

## POKOK BAHASAN 9

# STRUKTUR PNEUMATIK

### (PNEUMATIC STRUCTURE)

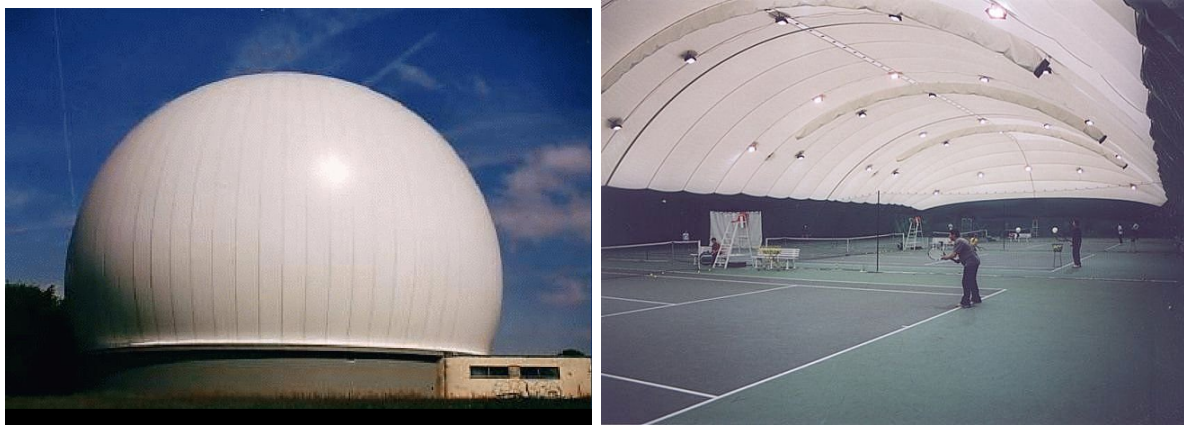
#### Pendahuluan

Sistem struktur ini menggunakan gaya tarik, tetapi berusaha untuk menentang hukum alam dari bentuk struktur yang memanfaatkan gaya tarik ini. Semua struktur yang memanfaatkan gaya tarik akan membentuk dasar dan primer berupa garis engkung atau parabola yang membuka ke atas. Hal ini disebabkan bahan dari struktur yang memanfaatkan gaya tarik adalah lentur dan lemas, sehingga akan membuat garis lengkung atau parabola yang membuka ke atas. Hal ini disebabkan bahan dari struktur yang memanfaatkan gaya tarik adalah lentur dan lemas, sehingga akan membuat garis lengkung membuka ke atas.

Pneumatic ingin membentuk satu bentuk dasar berupa garis lengkung yang membuka ke bawah. Bentuk struktur pneumatic ini banyak memiliki kelemahan yang terus menerus disempurnakan. Problem terbesar dari system ini adalah kebocoran udara yang ada di dalamnya. Bahan pembuatnya diperbaiki terus dan diusahakan cara-cara penanggulangannya.

#### *Air Supported Structure*

Air Supported Structure disebut juga single membrane structure karena hanya menggunakan satu lapis membrane dan membutuhkan tekanan udara yang rendah. Ciri-ciri dari system Air Supported Structure ini adalah membutuhkan sedikit perbedaan tekanan udara untuk mengangkat membrannya. Tekanan udara yang dibutuhkan sekitar 2-20 Psf di atas tekanan atmosfer. Besarnya tekanan udara ini direncanakan berdasar kondisi angin, ukuran struktur, kedekatan udara.



Gambar 1. Struktur Pneumatik  
Air Supported structure

Tekanan udara pada system ini mempunyai pengaruh terhadap geometri membrane. Memperbesar radius lengkung akan menambah kekuatan membrane, pengurangan kekuatan membrane dapat dilakukan dengan mereduksi kurvatur melalui penggunaan kabel atau kolom tarik. Pada umumnya Air Supported Structure ini dirancang untuk dapat mengantisipasi pengaruh angin, mengingat beban angin paling besar pengaruhnya, maka sedapat mungkin gaya kritis angin harus diketahui untuk menentukan besaran tegangan membrane dan gaya pada angkutnya.

Sistem struktur ini membutuhkan angkur pengikat membrane ke tanah dan membutuhkan system pencegah kebocoran. Air Supported Structure mampu mencapai bentang lebih besar dibandingkan dengan air inflated structure.

