** Ukuran detail *ducting* lantai 6-25

<b>Lantai 6-25</b>		
AHU 1 & AHU 2	Untuk laju aliran = 6000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
1	4650	22 x 18
2	4500	24 x 16
3	3600	20 x 16
4	3000	20 x 14
5	2400	20 x 12
6	1200	14 x 10
7	900	14 x 8
8	750	12 x 8
9	600	10 x 8
10	300	8 x 8
11	150	6 x 6

#### 4.1.5 Laju Aliran Udara dan Kerugian Gesek Pada Lantai Atap

Dengan data perancangan yang telah disebutkan dan juga rumus dalam menghitung banyaknya udara, maka perhitungan untuk mendapatkan laju aliran udara pada lantai atap adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bersih lantai atap} &= \text{Luas lantai atap} - \text{Luas pemakaian} \\
 &= 1268,71 - 264,87 \\
 &= 1003,84 \text{ m}^2 \\
 &= 10801,32 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju aliran udara} &= 10801,32 \text{ ft}^2 \times 1,1 \text{ CFM/ft}^2 \\
 &= 11881,45 \text{ CFM} \\
 &= 12000 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Karena perancangan sistem *ducting* pada lantai atap ini menggunakan 2 *AHU room* dimana masing-masing *AHU room* terdapat 1 *AHU* dan luas bersih atau daerah penyebaran dari masing-masing *AHU* sama, maka laju aliran udara pada lantai atap dibagi menjadi 2 yaitu untuk masing-masing *AHU* memiliki laju aliran udara sebesar 6000 CFM.

Setelah diketahui masing-masing kapasitas dari *AHU* , maka kita menghitung luas dari *ducting* tersebut sebagai berikut :

$$Q = 6000 \text{ CFM}$$

$V = 2000 \text{ FPM}$

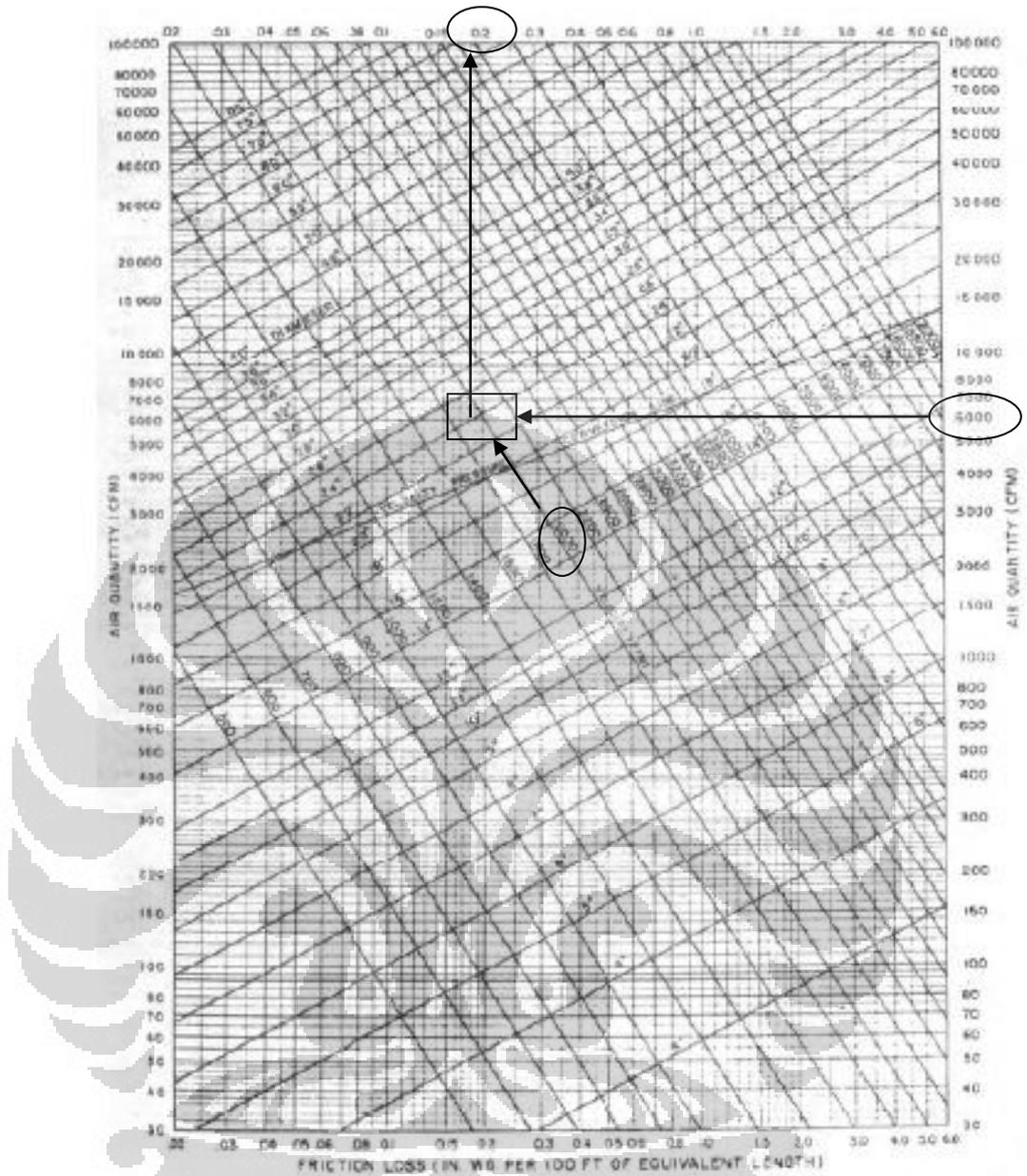
Maka didapatkan  $A = 3 \text{ ft}^2$

dengan melihat pada tabel ukuran *ducting* maka didapatkanlah ukuran *ducting* dengan kapasitas 6000 CFM adalah 26" x 18". Berikut adalah tabel untuk menentukan ukuran *ducting* :

