

## Studi Numerik Aliran Udara Dalam Plenum Sistem Distribusi Aliran Udara

Toto Supriyono, Bambang Ariantara  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNPAS Bandung  
Jalan Dr. Setiabudi No. 193 Bandung 40153  
toto\_supriyono@yahoo.com, bambang.ariantara@gmail.com

### Abstrak

Dalam suatu gedung, udara yang telah dikondisikan oleh mesin pendingin akan didistribusikan ke berbagai ruangan di dalam gedung itu menggunakan sistem saluran udara yang sering disebut dengan *ducting*. Jika mesin yang digunakan hanya satu unit, maka keluaran udara dari mesin pendingin dapat langsung dihubungkan dengan *ducting* tersebut, namun jika mesin pendingin yang digunakan lebih dari satu unit maka diperlukan *box plenum* yang menghubungkan sistem *ducting* dan unit mesin pendingin. *Box plenum* sering digunakan dalam sistem distribusi aliran udara (HVAC) untuk mengumpulkan udara sebelum atau setelah dikondisikan oleh mesin pendingin. Udara segar (*fresh air*) dan udara kembali dari ruangan (*return air*) akan dikumpulkan secara bersamaan dalam suatu ruangan yang disebut *return plenum* sebelum dikondisikan di dalam mesin pendingin. *Supply plenum* sering digunakan dalam sistem HVAC yang menggunakan mesin pendingin lebih dari satu unit. Udara yang akan didistribusikan akan masuk ke *supply plenum* terlebih dahulu setelah dikondisikan oleh mesin pendingin. Pemilihan jenis atau disain *plenum* harus juga memperhatikan besar penurunan tekanan aliran udara yang akan melalui *plenum-plenum* tersebut, jika penurunan tekanan terlalu besar maka tekanan statik *fan/blower* mesin pendingin tidak akan dapat mengalirkan udara yang dikondisikan dari mesin pendingin ke ruangan-ruangan dalam gedung.

Dalam kegiatan ini telah dipelajari secara numerik aliran udara dalam *supply plenum* dan *return plenum* untuk mengetahui pola aliran dan besar penurunan tekanan udara yang terjadi selama melalui *plenum* tersebut. Dengan diketahuinya besar penurunan tekanan udara yang terjadi maka pemilihan spesifikasi teknis *fan/blower* dapat dilakukan. Aliran udara dalam *plenum supply* dan *return* telah dipelajari menggunakan paket perangkat lunak CFD, Ansys. Kondisi batas yang digunakan antara lain: aliran inkompresible, kecepatan di sekitar dinding nol dan kecepatan aliran udara masuk *plenum supply* dan keluar *plenum return* sebesar 10 m/s. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kecepatan aliran masuk *plenum supply* dan keluar *plenum return* sebesar 10 m/s, besar penurunan tekanan udara dalam *plenum supply* sebesar 119 Pa, sedangkan besar penurunan tekanan udara dalam *plenum return* sebesar 77 Pa jika tidak aliran udara segar masuk *plenum*.

**Keywords:** HVAC, Plenum, Penurunan Tekanan, Aliran udara, Studi numerik

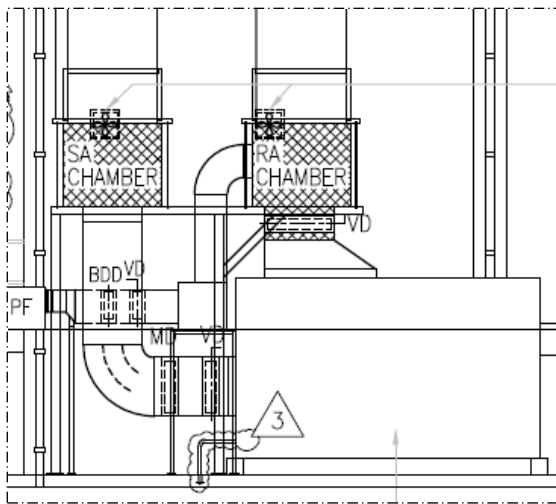
### Pendahuluan

Dalam suatu gedung, udara yang telah dikondisikan oleh mesin pendingin akan didistribusikan ke berbagai ruangan di dalam gedung itu menggunakan sistem saluran udara yang sering disebut dengan *ducting*. Jika mesin yang digunakan hanya satu unit, maka keluaran udara dari mesin pendingin dapat langsung dihubungkan dengan *ducting* tersebut, namun jika mesin pendingin yang digunakan lebih dari satu maka diperlukan *box plenum* yang menghubungkan sistem *ducting* dan unit mesin pendingin. *Box plenum* sering digunakan dalam sistem distribusi aliran udara (HVAC) untuk mengumpulkan udara sebelum atau setelah dikondisikan oleh mesin pendingin. Udara segar (*fresh air*) dan udara kembali dari ruangan