### ***Air Inflated Structure***

*Air Inflated Structure* disebut pula double membrane structure dan membutuhkan tekanan udara yang lebih besar dibandingkan dengan air supported structure sehingga sering disebut high pressure system. Tekanan udara pada system ini hanya diberikan pada strukturnya bukan pada space bangunannya, sehingga pemakai bangunan tidak berada dalam tekanan udara. Dari sebab itu system ini lebih bebas dipakai sebagai penutup space, karena tidak membutuhkan air lock dan peralatan lain agar struktur ini tetap berdiri. Elemen dari system ini lebih berlaku sebagai elemen rigid, sehingga lebih tahan terhadap tekuk maupun lendutan dibandingkan dengan system air supported structure.



Gambar 2. Struktur Pneumatik  
Air Inflated structure

Sistem struktur ini membutuhkan tekanan udara sebesar 2-100 Psi besarnya sekitar 100-1000 kali dibandingkan system air supported structure. Karena membutuhkan tekanan udara yang lebih besar, maka dibutuhkan material membrane yang kuat dan kedap udara. Secara prinsip dapat digunakan untuk elemen batang dan elemen bidang. Perilaku struktur dengan system ini sangat kompleks, sehingga sampai sekarang belum diketahui perancangan yang tepat.

### **Desain Struktural dan Permasalahan Konstruksi**

Pneumatik adalah sebuah system yang memiliki bentuk yang unik. Sistem struktur ini dapat dikembangkan pada bentuk, fungsi maupun bentang dan ketinggian. Perkembangan desain bentuk semakin inovatif, demikian pula dari sisi fungsi. Hal yang menarik untuk dicermati adalah penggunaan pneumatic untuk bangunan multy storey.

Pneumatik akan merangsang ide-ide yang imajinatif. Hal ini yang tidak mungkin dilakukan oleh struktur lain, dapat dilakukan oleh pneumatic ini. Sebagai contoh, bentuk adanya gelembung atau bidang yang besar ditumpu pada sebuah kolom yang ukuran perbandingannya lebih kecil dari bebannya. Tidakkah mungkin dilakukan oleh struktur lain, tetapi hal ini dapat dengan mudah

dilakukan oleh pneumatic. Distribusi gaya, hukum gaya tarik, factor tekuk, dapat dengan mudah diabaikan karena system struktur ini cenderung lebih ringan disbanding struktur lainnya.

### **Proteksi Terhadap Kebakaran**

Satu hal sangat penting untuk diproteksi dari struktur pneumatic, selain kebocoran bidang membrane yang mengakibatkan tekanan udara berkurang, adalah penanggulangan terhadap bahaya kebakaran. Hal yang harus diperhatikan dalam pemikiran tentang bahaya kebakaran adalah sebagai berikut:

- Bahan dari membrane terbuat dari bahan sintetik,thermoplastic alami dan memiliki titik lebur yang rendah. Semua bahan tersebut dapat terbakar
- Kestabilan struktur pneumatic dipengaruhi oleh membarannya yang harus selalu dalam keadaan kedap udara, terkontrol dan mendapat cukup tekanan udara sesuai kebutuhan
- Runtuhnya membrane akan mengubah konfigurasi bentuk bangunan. Kebocoran udara dapat dihalangi dengan melokalisir keruntuhan. Penurunan ruang bebas bangunan dapat menambah konsentrasi adap dari satu kasus kebakaran dengan konsekuensi penurunan jarak pandang dalam bangunan
- Jalan masuk dan keluar untuk pemakai bangunan harus selalu dalam kondisi terkontrol dan terawatt. Karena jalan ini merupakan jalan penting untuk mengevakuasi para pemakai bangunan
- Tidak direncanakannya pintu darurat untuk keluar dengan system air lock dapat menambah jumlah lubang-lubang kebocoran pada membrane dan mempercepat keruntuhan struktur ini.
- Sistem pencegah kebakaran aktif merupakan tindakan yang dapat mencegah keruntuhan yang parah dari struktur. Efektifitas proteksi dari springkler banyak dipengaruhi oleh perubahan geometri bangunan

Perencanaan system kebakaran dapat dilakukan dengan cara:

- Memberi lapisan polyurethane foam, untuk melapisi bidang-bidang membrane sehingga tidak mudah terkbakar api
- Pemilihan bahan membrane yang memiliki titik lebur yang tinggi
- Merencanakan penempatan springkler dan member paritisi pelindung pada sisi di dalam bangunan dekat membran