**Tabel 4.11.** Ukuran *ducting* lantai atap

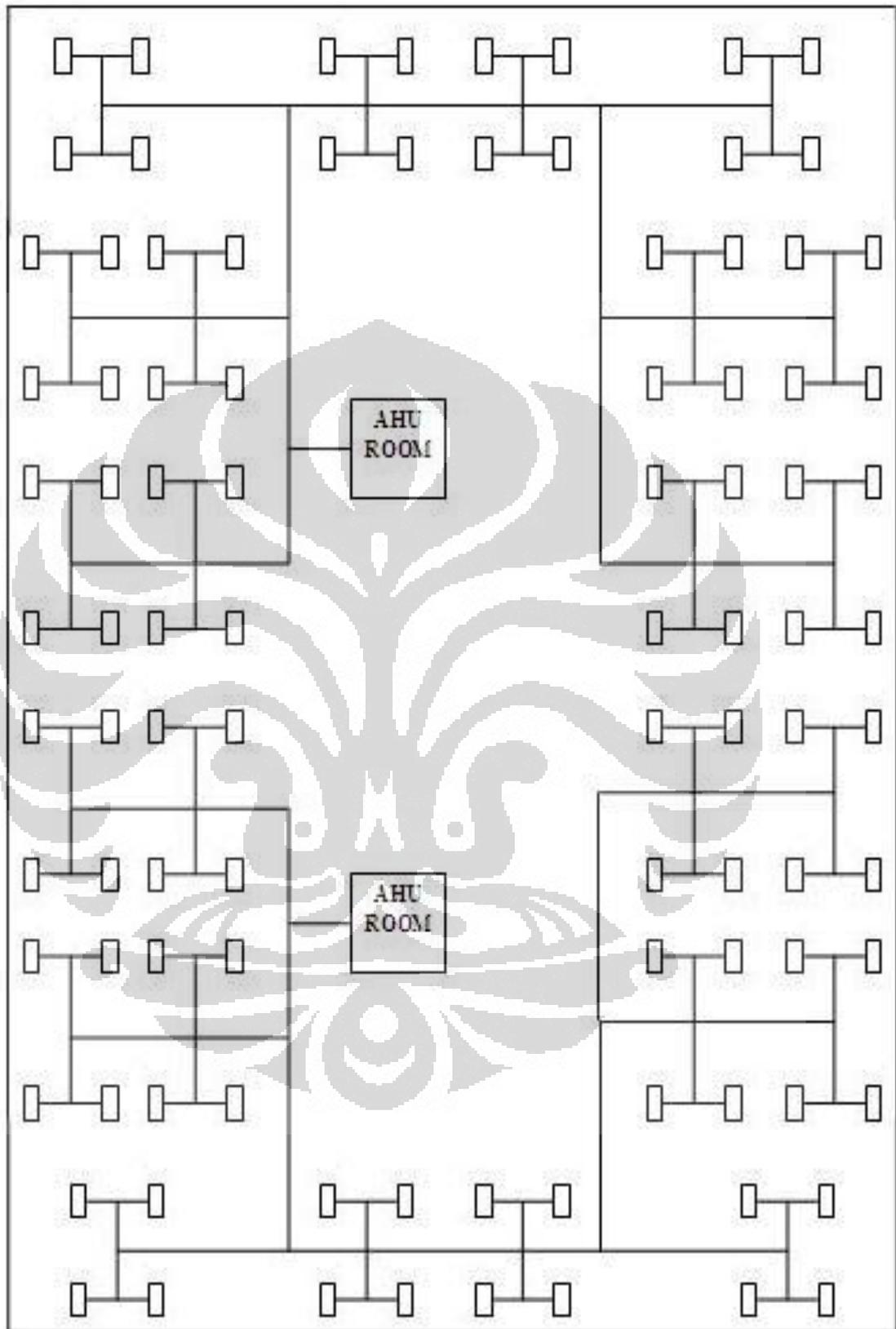
SIZE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diain in																
10	39	6.4	52	6.8	63	7.3	75	8.3	87	9.1	99	10.3	111	11.3	123	12.7	135	13.7
12	45	6.7	60	7.1	72	8.1	84	9.1	96	10.1	108	11.1	120	12.1	132	13.1	144	14.1
14	53	6.9	72	7.5	87	9.5	102	10.5	117	11.5	132	12.5	147	13.5	162	14.5	177	15.5
16	59	7.4	81	8.1	99	10.1	117	12.1	135	13.1	153	15.1	171	16.1	189	18.1	207	19.1
18	65	7.7	91	8.5	111	10.5	131	12.5	151	13.5	171	15.5	191	16.5	211	18.5	231	19.5
20	72	8.0	99	8.9	123	11.1	144	13.1	165	14.5	186	16.5	207	17.5	228	19.5	249	20.5
22	78	8.3	108	9.3	135	11.5	156	13.5	177	14.5	199	17.5	221	18.5	243	20.5	265	21.5
24	84	8.7	117	9.7	147	12.1	168	14.1	189	15.1	210	18.1	231	19.1	252	21.1	273	22.1
26	89	9.0	126	10.1	159	12.5	180	14.5	201	15.5	221	18.5	243	19.5	264	21.5	285	22.5
28	95	9.3	135	10.5	171	13.1	192	15.1	213	16.1	231	19.1	253	20.1	273	22.1	294	23.1
30	101	9.6	144	10.9	183	13.5	204	15.5	225	16.5	243	19.5	264	20.5	285	22.5	306	23.5
32	107	9.9	153	11.3	195	14.1	216	16.1	237	17.1	255	20.1	276	21.1	297	23.1	318	24.1
34	113	10.2	162	11.7	207	14.5	228	16.5	249	17.5	267	20.5	288	21.5	309	23.5	330	24.5
36	118	10.5	171	12.1	219	15.1	240	17.1	261	18.1	279	21.1	299	22.1	321	24.1	342	25.1
38	125	10.8	179	12.5	231	15.5	252	17.5	273	18.5	291	21.5	311	22.5	333	24.5	354	25.5
40	131	11.1	188	12.9	243	16.1	264	18.1	285	19.1	303	22.1	323	23.1	345	25.1	366	26.1
42	137	11.4	197	13.3	255	16.5	276	18.5	297	19.5	315	22.5	335	23.5	357	25.5	378	26.5
44	143	11.7	206	13.7	267	17.1	288	19.1	309	20.1	327	23.1	347	24.1	369	26.1	390	27.1
46	149	12.0	215	14.1	279	17.5	300	19.5	321	20.5	339	23.5	359	24.5	381	26.5	402	27.5
48	154	12.3	224	14.5	291	18.1	312	20.1	333	21.1	351	24.1	371	25.1	393	27.1	414	28.1
50	160	12.6	233	14.9	303	18.5	324	20.5	345	21.5	363	24.5	383	25.5	405	27.5	426	28.5
52	166	12.9	242	15.3	315	19.1	336	21.1	357	22.1	375	25.1	395	26.1	417	28.1	438	29.1
54	172	13.2	251	15.7	327	19.5	348	21.5	369	22.5	387	25.5	407	26.5	429	28.5	450	29.5
56	178	13.5	260	16.1	339	20.1	360	22.1	381	23.1	399	26.1	419	27.1	441	29.1	462	30.1
58	184	13.8	269	16.5	351	20.5	372	22.5	393	23.5	411	26.5	431	27.5	453	29.5	474	30.5
60	190	14.1	278	16.9	363	21.1	384	23.1	405	24.1	423	27.1	443	28.1	465	30.1	486	31.1
62	196	14.4	287	17.3	375	21.5	396	23.5	417	24.5	435	27.5	455	28.5	477	30.5	500	31.5
64	202	14.7	296	17.7	387	22.1	408	24.1	429	25.1	447	28.1	467	29.1	489	31.1	512	32.1
66	208	15.0	305	18.1	399	22.5	420	24.5	441	25.5	459	28.5	479	29.5	501	31.5	524	32.5
68	214	15.3	314	18.5	411	23.1	432	25.1	453	26.1	471	29.1	491	30.1	513	32.1	536	33.1
70	220	15.6	323	18.9	423	23.5	444	25.5	465	26.5	483	29.5	503	30.5	525	32.5	548	33.5
72	226	15.9	332	19.3	435	24.1	456	26.1	477	27.1	495	30.1	515	31.1	537	33.1	560	34.1
74	232	16.2	341	19.7	447	24.5	468	26.5	489	27.5	507	30.5	527	31.5	549	33.5	572	34.5
76	238	16.5	350	20.1	459	25.1	480	27.1	501	28.1	519	31.1	539	32.1	561	34.1	584	35.1
78	244	16.8	359	20.5	471	25.5	492	27.5	513	28.5	531	31.5	551	32.5	573	34.5	596	35.5
80	250	17.1	368	20.9	483	26.1	504	28.1	525	29.1	543	32.1	563	33.1	585	35.1	608	36.1
82	256	17.4	377	21.3	495	26.5	516	28.5	537	29.5	555	32.5	575	33.5	597	35.5	620	36.5
84	262	17.7	386	21.7	507	27.1	528	29.1	549	30.1	567	33.1	587	34.1	609	36.1	632	37.1
86	268	18.0	395	22.1	519	27.5	540	29.5	561	30.5	579	33.5	600	34.5	621	36.5	644	37.5
88	274	18.3	404	22.5	531	28.1	552	30.1	573	31.1	591	34.1	612	35.1	633	37.1	656	38.1
90	280	18.6	413	22.9	543	28.5	564	30.5	585	31.5	603	34.5	624	35.5	645	37.5	668	38.5
92	286	18.9	422	23.3	555	29.1	576	31.1	597	32.1	615	35.1	636	36.1	657	38.1	680	39.1
94	292	19.2	431	23.7	567	29.5	588	31.5	609	32.5	627	35.5	648	36.5	669	38.5	702	39.5
96	298	19.5	440	24.1	579	30.1	600	32.1	621	33.1	639	36.1	660	37.1	681	39.1	714	40.1
98	304	19.8	449	24.5	591	30.5	612	32.5	633	33.5	651	36.5	672	37.5	693	39.5	726	40.5
100	310	20.1	458	24.9	603	31.1	624	33.1	645	34.1	663	37.1	684	38.1	705	40.1	738	41.1
102	316	20.4	467	25.3	615	31.5	636	33.5	657	34.5	675	37.5	696	38.5	717	40.5	750	41.5
104	322	20.7	476	25.7	627	32.1	648	34.1	669	35.1	687	38.1	708	39.1	729	41.1	762	42.1
106	328	21.0	485	26.1	639	32.5	660	34.5	681	35.5	700	38.5	720	39.5	741	41.5	774	42.5
108	334	21.3	494	26.5	651	33.1	672	35.1	693	36.1	712	39.1	732	40.1	753	42.1	786	43.1
110	340	21.6	503	26.9	663	33.5	684	35.5	705	36.5	724	39.5	744	40.5	765	42.5	798	43.5
112	346	21.9	512	27.3	675	34.1	696	36.1	717	37.1	736	40.1	756	41.1	777	43.1	810	44.1
114	352	22.2	521	27.7	687	34.5	708	36.5	729	37.5	748	40.5	768	41.5	789	43.5	822	44.5
116	358	22.5	530	28.1	699	35.1	720	37.1	741	38.1	760	41.1	780	42.1	801	44.1	834	45.1
118	364	22.8	539	28.5	711	35.5	732	37.5	753	38.5	772	41.5	792	42.5	813	44.5	846	45.5
120	370	23.1	548	28.9	723	36.1	744	38.1	765	39.1	784	42.1	804	43.1	825	45.1	858	46.1
122	376	23.4	557	29.3	735	36.5	756	38.5	777	39.5	796	42.5	816	43.5	837	45.5	870	46.5
124	382	23.7	566	29.7	747	37.1	768	39.1	789	40.1	808	43.1	828	44.1	849	46.1	882	47.1
126	388	24.0	575	30.1	759	37.5	780	39.5	801	40.5	820	43.5	840	44.5	861	46.5	894	47.5
128	394	24.3	584	30.5	771	38.1	792	40.1	813	41.1	832	44.1	852	45.1	873	47.1	906	48.1
130	400	24.6	593	30.9	783	38.5	804	40.5	825	41.5	844	44.5	864	45.5	885	47.5	918	48.5
132	406	24.9	602	31.3	795	39.1	816	41.1	837	42.1	856	45.1	876	46.1	897	48.1	930	49.1
134	412	25.2	611	31.7	807	39.5	828	41.5	849	42.5	868	45.5	888	46.5	909	48.5	942	49.5
136	418	25.5	620	32.1	819	40.1	840	42.1	861	43.1	880	46.1	900	47.1	921	49.1	954	50.1
138	424	25.8	629	32.5	831	40.5	852	42.5	873	43.5	892	46.5	912	47.5	933	49.5	966	50.5
140	430	26.1	638	32.9	843	41.1	864	43.1	885	44.1	904	47.1	924	48.1	945	50.1	978	51.1
142	436	26.4	647	33.3	855	41.5	876	43.5	897	44.5	916	47.5	936	48.5	957	50.5	990	51.5
144	442	26.7	656	33.7	867	42.1	888	44.1	909	45.1	928	48.1	948	49.1	969	51.1	1002	52.1