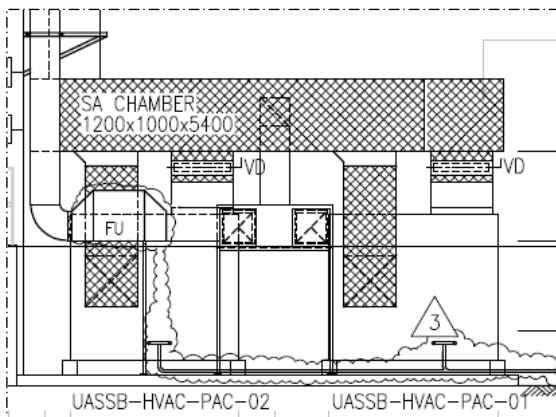
(*return air*) akan dikumpulkan secara bersamaan dalam suatu ruangan yang disebut *return plenum* sebelum dikondisikan dalam mesin pendingin. *Supply plenum* biasa digunakan dalam sistem HVAC yang menggunakan mesin pendingin lebih dari satu unit. Udara yang akan didistribusikan akan masuk ke *supply plenum* terlebih dahulu setelah dikondisikan oleh mesin pendingin. Pemilihan jenis atau disain *plenum* harus memperhatikan besar penurunan tekanan aliran udara yang akan melalui *plenum-plenum* tersebut, jika penurunan tekanan terlalu besar maka tekanan statik yang dimiliki *fan/blower* mesin pendingin tidak akan dapat mengalirkan udara yang dikondisikan dari mesin pendingin ke ruangan-ruangan dalam gedung. Ini berarti sirkulasi udara dalam ruangan tidak akan bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam kegiatan ini telah dipelajari secara numerik aliran udara dalam *supply plenum* dan *return plenum* untuk mengetahui pola aliran dan besar penurunan tekanan udara yang terjadi selama melalui plenum tersebut. Dengan diketahuinya besar penurunan tekanan udara yang terjadi maka pemilihan spesifikasi teknis fan/blower dapat dilakukan.

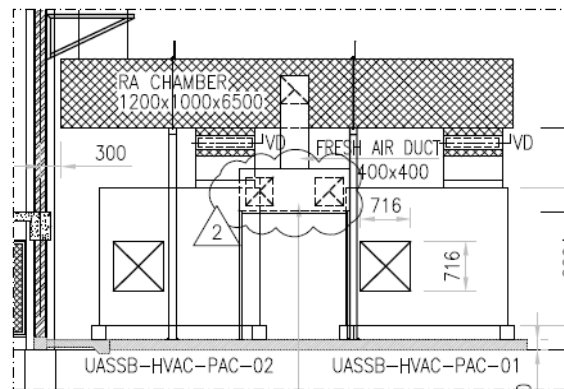
*Box plenum supply* dan *return* terbuat dari plat baja (galvanized steel) dengan tebal sekitar 2 mm dan mempunyai ukuran 1200x1000x5400 (WxHxL) untuk *box plenum supply*, sedangkan untuk ukuran *box plenum return* adalah 1200x1000x6500. Kedua box plenum tersebut diisolasi menggunakan glass wool dengan tebal 25 mm untuk mengurangi beban panas dari luar. Gambar *box plenum* yang telah dipelajari diperlihatkan pada gambar 1, 2 dan 3. *Box plenum supply* dihubungkan dengan saluran keluaran udara mesin pendingin dan *ducting* distribusi udara, sedangkan *box plenum return* dihubungkan dengan *ducting return* dan saluran udara masuk mesin pendingin.



