

Eksperimental Set Up dan Unjuk Kerja Fasilitas Uji Textile Ducting

Rusdy Malin, Bambang Suryawan, Warjito, Budihardjo

Laboratorium Teknik Pendingin dan Tata Udara
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Kampus Baru Universitas Indonesia Depok 16424
Telp. 62 21 7270032 Pes. 234, Fax. 62 21 7270033

Email : malin@cbn.net.id, warjito@hotmail.com, budihardjo@eng.ui.ac.id

Abstrak

Cerobong udara (duct) merupakan salah satu bagian dari sistem tata udara dalam gedung yang berfungsi untuk mendistribusikan udara sejuk dari Air Handling Unit ke ruangan yang akan dikondisikan. Dimensi cerobong, ruangan yang tersedia dan material cerobong akan mempengaruhi perancangan pola aliran distribusi udara, serta menjadi salah satu kendala dalam pemasangan duct di lapangan. Material cerobong yang umum digunakan saat ini adalah baja lapis seng (BJLS) yang dibungkus dengan isolator panas terbuat dari bahan glass wool dan aluminium foil sebagai penghambat laju kandungan uap air. Hal ini menyebabkan konstruksi cerobong menjadi kaku dan tidak fleksibel. Pada aplikasi tertentu, textile ducting menjadi salah satu alternatif pilihan yang dapat dipertimbangkan dan dikembangkan, mengingat material yang mudah diperoleh dipasaran serta mudah dalam pemasangan dan perawatannya.

Perilaku aliran udara didalam textile ducting dapat diketahui dengan bantuan fasilitas uji Air Flow Demonstration Apparatus yang mampu mengalirkan udara bervariasi dari 10 sampai dengan 30 m³/min pada temperatur udara sampai dengan 30°CDB dengan tekanan statis maksimum 45 mmH₂O. Set up fasilitas uji yang mencakup pemasangan alat ukur tekanan, temperatur udara serta laju alir udara telah dilakukan dan dilanjutkan dengan serangkaian pengukuran awal telah dilakukan. Hasil uji dan analisis data pengukuran awal serta perhitungan jatuh tekanan per satuan panjang akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan hubungan antara laju alir, kecepatan, kerugian tekanan per satuan panjang dan dimensi textile duct.

Kata Kunci : Textile Ducting.

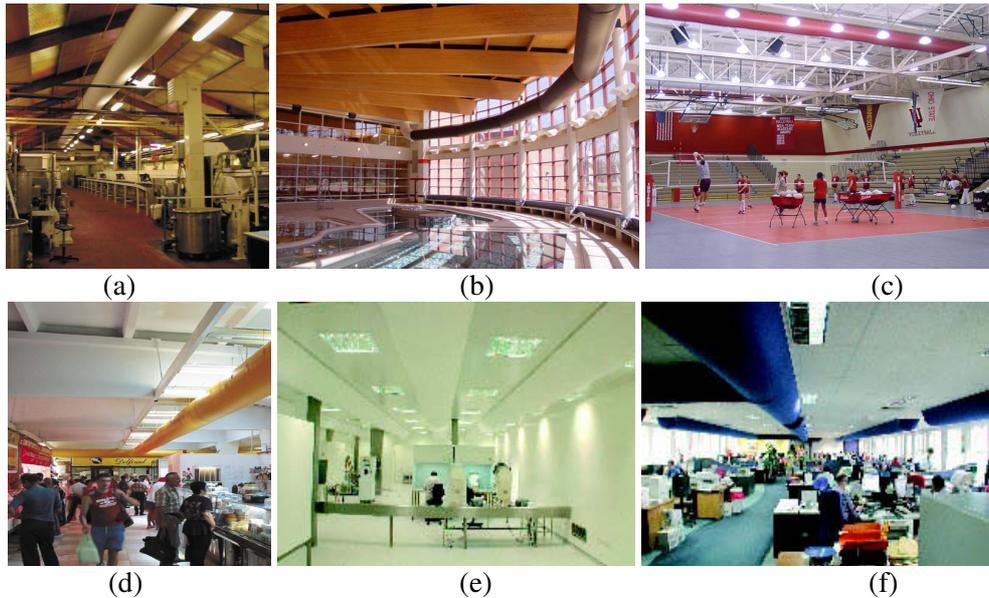
1. PENDAHULUAN.