Langkah selanjutnya adalah menghitung kerugian gesek untuk lantai atap, seperti yang ditunjukkan oleh *chart* kerugian gesek ini dengan memplotkan banyaknya udara (CFM) dan kecepatan (FPM) :



**Gambar 4.11.** Chart kerugian gesekan lantai atap

Dari *chart* kerugian gesek di atas, maka didapatkan kerugian gesek pada lantai atap adalah sebesar 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length. Dengan begitu ukuran *ducting* dari cabangnya pun bisa diketahui berdasarkan kerugian gesek tersebut dengan laju aliran udara pada setiap *diffuser* adalah sebesar 125 CFM. Desain perancangan dari sistem *ducting* pada lantai atap dan ukurannya bisa dilihat seperti gambar berikut:



**Gambar 4.12.** Desain *ducting* lantai atap

**Tabel 4.12.** Ukuran detail *ducting* lantai atap

<b>Lantai atap</b>		
AHU 1 & AHU 2	Untuk laju aliran = 6000 CFM	
	Kerugian gesek = 0,2 in. WG/100 ft of equivalent length	
Nomor	Laju aliran udara (CFM)	Ukuran (inchi)
1	5000	26 x 16
2	4000	30 x 12
3	3500	22 x 14
4	3000	20 x 14
5	2500	34 x 8
6	2000	28 x 8
7	1000	22 x 6
8	500	12 x 6
9	250	8 x 8
10	125	6 x 6

#### 4.2 Menentukan Ukuran *Ducting*

Setelah hasil perhitungan laju aliran udara dan kerugian gesek maka bisa didapatkanlah ukuran dari *ducting* dan cabangnya pada setiap lantai dengan mengacu pada garis vertikal yaitu garis yang menunjukkan kerugian gesek. Dengan menggunakan metode *Equal Friction* dimana dengan kecepatan maksimum untuk perkantoran umum (*general office*) yaitu sebesar 2000 [ft/min] untuk *supply ducting* utama (Carrier, Handbook of Air Conditioning System Design, hal 2-37) dengan nilai gesekannya sesuai dengan perhitungan diatas. Desain perancangan dari sistem *ducting* dan ukuran detailnya telah diberikan sebelumnya setelah mendapatkan laju aliran udara dan kerugian gesek pada setiap lantainya.

#### 4.3 Pemilihan *Air Handling Unit (AHU)*

Dari perhitungan diatas telah didapatkan hasil dari banyaknya udara masing-masing lantai. Untuk itu dari pemilihan *Air Handling Unit (AHU)* didapatkan dan dengan mengambil merk *Carrier* yang memiliki kapasitas yang sesuai. Dengan begitu dipilihlah :

- Untuk banyaknya udara(Q) sebesar 6000 CFM dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier*, model Aero 39L12.
- Untuk banyaknya udara(Q) sebesar 7000 CFM dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier*, model Aero 39L15.

- Untuk banyaknya udara(Q) sebesar 9000 CFM dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier*, model Aero 39L18.



**Gambar 4.13.** *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier* model Aero 39L

Dengan Pemilihan yang telah dilakukan, maka kebutuhan banyaknya udara dapat terpenuhi. Semakin banyak jumlah udara yang dibutuhkan maka semakin besar pula *Air Handling Unit (AHU)* yang akan dipilih agar dapat memenuhi kebutuhan udara. Perkembangan produk *Air Handling Unit (AHU)* sudah cukup banyak dan memiliki kapasitas yang besar sehingga kita dapat dengan mudah untuk memilihnya. Tetapi semakin besar *Air Handling Unit (AHU)* maka semakin besar pula biaya yang diperlukan untuk membelinya, selain itu biaya perawatannya pun juga harus diperhitungkan sebab jika terjadi kerusakan maka akan menambah biaya yang lebih besar lagi atau mungkin juga harus menggantinya.

## **BAB 5 PENUTUP**

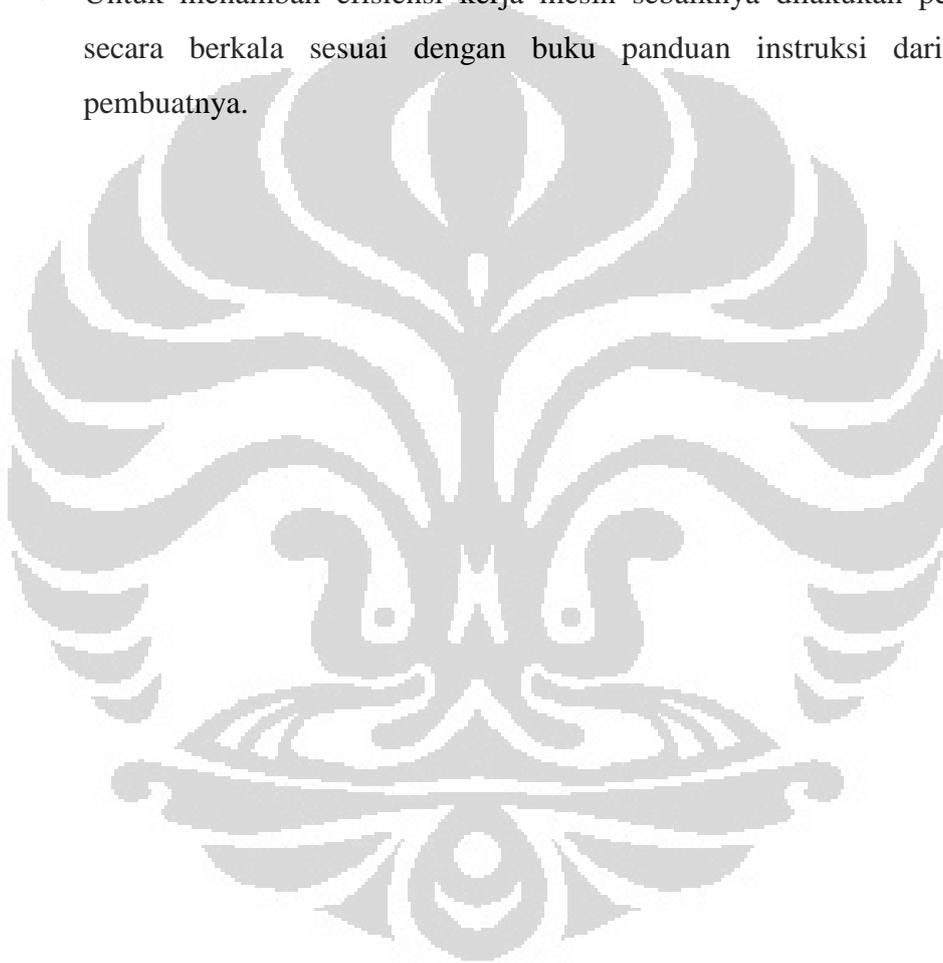
### **5.1 Kesimpulan**

Untuk memperoleh ruangan dengan suhu 25 °C dengan *Relative Humidity (RH)* sebesar 50% maka ditentukanlah / dipilih :