Gambar 1. *Box plenum* dan unit mesin pendingin



Gambar 2. *Box plenum supply*



Gambar 3. *Box plenum return*

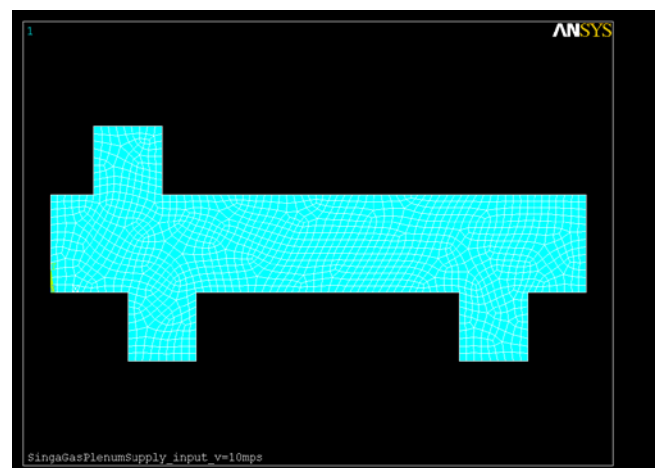
## Metodologi

Aliran udara dalam *plenum supply* dan *return* telah dipelajari menggunakan paket perangkat lunak CFD, Ansys. Kondisi batas yang digunakan antara lain: aliran inkompresible, kecepatan di sekitar dinding nol dan kecepatan aliran udara masuk *plenum supply* dan keluar *plenum return* sebesar 10 m/s. Tahapan simulasi aliran udara dalam plenum dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

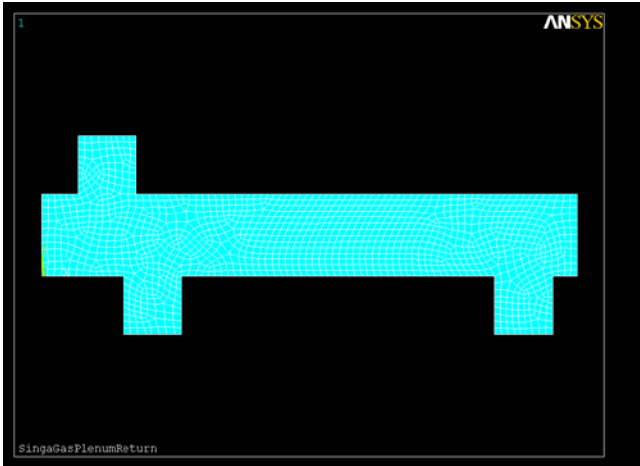
1. Pembuatan model geometri
2. Pembuatan model elemen
3. Menentukan sifat-sifat fluida
4. Memberikan kondisi batas pada model elemen
5. Menentukan parameter aliran seperti aliran steady, fluida inkompresibel, batas kesalahan.
6. Menjalankan proses perhitungan
7. Mempeleajari/analisis hasil keluaran simulasi
8. Kesimpulan

## Model Elemen Udara

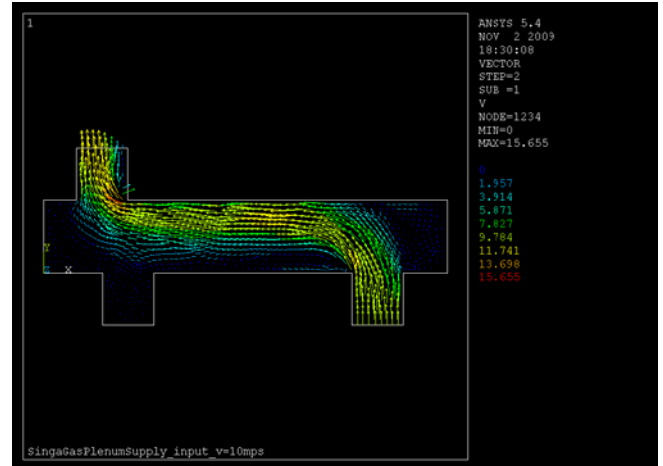
Gambar 4 dan Gambar 5 di bawah ini berturut-turut menunjukkan model elemen udara dalam *plenum supply* dan *plenum return*.



