

Studi Numerik Aliran Udara Dalam Plenum

Sistem Distribusi Aliran Udara

Toto Supriyono, Bambang Arianterra
 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 makan 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

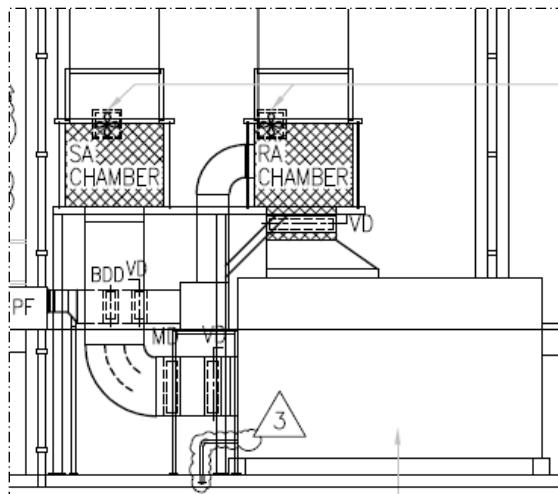
Pendahuluan

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 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 makan 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.

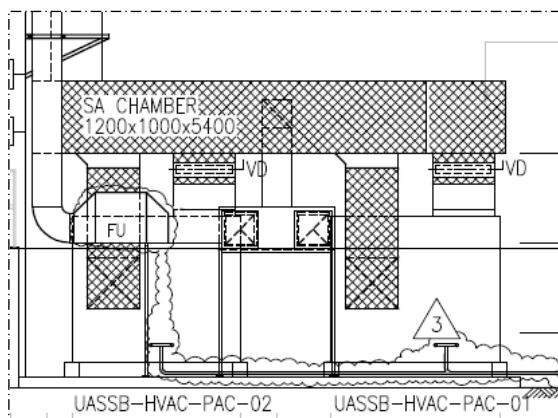
(*return air*) akan dikumpulkan secara bersamaan dalam suatu ruangan yang disebut *return plenum* sebelum dikondisikan dalam mesin pendingin. Supply plenum biasa digunakan dalam sistem HVAC yang menggunakan mesin pendingin lebih dari satu unit. Udara yang akan didistribusikan akan masuk ke *supply plenum* 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 makan 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.

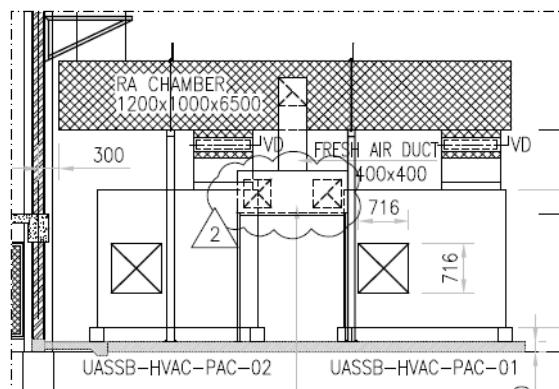
Box plenum supply dan *return* terbuat dari plat baja (galvanized steel) dengan tebal sekitar 2 mm dan mempunyai ukuran 1200x1000x5400 (WxHxL) untuk *box plenum supply*, sedangkan untuk ukuran *box plenum return* adalah 1200x1000x6500. Kedua box plenum tersebut diisolasi menggunakan glass wool dengan 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*

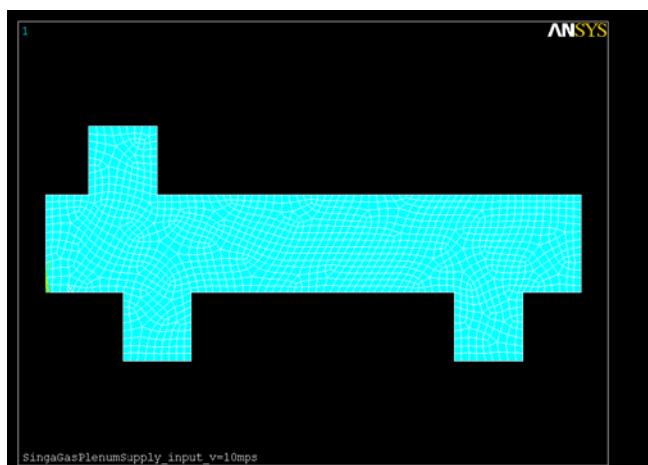
Metodologi

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:

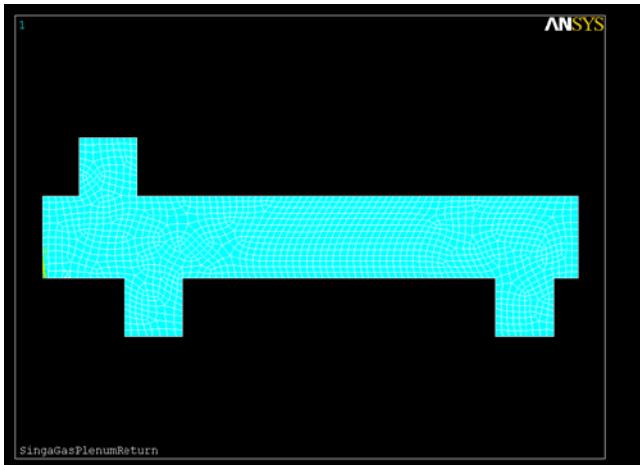
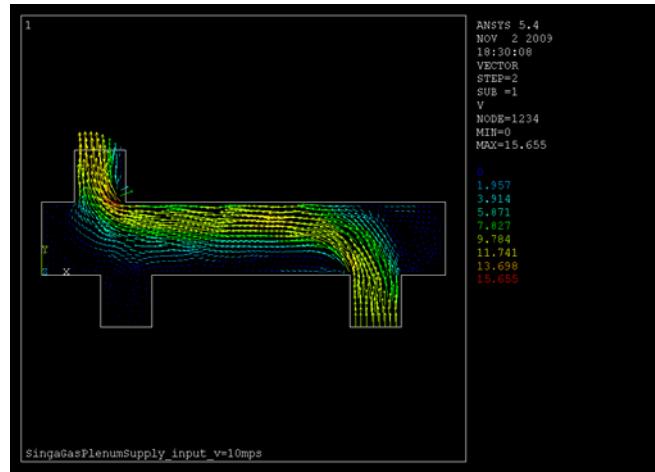
1. Pembuatan model geometri
2. Pembuatan model elemen
3. Menentukan sifat-sifat fluida
4. Memberikan kondisi batas pada model elemen
5. Menentukan parameter aliran seperti aliran steady, fluida inkompresibel, batas kesalahan.
6. Menjalankan proses perhitungan
7. Mempelajari/analisis hasil keluaran simulasi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



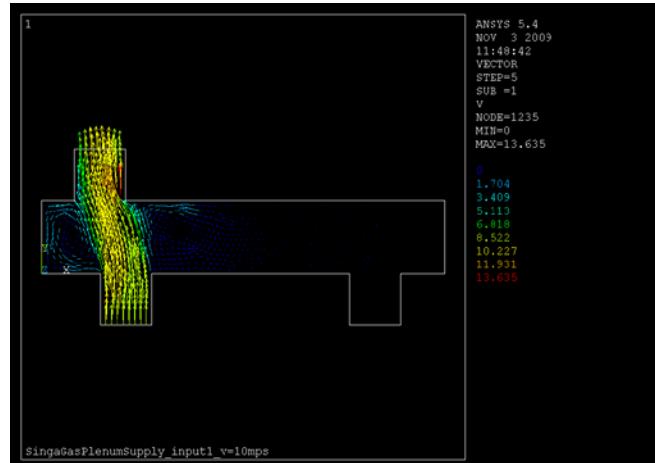
Gambar 4. Model elemen udara - *plenum supply*

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 perlakukan sebagai fluida inkompresibel, aliran steady, kerapatan udara sebesar 1.2 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

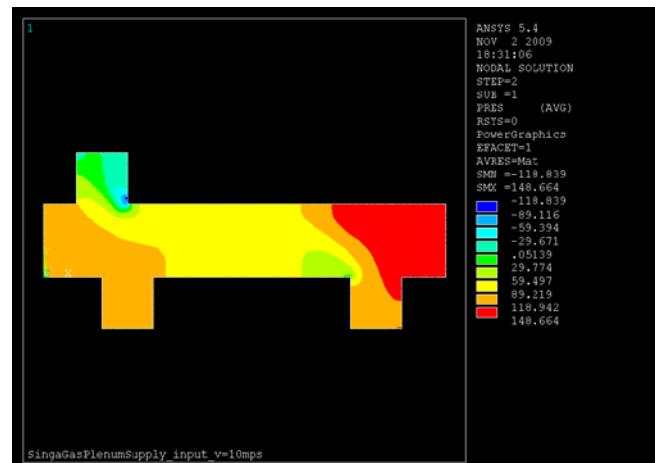
Tabel 1
Kondisi
BatasGambar 7. Kecepatan udara - *plenum supply*