- Untuk lantai dasar dengan laju aliran udara sebesar **6000 CFM** pada masing-masing *Air Handling Unit (AHU)*, maka ukuran *ducting*nya adalah **26”x18”** dan dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier, model Aero 39L12*.
- Untuk lantai 2 dan lantai 3, 4, 5 :
  - untuk *Air Handling Unit (AHU)* pertama dengan laju aliran udara sebesar **7000 CFM**, maka ukuran *ducting*nya adalah **42”x14”** dan dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier, model Aero 39L15*.
  - untuk *Air Handling Unit (AHU)* kedua dengan laju aliran udara sebesar **9000 CFM**, maka ukuran *ducting*nya adalah **40”x18”** dan dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier, model Aero 39L18*.
- Untuk lantai 6-25 dengan laju aliran udara sebesar **6000 CFM** pada masing-masing *Air Handling Unit (AHU)*, maka ukuran *ducting*nya adalah **26”x18”** dan dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier, model Aero 39L12*.
- Untuk lantai atap dengan laju aliran udara sebesar **6000 CFM** pada masing-masing *Air Handling Unit (AHU)*, maka ukuran *ducting*nya adalah **26”x18”** dan dipilihlah *Air Handling Unit (AHU)* merk *Carrier, model Aero 39L12*.

## 5.2. Saran

- Dalam pemilihan *Air Handling Unit (AHU)* yang akan digunakan sebaiknya dipilih yang memiliki kapasitas yang sesuai dengan yang diinginkan dan jangan terlalu besar sebab memakan biaya yang juga besar.
- Pemilihan *Air Handling Unit (AHU)* sebaiknya harus yang mudah dicari suku cadangnya sesuai daerah tempat perusahaan itu berdiri serta jaringan distribusinya luas.
- Untuk menambah efisiensi kerja mesin sebaiknya dilakukan perawatan secara berkala sesuai dengan buku panduan instruksi dari pabrik pembuatnya.



## DAFTAR REFERENSI

1. ASHRAE Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineer, Atlanta. 1791.
2. Carrier Air Condition Company, Handbook of Air Conditioning System Design, Mc Graw-Hill book company. New York. 1965
3. [SNI 03-6390-2000 tentang Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung](#)
4. [SNI 03-6572-2001 tentang Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.](#)
5. Syarat-syarat teknik pekerjaan penambahan AC/tata udara gedung pimpinan Departemen Luar Negeri
6. *Designer's Guide to Ceiling-Based Air Diffusion*, ASHRAE, Inc., Atlanta, GA, USA, 2002
7. McGuinness, William J dan Benjamin Stein. *Mechanical and Electrical Equipment for Building* : fifth edition. John Wiley and Sons, Inc. 1971.
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_handler](http://en.wikipedia.org/wiki/Air_handler)
9. <http://product-image.tradeindia.com/00158971/S/0/Centrifugal-Blower.jpg>
10. [http://www.krazymarket.com/fileimg/t\\_20090128133919AHU-components-cooling-coil-.jpg](http://www.krazymarket.com/fileimg/t_20090128133919AHU-components-cooling-coil-.jpg)
11. [http://wb7.itrademarket.com/pdimage/39/491839\\_hepafilter.jpg](http://wb7.itrademarket.com/pdimage/39/491839_hepafilter.jpg)
12. <http://www.airguidemfg.com/template.htm>
13. [http://www.airguidemfg.com/template\\_copy\(1\).htm](http://www.airguidemfg.com/template_copy(1).htm)
14. <http://www.airguidemfg.com/gettingstarted.htm>
15. <http://www.buildingdesign.co.uk/complete-air-conditioning-systems-air-handling-units-manifold-pipework.htm>





**TABLE 6—DUCT DIMENSIONS, SECTION AREA, CIRCULAR EQUIVALENT DIAMETER,\* AND DUCT CLASS†**

SIDE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in.																
10	.39	8.4	.52	9.8	.65	10.9												
12	.45	9.1	.62	10.7	.77	11.9	.94	13.1										
14	.52	9.8	.72	11.5	.91	12.9	1.09	14.2	1.28	15.3								
16	.59	10.4	.81	12.2	1.02	13.7	1.24	15.1	1.45	16.3	1.67	17.5						
18	.66	11.0	.91	12.9	1.15	14.5	1.40	16.0	1.63	17.3	1.87	18.5	2.12	19.7				
20	.72	11.5	.99	13.5	1.26	15.2	1.54	16.8	1.81	18.2	2.07	19.5	2.34	20.7	2.61	21.9		
22	.78	12.0	1.08	14.1	1.38	15.9	1.69	17.6	1.99	19.1	2.27	20.4	2.57	21.7	2.84	22.9	3.17	24.1
24	.84	12.4	1.16	14.6	1.50	16.6	1.83	18.3	2.14	19.8	2.47	21.3	2.78	22.6	3.11	23.9	3.43	25.1
26	.89	12.8	1.26	15.2	1.61	17.2	1.97	19.0	2.31	20.6	2.66	22.1	3.01	23.5	3.35	24.8	3.71	26.1
28	.95	13.2	1.33	15.6	1.71	17.7	2.09	19.6	2.47	21.3	2.84	22.9	3.25	24.4	3.60	25.7	4.00	27.1
30	1.01	13.6	1.41	16.1	1.82	18.3	2.22	20.2	2.64	22.0	3.06	23.7	3.46	25.2	3.89	26.7	4.27	28.0
32	1.07	14.0	1.48	16.5	1.93	18.8	2.36	20.8	2.81	22.7	3.25	24.4	3.68	26.0	4.12	27.5	4.55	28.9
34	1.13	14.4	1.58	17.0	2.03	19.3	2.49	21.4	2.96	23.3	3.43	25.1	3.89	26.7	4.37	28.3	4.81	29.7
36	1.18	14.7	1.65	17.4	2.14	19.8	2.61	21.9	3.11	23.9	3.63	25.8	4.09	27.4	4.58	29.0	5.07	30.5
38	1.23	15.0	1.73	17.8	2.25	20.3	2.76	22.5	3.27	24.5	3.80	26.4	4.30	28.1	4.84	29.8	5.37	31.4
40	1.28	15.3	1.81	18.2	2.33	20.7	2.88	23.0	3.43	25.1	3.97	27.0	4.52	28.8	5.07	30.5	5.62	32.1
42	1.33	15.6	1.86	18.5	2.43	21.1	2.98	23.4	3.57	25.6	4.15	27.6	4.71	29.4	5.31	31.2	5.86	32.8
44	1.38	15.9	1.95	18.9	2.52	21.5	3.11	23.9	3.71	26.1	4.33	28.2	4.90	30.0	5.55	31.9	6.12	33.5
46	1.43	16.2	2.01	19.2	2.61	21.9	3.22	24.3	3.88	26.7	4.49	28.7	5.10	30.6	5.76	32.5	6.37	34.2
48	1.48	16.5	2.09	19.6	2.71	22.3	3.35	24.8	4.03	27.2	4.65	29.2	5.30	31.2	5.97	33.1	6.64	34.9
50			2.16	19.9	2.81	22.7	3.46	25.2	4.15	27.6	4.84	29.8	5.51	31.8	6.19	33.7	6.87	35.5
52			2.22	20.2	2.91	23.1	3.57	25.6	4.30	28.1	5.00	30.3	5.72	32.4	6.41	34.3	7.14	36.0
54			2.29	20.5	2.98	23.4	3.71	26.1	4.43	28.5	5.17	30.8	5.90	32.9	6.64	34.9	7.38	36.8
56			2.38	20.9	3.09	23.8	3.83	26.5	4.55	28.9	5.31	31.2	6.08	33.4	6.87	35.5	7.62	37.4
58			2.43	21.1	3.19	24.2	3.94	26.9	4.68	29.3	5.48	31.7	6.26	33.9	7.06	36.0	7.87	38.0
60			2.50	21.4	3.27	24.5	4.06	27.3	4.84	29.8	5.65	32.2	6.50	34.5	7.26	36.5	8.12	38.6
64			2.64	22.0	3.46	25.0	4.24	27.9	5.10	30.6	5.91	33.1	6.87	35.5	7.71	37.6	8.59	39.7
68					3.63	25.8	4.49	28.7	5.37	31.4	6.26	33.9	7.18	36.3	8.12	38.6	9.03	40.7
72					3.83	26.5	4.71	29.4	5.69	32.3	6.60	34.8	7.54	37.2	8.50	39.5	9.52	41.8
76					4.09	27.4	4.91	30.0	5.86	32.8	6.87	35.4	7.95	38.2	8.90	40.4	9.98	42.8
80					4.35	27.6	5.17	30.8	6.15	33.6	7.22	36.4	8.29	39.0	9.21	41.1	10.4	43.8
84							5.41	31.5	6.41	34.5	7.54	37.2	8.55	39.6	9.75	42.3	10.8	44.6
88							5.58	32.0	6.64	34.9	7.87	38.0	8.94	40.5	10.1	43.1	11.2	45.4
92							5.79	32.6	6.91	35.6	8.12	38.6	9.29	41.5	10.4	43.8	11.7	46.3
96							5.90	33.0	7.14	36.2	8.40	39.2	9.70	42.1	10.8	44.5	12.1	47.2
100									7.40	36.9	8.50	39.5	9.80	42.5	11.3	45.5	12.3	47.6
104									7.60	37.4	8.90	40.5	10.3	43.5	11.6	46.2	13.0	48.8
108									7.90	38.0	9.20	41.2	10.6	44.0	12.0	47.0	13.4	49.6
112									8.10	38.6	9.50	41.8	10.9	44.7	12.3	47.5	13.8	50.3
116											9.80	42.4	11.3	45.5	12.6	48.1	14.3	51.3
120											10.0	42.8	11.5	46.0	13.1	49.1	14.4	51.5
124											10.3	43.5	11.9	46.7	13.4	49.6	15.0	52.4
128											10.6	44.1	12.1	47.1	13.8	50.4	15.5	53.3
132													12.5	47.9	14.1	50.9	15.8	53.9
136													12.8	48.5	14.5	51.6	16.2	54.5
140													13.0	48.8	14.7	52.0	16.5	55.0
144													13.3	49.4	15.2	52.9	16.8	55.6