Gambar 4. Model elemen udara - *plenum supply*



Gambar 5. Model elemen udara - *plenum return*



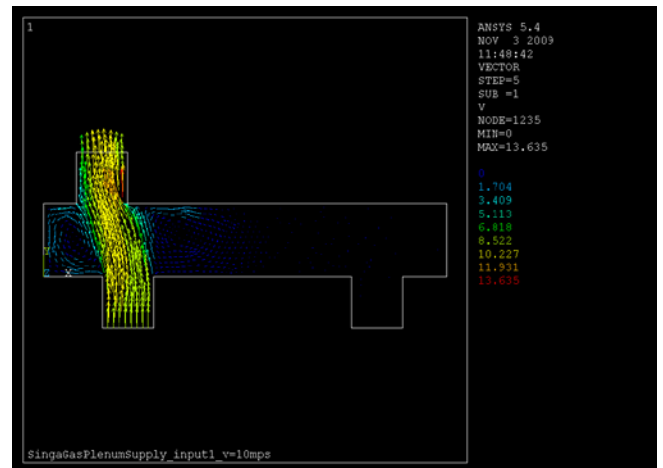
Gambar 6. Kecepatan udara - *plenum supply*

**Kondisi Batas dan Asumsi**

Tabel 1 memperlihatkan kondisi batas yang diberikan pada model elemen udara seperti digambarkan pada gambar 4 dan gambar 5. Berbagai asumsi relevan yang diambil antara lain: udara perlakuan sebagai fluida inkompresibel, aliran steady, kerapatan udara sebesar  $1.2 \text{ kg/m}^3$ .

Plenum Supply			
1.	Kecepatan masuk	m/s	10
	Tekanan keluar	Pa	0
Plenum Return			
1.	Kecepatan Keluar	m/s	10
	Tekanan Keluar	Pa	0

Tabel 1  
Kondisi  
Batas



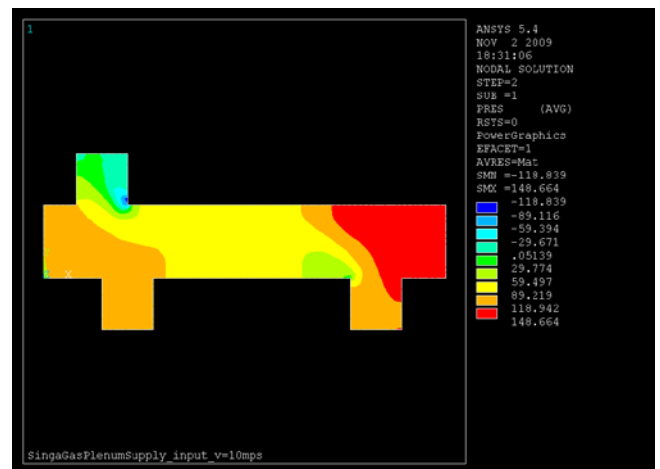
Gambar 7. Kecepatan udara - *plenum supply*

**Hasil dan Pembahasan**

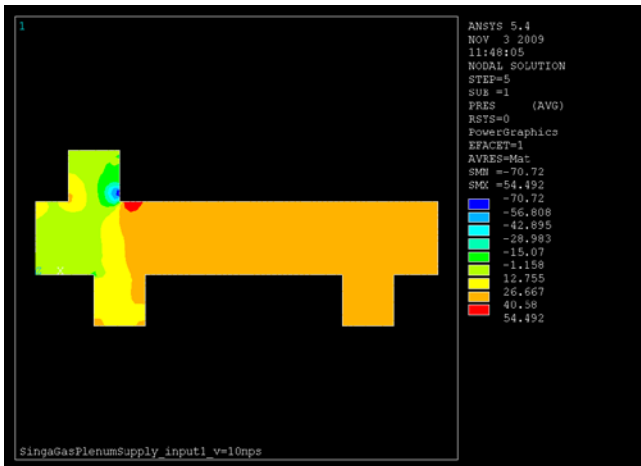
Keluaran hasil simulasi aliran udara dalam *plenum supply* dan *return* menggunakan Ansys R.5.4 diperlihatkan pada gambar 6 hingga gambar 13.

Gambar 6 dan 7 memperlihatkan profil kecepatan aliran udara dalam *plenum supply*, sedangkan gambar 10 dan 11 memperlihatkan profil kecepatan aliran udara dalam *plenum return*.