Latar Belakang.

Dengan semakin diperlukannya suatu sistem yang murah, hemat energi, ramah lingkungan dan memenuhi persyaratan teknis, maka pada bagian cerobong udara (*duct*) sistem pengkondisian udara juga terjadi penemuan-penemuan baru, baik dari sisi material maupun konstruksinya. Salah satu dari penemuan itu adalah cerobong udara yang terbuat dari bahan tekstil. Kajian-kajian tentang material dari bahan tekstil ini sudah banyak dilakukan dan juga sudah banyak diaplikasikan, namun demikian uji experimental ini dilakukan dengan menggunakan material tekstil yang diperoleh dari pasaran dalam negeri, dengan tujuan bahwa nantinya jika uji experimental ini berhasil maka tidak diragukan lagi negara kita juga akan mampu berkahir dalam produksi *textile ducting*.

Adapun manfaat yang akan diperoleh adalah kita dapat dengan segera mengantisipasi perkembangan dan lajunya teknologi sistem tata udara, selain dari pada itu diharapkan juga industri-industri penghasil tekstil dalam negeri dapat lebih bergairah dengan adanya penggunaan tekstil sebagai bahan cerobong udara, bukan hanya untuk digunakan sebagaimana yang lazim selama ini, (pakaian).

Pada dasarnya cerobong udara dari tekstil ini sudah digunakan untuk beberapa keperluan yang mulanya adalah untuk keperluan ruang-ruang khusus seperti ruang proses untuk packing yang tuntutannya lebih kepada sifat hygiene, proses itu misalnya ruang packing, pengalengan, pengisian minuman, obat2-an dan lain sebagainya, namun pada saat ini tidak tertutup juga penggunaannya untuk gedung-gedung komersial, seperti pe Kantoran, supermarket dan lainnya. Untuk jelasnya beberapa penggunaan cerobong udara tekstil dapat dilihat dari beberapa gambar dibawah ini.



Gambar 1. Aplikasi textile ducting: (a). Industri, (b). Kolam Renang, (c). Supermarket dan gelanggang olahraga, (d). Supermarket, (e). Laboratorium/Rumah Sakit, (f). Kantor

Tujuan penelitian.

Uji laboratorium untuk mendapatkan material tekstil yang memenuhi syarat sudah dilakukan, yaitu dengan berdasarkan ASTM D737-96, dimana fasilitas itu dimiliki oleh Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia yaitu pada Laboratorium Rekayasa Produk Kimia. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian permeabilitas untuk beberapa material tekstil.

Untuk mendapatkan unjuk kerja masih diperlukan uji laboratorium, yaitu menggunakan *Air Flow Demonstration Apparatus* yang terdapat pada Laboratorium Mekanika Fluida Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia, dimana dalam tulisan ini akan diuraikan spesifikasi teknis dan hasil yang akan dicapai yaitu diharapkan dengan pengujian-pengujian yang dilakukan akan diperoleh “*Air Friction Chart for Textile Ducting*”