\*Circular equivalent diameter (d<sub>c</sub>). Calculated from d<sub>c</sub> = 1.3  $\frac{(ab)^{.5}}{(a+b)^{.25}}$

†Large numbers in table are duct class.

**TABLE 6. DUCT DIMENSIONS, SECTION AREA, CIRCULAR EQUIVALENT DIAMETER,\* AND DUCT CLASS† (Cont.)**

SIDE	24		26		28		30		32		34		36		38		40	
	Area sq ft	Diam in.																
10																		
12																		
14																		
16																		
18																		
20																		
22																		
24	3.74	26.2																
26	4.03	27.2	4.40	28.4														
28	4.33	28.2	4.74	29.5	5.10	30.6												
30	4.64	29.3	5.07	30.5	5.44	31.6	5.86	32.8										
32	4.94	30.1	5.37	31.4	5.79	32.5	6.23	33.8	6.68	35.0								
34	5.24	31.0	5.49	32.3	6.15	33.6	6.60	34.8	7.06	36.0	7.54	37.2						
36	5.58	32.0	5.94	33.0	6.52	34.5	6.99	35.8	7.46	37.0	7.95	38.2	8.46	39.4				
38	5.86	32.8	6.38	34.2	6.87	35.5	7.34	36.7	7.87	38.0	8.37	39.2	8.89	40.4	9.43	41.6		
40	6.15	33.6	6.71	35.1	7.22	36.4	7.71	37.6	8.29	39.0	8.81	40.2	9.34	41.4	9.89	42.6	10.5	43.8
42	6.45	34.4	7.03	35.9	7.58	37.3	8.12	38.6	8.68	39.9	9.21	41.1	9.80	42.4	10.4	43.6	11.0	44.8
44	6.75	35.2	7.34	36.7	7.91	38.1	8.50	39.5	9.07	40.8	9.61	42.0	10.3	43.4	10.8	44.6	11.4	45.8
46	7.03	35.9	7.63	37.4	8.25	38.9	8.85	40.3	9.40	41.7	10.1	43.0	10.7	44.3	11.3	45.6	11.9	46.8
48	7.30	36.6	7.95	38.2	8.59	39.7	9.25	41.2	9.89	42.6	10.5	43.9	11.1	45.2	11.8	46.5	12.4	47.8
50	7.58	37.3	8.25	38.9	8.90	40.4	9.61	42.0	10.3	43.5	10.9	44.8	11.6	46.1	12.2	47.4	13.0	48.8
52	7.87	38.0	8.55	39.6	9.25	41.2	9.98	42.8	10.7	44.3	11.4	45.7	12.1	47.1	12.7	48.3	13.5	49.7
54	8.16	38.7	8.85	40.3	9.61	42.0	10.4	43.6	11.0	45.0	11.8	46.5	12.6	48.0	13.2	49.2	14.0	50.6
56	8.42	39.3	9.16	41.0	9.94	42.7	10.7	44.3	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.8	13.7	50.1	14.5	51.5
58	8.63	39.8	9.48	41.7	10.3	43.4	11.0	45.0	11.8	46.6	12.6	48.1	13.4	49.6	14.2	51.0	15.0	52.4
60	8.89	40.4	9.75	42.3	10.5	44.0	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.9	13.8	50.4	14.6	51.8	15.5	53.3
64	9.43	41.6	10.3	43.5	11.2	45.4	12.1	47.2	12.9	48.7	13.8	50.4	14.7	52.0	15.5	53.4	16.5	55.0
68	9.98	42.8	10.9	44.7	11.8	46.6	12.8	48.4	13.7	50.2	14.6	51.8	15.6	53.5	16.5	55.0	17.5	56.6
72	10.4	43.8	11.5	45.9	12.4	47.8	13.5	49.7	14.4	51.5	15.4	53.2	16.4	54.9	17.4	56.5	18.3	58.0
76	10.8	44.9	12.0	47.0	13.1	49.0	14.1	50.8	15.1	52.7	16.2	54.6	17.3	56.3	18.3	57.9	19.3	59.5
80	11.5	46.0	12.6	48.0	13.7	50.1	14.7	52.0	15.8	53.9	17.0	55.8	18.1	57.6	19.2	59.3	20.3	61.0
84	12.0	46.9	13.2	49.2	14.3	51.1	15.4	53.2	16.5	55.0	17.7	57.0	18.9	58.9	20.1	60.7	21.2	62.4
88	12.5	47.9	13.7	50.1	14.8	52.2	16.1	54.3	17.3	56.3	18.5	58.2	19.7	60.1	20.9	62.0	22.1	63.7
92	12.9	48.7	14.2	51.1	15.5	53.4	16.7	55.4	18.0	57.4	19.2	59.4	20.5	61.3	21.8	63.2	23.0	65.0
96	13.3	49.5	14.8	52.2	15.9	54.0	17.2	56.2	18.6	58.5	19.7	60.2	21.1	62.2	22.7	64.5	24.0	66.3
100	13.9	50.6	15.0	52.5	16.7	55.3	17.9	57.3	19.2	59.4	20.6	61.5	21.6	63.0	23.4	65.5	24.8	67.5
104	14.6	51.8	15.8	53.9	17.1	56.0	18.6	58.5	19.9	60.5	21.4	62.6	22.7	64.5	24.1	66.5	25.6	68.5
108	14.8	52.1	16.2	54.6	17.6	56.8	19.2	59.4	20.5	61.4	22.0	63.5	23.5	65.7	24.8	67.5	26.5	69.7
112	15.1	52.7	16.8	55.5	18.3	58.0	19.7	60.1	21.1	62.3	22.5	64.3	24.5	67.0	25.7	68.7	27.1	70.5
116	15.8	53.9	17.3	56.4	18.9	58.9	20.3	61.1	22.0	63.6	23.5	65.7	24.8	67.5	26.2	69.4	28.1	71.9
120	16.2	54.6	17.8	57.1	19.4	59.6	20.9	62.0	22.7	64.5	24.2	66.7	26.1	69.2	27.2	70.6	29.0	73.0
124	16.6	55.2	18.4	58.1	19.8	60.3	21.6	63.0	23.2	65.4	25.2	68.0	26.5	69.8	28.2	71.9	29.8	74.0
128	17.1	56.0	18.8	58.8	20.3	61.1	22.3	64.0	23.7	66.0	25.6	68.6	27.3	70.8	28.7	72.6	30.2	74.5
132	17.4	56.5	19.3	59.5	20.8	61.8	22.6	64.4	24.5	67.0	26.3	69.5	28.2	72.0	29.8	74.0	32.0	76.6
136	17.9	57.3	19.7	60.2	21.4	62.7	23.0	65.0	25.1	67.9	26.9	70.3	28.7	72.6	30.5	74.8	32.6	77.3
140	18.5	58.2	20.3	61.0	22.3	64.0	24.1	66.5	25.9	69.0	27.5	71.1	29.4	73.5	31.5	76.0	33.4	78.3
144	18.8	58.7	20.6	61.5	22.7	64.5	24.8	67.5	26.3	69.5	28.2	72.0	29.9	74.1	32.0	76.6	34.0	79.0

\*Circular equivalent diameter (d<sub>c</sub>). Calculated from  $d_c = 1.3 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$

†Large numbers in table are duct class.