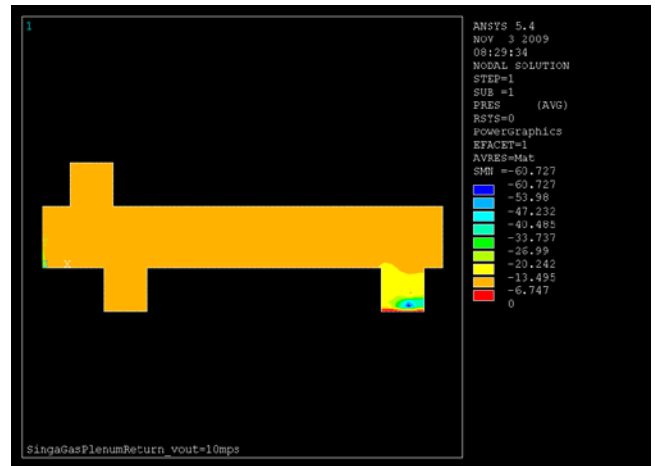
Kontur tekanan udara dalam *plenum supply* diperlihatkan pada gambar 8 dan 9, sedangkan kontur tekanan udara dalam *plenum return* diperlihatkan pada gambar 12 dan gambar 13.



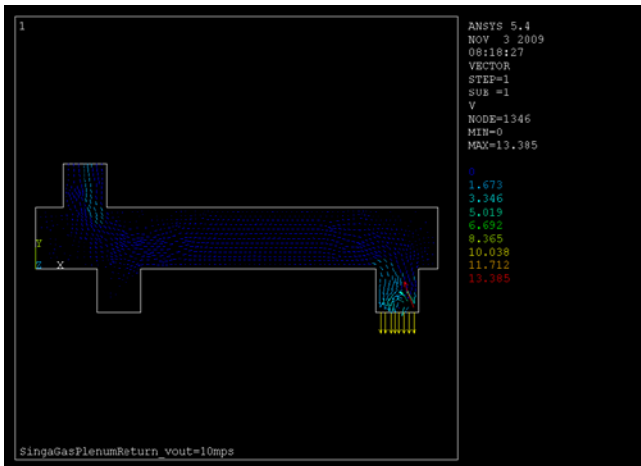
Gambar 8. Kontur tekanan udara - *plenum supply*



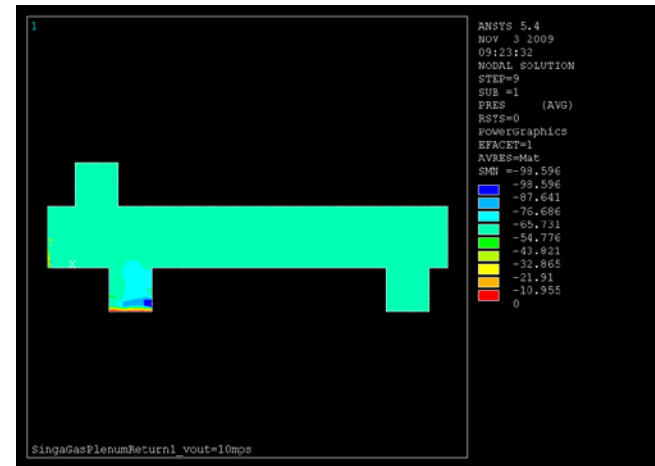
Gambar 9. Kontur tekanan udara - *plenum supply*



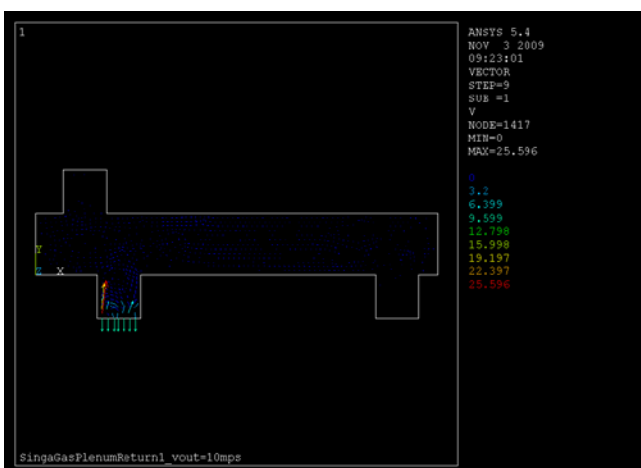
Gambar 12. Kontur tekanan udara - *plenum return*