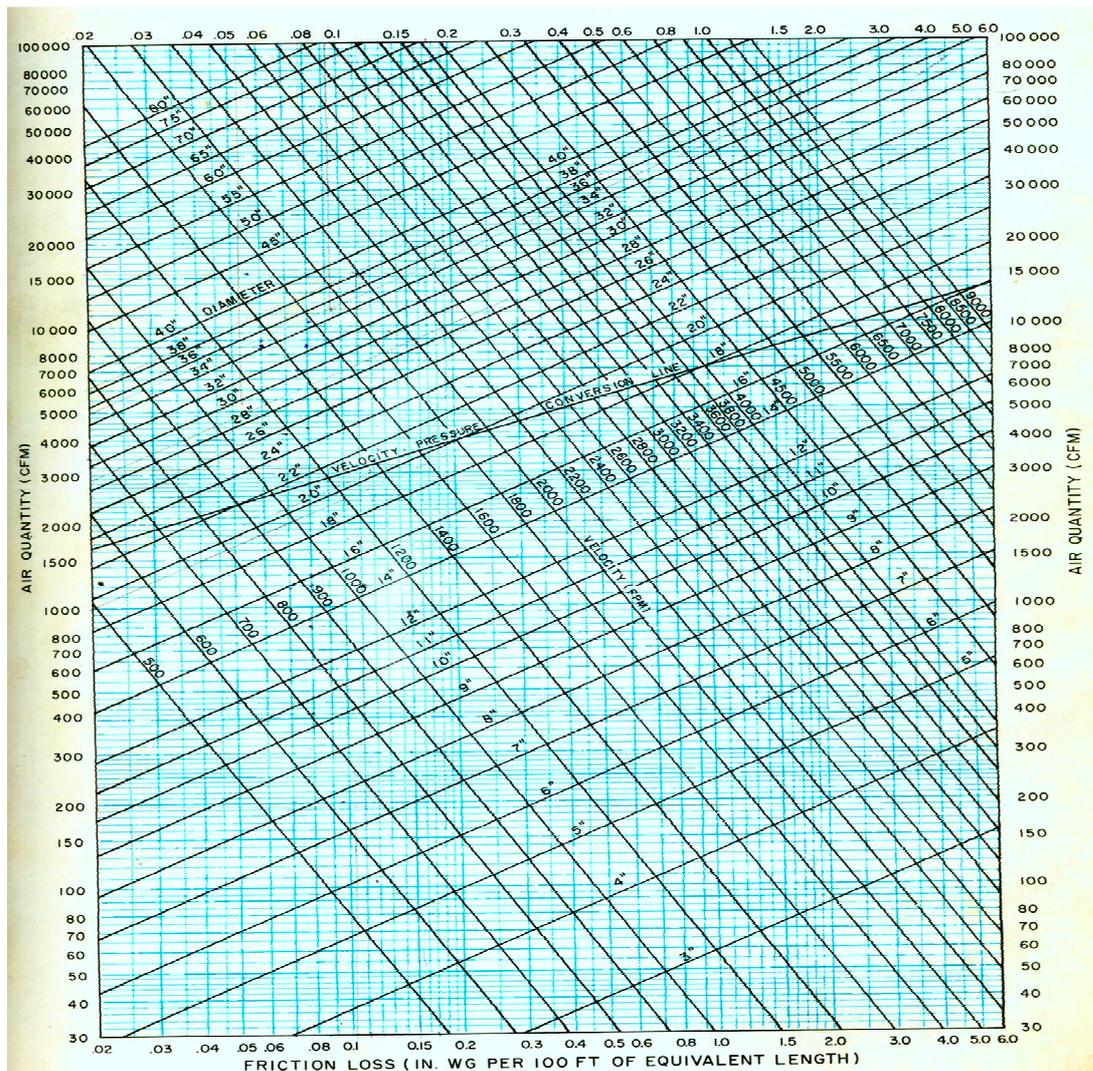
2. METODOLOGI.

Metodologi yang digunakan untuk mendapatkan *Air Friction Chart for Textile Ducting* adalah dengan pengujian-pengujian yang terstruktur didalam laboratorium yang sudah disebutkan di atas. Hal ini mungkin dilakukan mengingat bahwa untuk mendapatkan dimensi cerobong udara konvensional dapat diperoleh dengan suatu grafik yang pada dasarnya menggunakan persamaan Bernoulli :

$$\Delta P = f \frac{L V^2}{D^2} \rho$$

- dimana : ΔP : penurunan tekanan (Pa/ m, in H2O/ft)
- f : faktor gesekan
- L : panjang (m, ft)
- D : diameter dalam saluran (m, ft)
- V : kecepatan fluida (m/s, ft/s)
- ρ : massa jenis (kg/m³, lb/ft³)

Adapun hasil grafik tersebut adalah seperti pada gambar berikut :



Grafik 1 : Air Friction Chart for Round Duct.