**TABLE 6. DUCT DIMENSIONS, SECTION AREA, CIRCULAR EQUIVALENT DIAMETER,\* AND DUCT CLASS† (Cont.)**

SIDE	42		44		46		48		50		52		54		56		58	
	Area sq ft	Diam in.																
42	11.5	45.9																
44	12.6	46.9	12.6	46.9														
46	12.5	47.9	13.1	49.1	13.8	50.3												
48	13.0	48.9	13.7	50.2	14.3	51.5	15.1	52.8										
50	13.5	49.8	14.3	51.2	14.9	52.3	15.7	53.6	16.3	54.7								
52	14.1	50.8	14.8	52.2	15.5	53.4	16.2	54.6	17.0	55.9	17.6	56.9						
54	14.4	51.8	15.4	53.2	16.1	54.3	16.8	55.6	17.6	56.8	18.3	57.9	19.2	59.4				
56	15.1	52.7	15.9	54.1	16.7	55.3	17.4	56.5	18.2	57.8	18.9	58.9	19.6	60.0	20.5	61.3		
58	15.7	53.7	16.5	55.0	17.2	56.2	18.0	57.5	18.8	58.8	19.6	60.0	20.4	61.2	21.1	62.3	22.0	63.5
60	16.2	54.6	17.0	55.9	17.8	57.1	18.6	58.3	19.5	59.9	20.3	61.0	21.1	62.2	21.8	63.3	22.5	64.3
64	17.2	56.4	18.1	57.7	19.0	59.0	19.8	60.3	20.7	61.6	21.6	62.9	22.4	64.1	23.2	65.3	24.4	66.9
68	18.3	58.0	19.3	59.5	20.1	60.8	21.1	62.1	22.0	63.4	22.9	64.8	23.8	66.1	24.7	67.3	25.5	68.4
72	19.4	59.6	20.3	61.1	21.4	62.6	22.2	63.9	23.1	65.2	24.2	66.5	25.1	67.9	26.1	69.2	27.1	70.5
76	20.4	61.2	21.4	62.7	22.4	64.1	23.4	65.6	24.3	67.0	25.3	68.4	26.4	69.8	27.5	71.0	28.9	72.8
80	21.4	62.7	22.4	64.1	23.5	65.7	24.6	67.2	25.7	68.7	26.8	70.1	28.1	71.8	28.8	72.7	30.1	74.3
84	22.4	64.1	23.5	65.7	24.7	67.3	25.8	68.8	26.9	70.3	28.1	71.8	29.1	73.1	30.2	74.5	31.5	76.0
88	23.3	65.4	24.5	67.0	25.7	68.7	26.9	70.3	28.1	71.8	29.4	73.4	30.6	74.0	31.7	76.3	32.7	77.5
92	24.3	66.8	25.6	68.5	26.8	70.1	28.1	71.8	29.3	73.3	30.6	74.9	31.9	76.5	33.1	77.9	34.3	79.2
96	25.2	68.0	26.7	70.0	27.4	71.1	29.4	73.5	30.3	74.5	31.8	76.4	33.2	78.0	33.9	78.9	35.7	80.9
100	26.0	69.1	27.1	70.5	29.0	72.9	30.2	74.5	31.4	76.1	32.7	77.5	33.8	78.7	35.5	80.7	36.6	82.0
104	27.1	70.5	28.4	72.3	29.4	74.0	31.1	75.5	32.7	77.5	34.0	79.0	35.8	81.0	37.1	82.5	38.5	84.1
108	28.0	71.7	29.5	73.6	30.6	74.9	32.3	77.0	33.3	78.2	35.3	80.5	36.4	82.0	38.5	84.0	39.8	85.5
112	29.2	73.2	30.3	74.5	31.9	76.5	33.1	78.0	34.9	80.0	36.4	83.0	38.0	83.5	39.8	85.5	40.8	86.5
116	30.0	74.3	32.0	76.5	32.7	77.5	34.0	79.0	35.9	81.2	38.0	83.5	39.8	85.5	41.0	86.7	42.4	88.2
120	30.7	75.0	32.7	77.5	33.6	78.5	35.8	81.0	37.4	82.9	39.4	85.0	40.9	86.6	41.9	87.7	43.6	89.4
124	31.5	76.0	33.6	79.5	34.4	79.9	36.5	81.8	38.3	84.1	40.7	86.1	41.5	87.3	43.2	89.1	44.6	90.5
128	32.1	76.8	34.0	79.0	36.2	81.5	37.5	83.0	39.2	84.8	41.4	87.2	42.9	88.7	44.6	90.5	46.6	92.5
132	32.2	78.0	34.9	80.0	36.9	82.3	38.8	84.8	40.7	86.4	42.7	88.5	44.1	90.0	46.0	91.9	48.0	93.9
136	34.0	79.0	35.6	80.8	38.0	83.5	39.7	83.4	41.7	87.5	43.8	89.7	46.8	90.7	47.4	93.3	49.7	95.5
140	35.3	80.5	37.0	82.4	38.8	84.4	40.5	86.2	42.4	88.2	44.9	90.8	46.5	92.4	48.6	94.4	50.3	95.1
144	35.8	81.2	37.8	83.2	40.0	85.7	41.4	87.2	44.1	90.0	45.4	91.5	47.8	93.2	49.7	95.3	51.5	97.2

SIDE	60		64		68		72		76		80		84		88		92	
	Area sq ft	Diam in.																
60	33.5	85.7																
64	35.0	87.7	35.7	90.0														
68	36.5	89.7	38.3	92.1	39.7	94.4												
72	38.0	91.7	39.9	94.1	41.6	96.4	43.8	98.8										
76	39.5	93.6	41.6	96.1	43.5	98.4	45.7	100.9	47.7	103.3								
80	41.0	95.4	43.2	98.1	45.2	100.4	47.4	102.8	49.6	105.1	51.7	107.5						
84	42.5	97.2	44.8	99.9	47.0	102.4	49.2	104.8	51.4	107.2	53.7	110.6	56.0	115.0				
88	44.0	99.0	46.3	101.6	48.6	104.2	51.1	106.8	53.4	109.2	55.7	113.6	58.5	117.0	61.0	120.0		
92	45.6	100.8	47.9	103.4	50.3	106.0	52.9	108.7	55.3	111.2	57.7	115.6	60.1	119.8	62.7	122.8	65.1	126.5
96	47.0	102.4	49.8	105.3	52.1	107.9	54.6	110.5	57.5	113.4	59.8	117.8	62.9	121.6	65.5	124.6	68.5	129.0
100	48.4	103.9	51.2	107.0	53.9	109.2	56.3	112.1	59.2	115.1	61.9	119.6	65.3	123.4	68.5	126.4	71.5	131.0
104	49.8	105.4	52.8	108.6	55.7	110.8	58.1	113.8	61.1	116.8	64.1	121.2	67.5	125.0	70.5	129.0	74.5	134.0
108	51.2	106.9	54.4	110.2	57.5	112.4	60.5	115.4	63.5	118.4	66.5	123.2	70.5	127.0	73.5	131.0	77.5	136.0
112	52.6	108.4	56.0	111.8	59.9	114.0	63.9	117.0	66.9	120.0	70.9	125.0	74.9	129.0	77.9	133.0	81.5	139.0
116	54.0	110.0	57.6	113.4	62.3	115.6	66.3	118.6	69.3	121.6	73.3	127.0	77.3	131.0	80.3	135.0	84.5	141.0
120	55.4	111.6	59.2	115.0	64.7	117.2	68.7	120.2	71.7	123.2	75.7	129.0	79.7	133.0	82.7	137.0	87.5	144.0
124	56.8	113.2	60.8	116.6	67.1	118.8	71.1	121.8	74.1	124.8	78.1	131.0	82.1	135.0	85.1	139.0	90.5	147.0
128	58.2	114.8	62.4	118.2	69.5	120.4	73.5	123.4	76.5	126.4	80.5	133.0	84.5	137.0	87.5	141.0	93.5	150.0
132	59.6	116.4	64.0	119.8	71.9	122.0	75.9	125.0	78.9	128.0	82.9	135.0	86.9	139.0	90.5	145.0	96.5	153.0
136	61.0	118.0	65.6	121.4	74.3	123.6	78.3	126.6	81.3	130.0	85.3	137.0	89.3	141.0	93.5	149.0	100.5	156.0
140	62.4	119.6	67.2	123.0	76.7	125.2	80.7	128.2	83.7	131.6	87.7	139.0	91.7	143.0	95.5	151.0	104.5	159.0
144	63.8	121.2	68.8	124.6	79.1	126.8	83.1	130.8	86.1	133.2	90.1	141.0	94.1	145.0	98.5	153.0	108.5	162.0