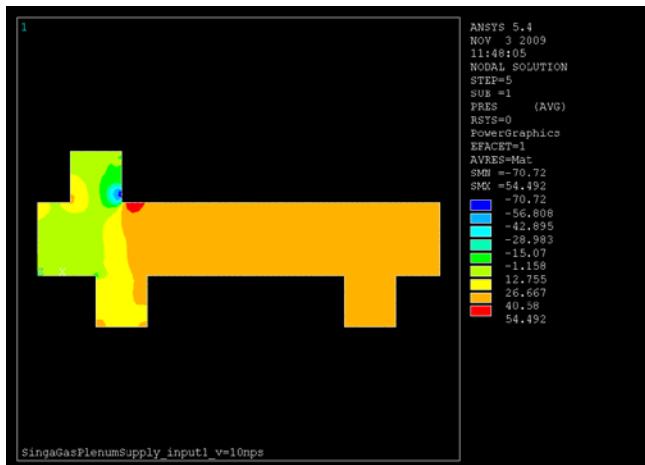
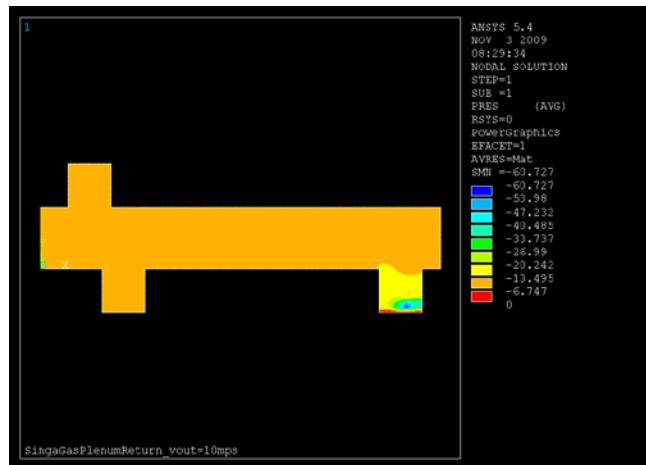
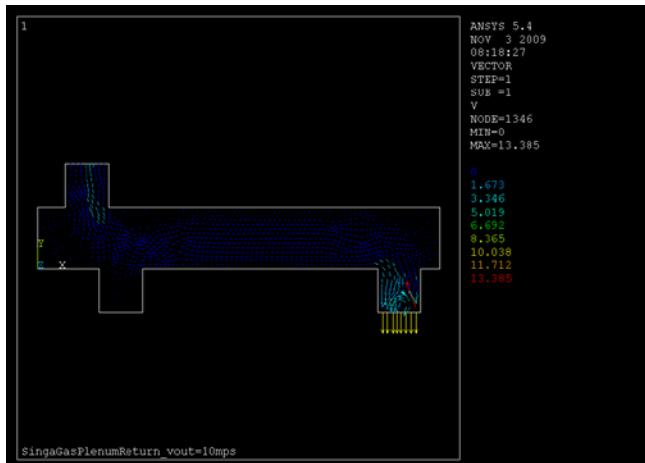
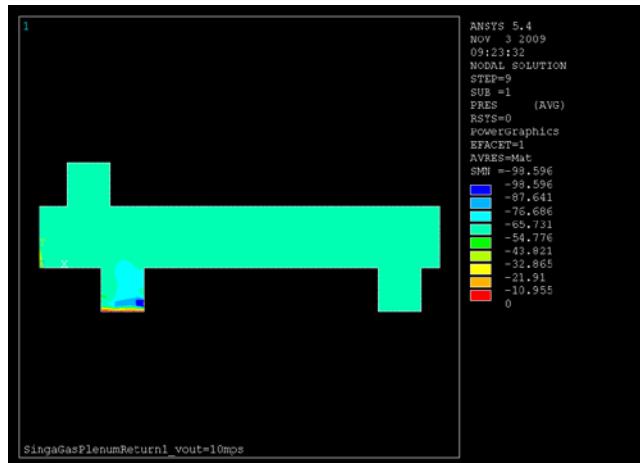
Hasil dan Pembahasan

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

<i>g</i>	gravitational constant (ms^{-2})
Press	tekanan (Nm^{-2})
<i>V</i>	kecepatan (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, Okiishi, Fundamentals of Fluid Mechanics, 2nd, Wiley, 1990

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