Pada dasarnya persamaan umum untuk mencari kapasitas aliran fluida di dalam suatu saluran adalah:

$$Q = V \cdot A$$

Dimana : Q (m³/dtk)
 V (m/dtk)
 A (m²)

Untuk mendapatkan chart yang menjadi tujuan penelitian ini perlu mendapatkan data pada uji laboratorium, dan jika Persamaan Bernoulli diturunkan maka diperoleh :

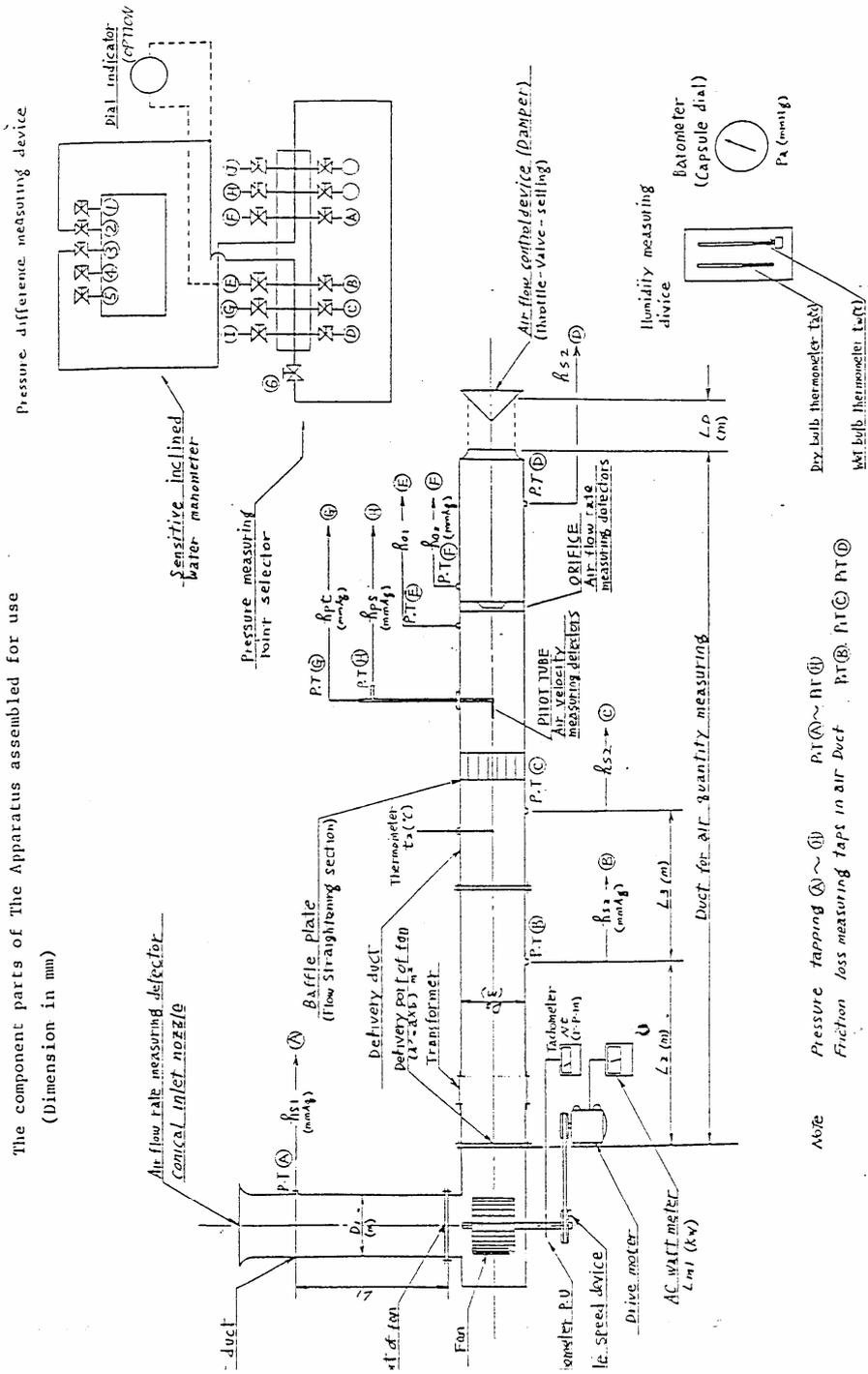
$$Q^2 = f(V, x, \Delta P)$$

Dalam hal ini f dan ΔP akan diperoleh dari hasil percobaan.

Persamaan akhir akan menjadi :

$$Q^2 = \frac{\pi^2 \rho^4 f^4 x^4 V^{10}}{256 \Delta P^4}$$

AIR FLOW DEMONSTRATION APPARATUS.