\*Circular equivalent diameter (d.). Calculated from  $d_c = 1.3 \sqrt{\frac{ab}{a+b}}$

†Large numbers in table are duct class.

**TABLE 7—RECOMMENDED MAXIMUM DUCT VELOCITIES FOR LOW VELOCITY SYSTEMS (FPM)**

APPLICATION	CONTROLLING FACTOR NOISE GENERATION Main Ducts	CONTROLLING FACTOR—DUCT FRICTION			
		Main Ducts		Branch Ducts	
		Supply	Return	Supply	Return
Residences	600	1000	800	600	600
Apartments Hotel Bedrooms Hospital Bedrooms	1000	1500	1300	1200	1000
Private Offices Directors Rooms Libraries	1200	2000	1500	1600	1200
Theatres Auditoriums	800	1300	1100	1000	800
General Offices High Class Restaurants High Class Stores Banks	1500	2000	1500	1600	1200
Average Stores Cafeterias	1800	2000	1500	1600	1200
Industrial	2500	3000	1800	2200	1500

**TABLE 8—VELOCITY PRESSURES**

VELOCITY PRESSURE (in. wg.)	VELOCITY (Ft/Min)						
.01	400	.29	2150	.58	3050	1.28	4530
.02	565	.30	2190	.60	3100	1.32	4600
.03	695	.31	2230	.62	3150	1.36	4670
.04	800	.32	2260	.64	3200	1.40	4730
.05	895	.33	2300	.66	3250	1.44	4800
.06	980	.34	2330	.68	3300	1.48	4870
.07	1060	.35	2370	.70	3350	1.52	4930
.08	1130	.36	2400	.72	3390	1.56	5000
.09	1200	.37	2440	.74	3440	1.60	5060
.10	1270	.38	2470	.76	3490	1.64	5120
.11	1330	.39	2500	.78	3530	1.68	5190
.12	1390	.40	2530	.80	3580	1.72	5250
.13	1440	.41	2560	.82	3620	1.76	5310
.14	1500	.42	2590	.84	3670	1.80	5370
.15	1550	.43	2620	.86	3710	1.84	5430
.16	1600	.44	2650	.88	3750	1.88	5490
.17	1650	.45	2680	.90	3790	1.92	5550
.18	1700	.46	2710	.92	3840	1.96	5600
.19	1740	.47	2740	.94	3880	2.00	5660
.20	1790	.48	2770	.96	3920	2.04	5710
.21	1830	.49	2800	.98	3960	2.08	5770
.22	1880	.50	2830	1.00	4000	2.12	5830
.23	1920	.51	2860	1.04	4080	2.16	5880
.24	1960	.52	2880	1.08	4160	2.20	5940
.25	2000	.53	2910	1.12	4230	2.24	5990
.26	2040	.54	2940	1.16	4310	2.28	6040
.27	2080	.55	2970	1.20	4380		
.28	2120	.56	2990	1.24	4460		

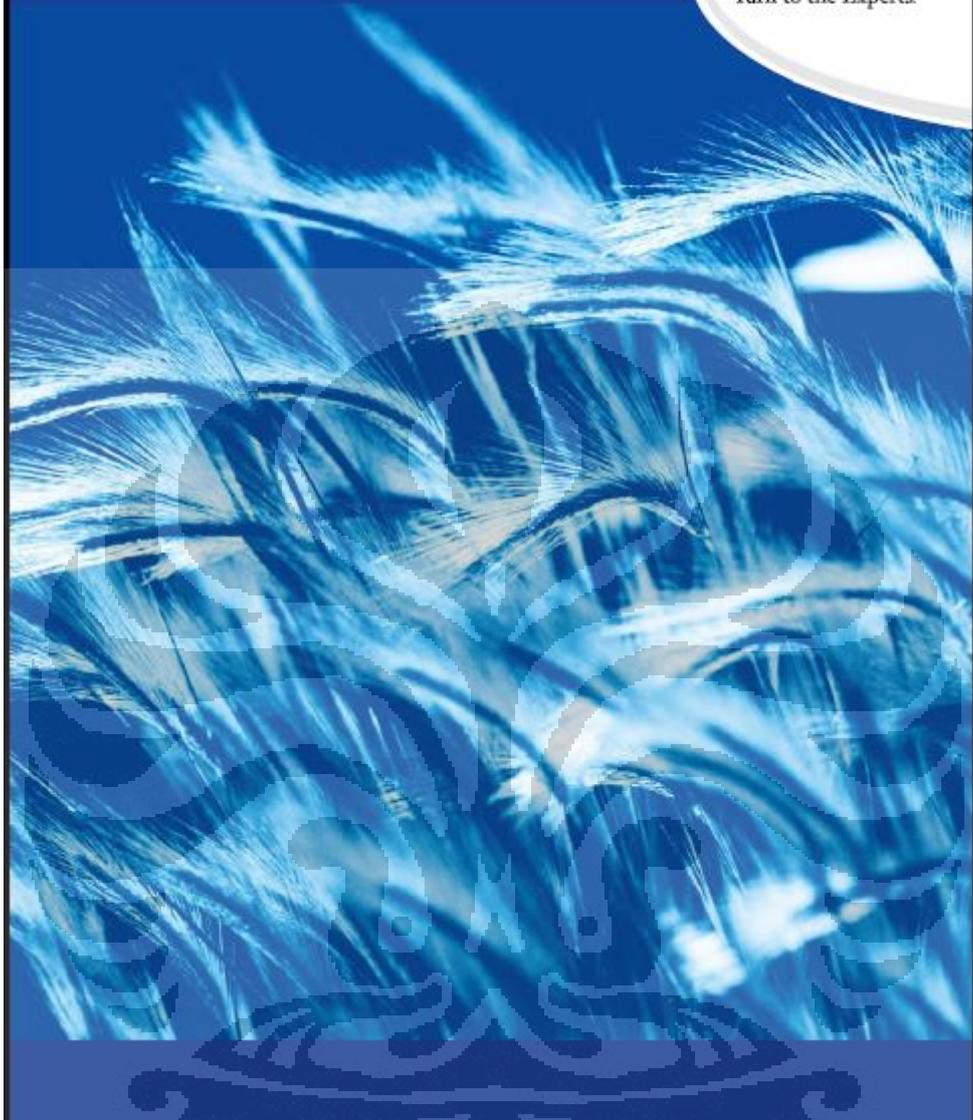
NOTES: 1. Data for standard air (29.92 in. Hg and 70 F)

2. Data derived from the following equation:

$$h_v = \left( \frac{V}{4005} \right)^2 \quad \text{where: } V = \text{velocity in fpm.}$$

$h_v = \text{pressure difference termed "velocity head" (in. wg.)}$

**AERO™  
Air-Handling Units**





With Aero™ air-handling units, Carrier takes an entirely new approach when it comes to air handling. Our Aero units provide advanced technology and custom features in a streamlined package. The Aero 39M Series revolutionary casing delivers indoor air quality (IAQ) benefits while remaining easy to install. And that's just the beginning. Our Aero air-handling units are well-suited for a long list of applications, from commercial to industrial to institutional facilities, with the same quality features and construction for both indoor and outdoor units. The proven ease of assembly and disassembly makes the 39M ideal for retrofit situations. Aero units will perform in the most demanding precision environments, including clean rooms and high-tech processing areas. With Aero air-handling units, Carrier delivers excellent performance and reliability combined with an unprecedented flexibility of features, so you can create precisely what you need in an air handler.