Gambar 10. Kecepatan udara - *plenum return*



Gambar 13. Kontur tekanan udara - *plenum return*



Gambar 11. Kecepatan udara - *plenum return*

Gambar 6 di atas menunjukkan pola aliran udara dalam *plenum supply* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-01, sedangkan gambar 7 memperlihatkan pola aliran udara dalam *plenum supply* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-02. Udara masuk plenum pada kecepatan 10 m/s. Pola aliran yang diperlihatkan oleh ke dua gambar tersebut hampir sama, yaitu terbentuknya *separated flow* di sisi kiri dan kanan aliran yang diperlihatkan oleh vektor kecepatan warna biru dan peningkatan kecepatan pada sisi belokan tajam saat akan keluar plenum atau memasuki *ducting* distribusi utama.

Gambar 10 memperlihatkan pola aliran udara dalam *plenum return* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-01, sedangkan gambar 11 memperlihatkan pola aliran udara dalam *plenum return* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-02. Udara keluar dari plenum pada 10 m/s. Pola aliran yang diperlihatkan oleh ke dua gambar tersebut hampir

sama, yaitu adanya aliran udara dengan kecepatan yang sangat rendah mulai memasuki plenum dan di dalam plenum itu sendiri.

Gambar 8 di atas menunjukkan kontur tekanan udara dalam *plenum supply* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-01, sedangkan gambar 9 memperlihatkan kontur tekanan udara dalam *plenum supply* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-02. Besar penurunan tekanan yang terjadi dalam *plenum supply* bila PAC-01 yang bekerja sekitar 119 Pa, dan 41 Pa, bila PAC-02 yang bekerja.

Gambar 12 di atas memperlihatkan kontur tekanan udara dalam *plenum return* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-01, sedangkan gambar 13 memperlihatkan kontur tekanan udara dalam *plenum return* bila mesin pendingin yang bekerja adalah PAC-02. Besar penurunan tekanan yang terjadi dalam *plenum return* bila PAC-01 yang bekerja sekitar 14 Pa, dan 77 Pa bila PAC-02 yang bekerja.

## Kesimpulan

Model elemen udara dalam *plenum supply* dan *return* telah disimulasikan menggunakan perangkat lunak CFD dengan kondisi batas kecepatan udara masuk *plenum supply* dan keluar *plenum return* sebesar 10 m/s untuk mempelajari pola aliran udara dan besar penurunan tekanan yang terjadi.

Pola aliran udara dalam *plenum supply* jika PAC-01 atau PAC-02 beroperasi hampir sama, yaitu terbentuknya *separated flow* di sisi kiri dan kanan aliran dan peningkatan kecepatan pada sisi belokan tajam saat akan keluar plenum atau memasuki *ducting* distribusi utama.

Pola aliran dalam *plenum return* jika PAC-01 atau PAC-02 beroperasi hampir sama, yaitu adanya aliran udara dengan kecepatan yang sangat rendah mulai memasuki plenum dan di dalam plenum itu sendiri.

Besar penurunan tekanan dalam *plenum supply* diperoleh 119 Pa bila mesin PAC-01 yang bekerja, sedangkan besar penurunan tekanan dalam *plenum return* sebesar 77 Pa jika mesin PAC-02 yang bekerja.

## Ucapan Terima kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Tata Udara Nusantara yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempelajari aliran udara dalam plenum.

## Nomenklatur

g	gravitational constant ( $\text{ms}^{-2}$ )
Press	tekanan ( $\text{Nm}^{-2}$ )
V	kecepatan ( $\text{ms}^{-2}$ )
BDD	back draft damper
PAC	unit mesin pendingin
RA	return air plenum
SA	supply air plenum
VD	volume damper

## Referensi

Ansys (R) Release 5.4

Munson, Young, Okiishii, Fundamentals of Fluid Mechanics, 2<sup>nd</sup>, Wiley, 1990

Supriyono, Ariantara, Analisis Performansi Sistem HVAC untuk gedung SSB, Proceeding SNEEMO 2012, Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta, 2012