AIR FLOW DEMONSTRATION APPARATUS

AIR EXPERIMENT MACHINE

1. General

1) Scope

This Instruction Manual covers the cases where the performance tests are to be performed on Fan such as Model: AFD-240 and BTP-290 with overall pressure ratios of approx. 1.07 or less by using air under normal temperature and pressure.

2) Range of Experiments

The test of Fan shall be carried out conforming to the following items.

(1) Measurement of :

① Input energy to electric motor	L_{m1} (KW)
② Rotational speed of Fan (Tested)	N_t (rpm)
③ Pressure drop across conical inlet nozzle	h_{s1} (mmAq)
④ Pressure drop across orifice	h_o (mmAq)
⑤ Pressure difference across pitot tube	h_p (mmAq)
⑥ Delivery air pressure through Fan	h_{tz} (mmAq)
⑦ Delivery air temperature through Fan	t_z ($^{\circ}$ C)
⑧ Pressure difference for detemining profile of delivery air velocity	h_{p0-6} (mmAq)
⑨ Friction loss in duct	h_s (mmAq)
⑩ Pressure distribution over model in air flow	
⑪ Atomospheric pressure	P_a (mmHg)
⑫ Atomospheric temperature (Dry bulb temp.)	t_a ($^{\circ}$ C)
⑬ Wet bulb temperature	t_w ($^{\circ}$ C)
⑭ Throttle valve setting	L_D (m)

(2) Calculation of :

① Total pressure across Fan	P_T (mmAq)
② Static pressure across Fan	P_S (mmAq)
③ Input energy to shaft of Fan	L_{ST} (KW)
④ Output energy in air across Fan (Air power of Fan)	L_{AT} (KW)
⑤ Efficiency in total pressure across Fan	η_T (-)
⑥ Flow rate across Fan	Q ($m^3/min.$)

⑦	Determination of air velocity profile in duct	v (m/s)
⑧	Mean air velocity in duct	\bar{v} (m/s)
⑨	Frictional head loss in duct	Δz (mmAq)
⑩	Relative humidity	ϕ (-)
⑪	Specific weight of air	γ_0, γ_n (kg/m ³)

3) Characteristic Equation of Air

Characteristic equation of air shall be expressed by the following formula :

$$\gamma = \frac{P}{RT}$$

where,

P	: Absolute pressure	(kg/m ² abs)
$P = P_a + p$		
P_a	: Atmospheric pressure	(kg/m ² abs)
p	: Gauge pressure of air	(kg/m ² G)
T	: Absolute temperature of air	(°K)
$T = 273 + t$		(°C)
t	: Air temperature	
R	: Gas constant of air	

The value R of gas constant of air at standard suction state shall be regarded as to be 29.46, this value may be applicable to the atmosphere at -15 to 40°C.

3. KESIMPULAN.

1. Bahwa untuk mendapatkan unjuk kerja cerobong udara berbahan tekstil secara pengujian laboratorium diperlukan beberapa modifikasi baik setting maupun kualitas alat ukur, mengingat teknologi alat ukur yang semakin baik dan maju, misalnya lebih presisi jika alat ukur tersebut sudah digital.
2. Pengujian Unjuk Kerja dan Metode Pengukuran mencakup : Unjuk kerja Fan, Laju aliran udara, Pengukuran Tekanan dan Temperatur, dan Pengukuran daya poros.
3. Metode perhitungan mencakup : Tekanan total dan Tekanan statik Fan, Laju aliran udara Fan, Daya dan efisiensi udara, Kelembaban Relatif, Tekanan dan berat spesifik uap air jenuh.

DAFTAR PUSTAKA.

- Ogawa Seiki Co.,LTD , Instruction Manual , “OSK 4571-A Air Flow Demonstration Apparatus”
- Harun, Yulfari Oktesa, (2007), “Pola Distribusi Aliran Udara Pada Diffuser Textile Ducting Berbahan Polyester”, Skripsi, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Saputra Andhi, (2007), “Tekstil Berbahan Polyester sebagai Bahan Ducting (Pengujian Berdasarkan ASTM D737-96)”, Skripsi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Agustinus, Yohannes, (2007), “Perbandingan Air Friction Chart Konvensional dengan Air Friction Chart Tekstil Ducting Jenis Orifis Berbahan Polyester”, Skripsi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.