#### Indoor Air Quality

Aero air-handling units (AHUs) include highly efficient filtration options. MERV filters are available on the Aero 39M Series. These units also have cleanable panels that can be easily wiped or washed down, as well as fully drainable sloped drain pans. For added cleanliness, the inner-panel liners of the Aero 39M units are available with Agion® antimicrobial-coated steel. This technology uses the controlled release of silver ions to provide continuous suppression of microbial growth on the interior surface of the AHU. The Aero 39M panels meet against ultratight seals. Carrier's patented "no through-metal thermal break" feature means no metal-to-metal conduction path, which reduces the likelihood of condensate forming on the outside of the unit.

#### Quiet Operation

The Aero 39M unit's patented sealed double-wall insulation system not only provides superior thermal performance, it yields the added benefit of outstanding acoustics. For sound-sensitive applications, plenum fans are available. Aero AHUs' ultra-quiet operation can enhance the comfort of your building's occupants and the overall quality of their indoor environment.

## AERO™ Air-Handling Units Outstanding Life Cycle Performance

### Aero 39M Indoor Air Handler



Agion Antimicrobial Coating Rigid Casing Construction Thermal Break Design Fully Painted Exterior

#### Flexible Features

Aero AHUs offer fan options for virtually any air-handling requirement. We help configure your choice for the pressure and efficiencies that will yield the best performance for your particular application. Our AHU Builder software can also plot a variable air volume (VAV) system curve based on the minimum airflow and static pressure set point. Fan types include forward curve, axial and plenum fans, for quiet operation and installation flexibility. Most fan types are available in multiple sizes.

#### Reliability

The Aero 39M AHU's construction technology with clean, elegant design. A unique structural frame carries the unit's weight, enabling easy and safe removal of panels for servicing. The laminated steel-panel construction handles high-pressure applications easily, while delivering superb deflection performance. Optional preinsulation, both inside and out, galvanized panels are available, to protect the unit and prevent the formation of unsightly "white rust."

#### The Right Level of Control

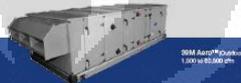
Factory-installed controls are available as an option on all Aero air-handling units. There are many available options, from factory-mounted sensors and actuators to the most flexible system on the market today — the Carrier 6400 Comfort Controller (CC6400). All controls are compatible with the i-Val-Carrier Comfort Network® (CCN).

The CC6400 can respond to input from a variety of sensors to maintain ventilation requirements. It defends your system and building with a variety of safety functions. These functions protect against freezing coils, excessive humidity and other problems.

The controller can take indoor and outdoor temperatures, humidity levels and scheduling information into account to determine and initiate the best, most economical occupied and unoccupied free-cooling solutions. The CC6400 also has built-in diagnostics that make maintenance easy and reduce service time.

Field time is also reduced by pre-wired quick connects that allow for easy assembly and disassembly of air handlers with controls.

For all your comfort needs, Carrier has the right level of control.



## Selection Guide

### Single Wall or Double Wall

Model 93L	03	05	08	10	12	15	18	21	25
Nominal Airflow (cfm)	1,500	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	10,000	12,000
Height (in.)	24	28	32	32	32	40	44	44	52
Width (in.)	38	46	50	58	65	65	65	77	77

### Double Wall

Model 93M	03	05	08	10	12	14	17	21	25
Nominal Airflow (cfm)	1,500	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	10,000	12,000
Height (in.)	39	39	42	42	49	49	52	62	62
Width (in.)	33	45	54	67	67	72	79	79	86

### Double Wall (series)

Model 93M	30	35	40	50	61	72	85	95	110
Nominal Airflow (cfm)	15,000	18,000	20,000	25,000	30,500	36,000	42,500	47,500	55,000
Height (in.)	62	73	73	85	104	119	119	136	136
Width (in.)	104	100	100	117	111	120	139	139	157

### Single Wall or Double Wall

Model 93S	00	01	02	03	04	05	07	09	13	17
Nominal Airflow (cfm)	400	600	800	1,000	1,500	2,000	3,000	4,000	6,000	8,000
Height (in.)	15	15	19	19	23	23	34	43	43	48
Width (in.)	28	28	36	36	45	45	57	67	67	72

Values are approximate.

### Benefits at a Glance

#### For Building Owners and Managers

- Easy to maintain
- Reliable performance
- Outstanding life cycle cost
- Advanced IAQ solutions

#### For Consulting Engineers

- ARI certified
- ASHRAE 62 compliant
- Simple to specify
- Agion antimicrobial coating
- System-integrated controls

#### For Contractors

- Easy to break down
- Reduced installation time
- Easy to service
- Ideal for replacement

### Turn to the Experts

Whatever your HVAC needs, from specifying and purchasing to installation and maintenance, Carrier has the solution. As the world leader in heating, ventilation and air conditioning, Carrier is committed to continually improving the quality of comfort for our customers.

From concept to finished product, your local Carrier sales representatives walk with you every step of the way. Whether you have one building, multiple sites nationwide or special equipment and facility requirements, Carrier sales representatives will recommend a solution that fits your scope and budget.



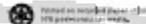
Turn to the Experts™

[www.carrier.com](http://www.carrier.com)  
1-800-CARRIER

CARRIER CORPORATION 62005

A member of the United Technologies Corporation family.  
Stock symbol UTX, 04-011-50004-25

Manufacturer reserves the right to discontinue or change any data, specifications or designs, without notice and without incurring obligations.





## Air Cooled Chiller

Screw [30SCC](#) / [30XA](#)

Scroll [30RA007-032](#) / [30RA040A-160A](#) / [30RB192-802](#) / [30RY017-080](#)

[Back to Content](#)

---

30SCC160-610

i@

### Features

High performance twin screw compressor.

Flooded cooler with high efficiency in heat transfer.

Aero acoustic fan design contributed to low levels of vibration and sound.

Fully automatic capacity control.



i@

Origin, Refrigerant, Range

Japan

R134a

46-173 Tons (160-610kW)

i@

[Product Catalogue](#)

[Back to Top](#)

---

30XA252-1502

i@

#### Features

Twin-rotor screw compressors with variable capacity valve.

Touch screen PRO-DIALOG Plus ensures intelligent operation and optimizes energy efficiency.

Micro-channel heat exchangers (MCHX) significantly increases erosion resistance.

Quiet unit operation with low-noise generation IV FLYING BIRD fans.



i@

Origin, Refrigerant, Range

China

R134a

78-433 Tons (274-1523kW)

i@

[Product Catalogue](#)

[Back to Top](#)

30RA007-032

#### Features

PRO-DIALOG Plus ensures intelligent leaving water temperature control and optimizes energy requirements.

Quiet unit operation with revolutionary FLYING BIRD fan.

Independent refrigerant circuits enable economical operation at part load.

Direct interface to CCN control system.



i@

Origin, Refrigerant, Range

China

R22

2-9 Tons (7-31kW)

i@

[Product Catalogue \(007-032\)](#)

[Back to Top](#)

---

## 30RA040A-160A

### Features

PRO-DIALOG Plus ensures intelligent leaving water temperature control and optimizes energy requirements.

Quiet unit operation with revolutionary FLYING BIRD fan.

Independent refrigerant circuits enable economical operation at part load.

Direct interface to CCN control system.



i@

Origin, Refrigerant, Range

China

R407c

11-45 Tons (39-157kW)

i@i@

[Product Catalogue](#)

[Back to Top](#)

i@

---

## 30RB192-802

### Features

Low-noise scroll compressors with low vibration level.

Dynamic suction and discharge piping support, minimizing vibration (Carrier Patent).

Condenser coils in V-shape with an open angle, allows quiet air flow across the coil.

Rigid fan installation preventing start-up noise (Carrier Patent).

Direct interface to CCN control system.



i@

Origin, Refrigerant, Range

30RB

China

R410a

55-214 Tons (193-753kW)

i@

[Product Catalogue](#)

[Back to Top](#)

30RY017-080

### Features

Integrated Hydronic Module

Auto-adaptive algorithm controls water temperature and eliminates risk of excessive compressor cycling

The receiver and heat exchanger (Carrier Patent) enhances reliability

User friendly Pro-Dialog Plus control

Quiet operation & ease of installation



i@

Origin, Refrigerant, Range

France

R407c

Cool: 6-22 Tons (18-76 kW)

China

R407c

Cool: 11-45 Tons (38-157 kW)

[Colour Promo \(France\)](#)

[Product Catalogue \(China\)](#)

[Back to Top](#)

