Bab 1

DASAR – DASAR PENGGUNAAN SAP2000

1. KEMAMPUAN SAP2000

Program SAP merupakan salah satu software yang telah dikenal luas dalam dunia teknik sipil, terutama dalam bidang analisis struktur dan elemen hingga (finite elemen). Pembuat perangkat lunak SAP yaitu CSi (Computer and Structure, Inc.) yang berasal dari Berkeley, California USA, telah mengembangkan program ini sejak tahun 1970-an. Seri program SAP untuk komputer PC yang dilahirkan pertama kali adalah SAP80, kemudian disusul dengan SAP90. Namun kedua program tersebut masih menggunakan operasi DOS, dan untuk perancangan elemen strukturnya masih menggunakan program tersendiri, sehingga dirasakan cukup merepotkan pengguna.

Seiring dengan kemajuan teknologi komputer yang begitu pesat, pembuat perangkat lunak SAP tersebut mengeluarkan seri program SAP2000 yang merupakan perangkat lunak untuk analisis dan disain struktur yang menggunakan operasi Windows. Banyak keistimewaan-keistimewaan yang terdapat pada seri program SAP2000 yang belum banyak diketahui oleh para pengguna. Oleh sebab itu, materi Komputer Aplikasi Sipil 7 ini akan membahas tentang SAP2000 versi 8.08.

Analisis yang dapat dilakukan dengan SAP2000 ini antara meliputi analisis statik dan analisis dinamik serta analisis *finite elemen.* Analisis model struktur dapat dilakukan secara 2 dimensi dan 3 dimensi. Selain itu, untuk desain, SAP2000 telah menyediakan beberapa menu design untuk struktur baja maupun struktur beton, dan tidak tertutup kemungkinan menggunakan material-material struktur lainnya.

2. SISTEM KOORDINAT

Pengetahuan tentang sistem koordinat sangat penting untuk menentukan model dan mengintepretasikan hasil-hasil keluaran dari program. Pada SAP2000, semua sistem koordinat model struktur ditentukan dengan mematuhi satu sistem **koordinat global X-Y-Z**, dan setiap bagian dari model misalnya joint, atau frame, mempunyai **koordinat lokal 1-2-3**.

Semua sistem koordinat ditunjuk dengan sumbu 3 dimensi yang menggunakan aturan tangan kanan (right handed) dan menggunakan sistem Cartesian. SAP2000 selalu mengasumsikan sumbu Z ialah sumbu vertikal, dengan Z+ mengarah ke atas. Arah ke atas sumbu Z dapat digunakan sebagai bantuan untuk menentukan sistem koordinat lokal.

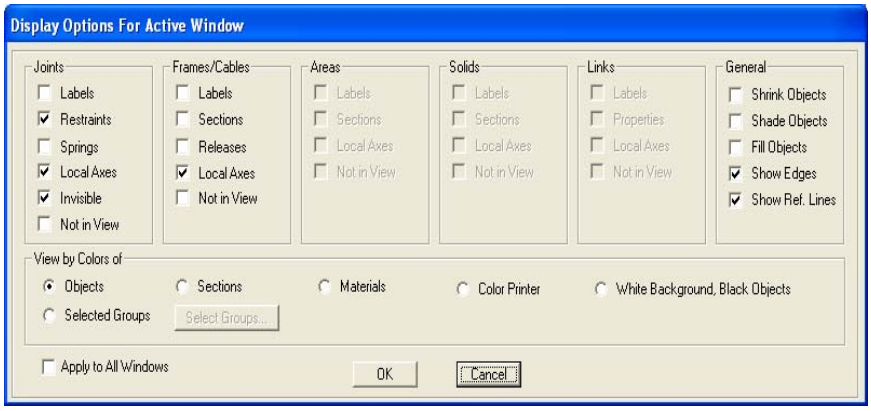
2.1 SISTEM KOORDINAT GLOBAL

Sistem koordinat global merupakan koordinat yang terdiri dari tiga sumbu dengan notasi X, Y, dan Z, dimana ketiga sumbu tersebut saling tegak lurus sesuai dengan aturan tangan kanan. Arah koordinat ditunjukkan dengan nilai X±, Y±, dan Z±. Penentuan koordinat global ini dapat dilakukan pada saat penentuan sistem *gridline*.

SAP2000 selalu mengasumsikan sumbu Z arahnya vertikal, sehingga beban berat sendiri atau gravitasi arahnya selalu ke bawah, yaitu pada arah Z-. Bidang X-Y merupakan bidang horizontal dengan sumbu X+ merupakan sumbu utama. Sudut pada bidang horizontal diukur dari sumbu positif X, dengan sudut positif ialah berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam.

2.2 SISTEM KOORDINAT LOKAL

Sistem koordinat lokal berlaku untuk setiap frame dan setiap joint dari model struktur. Sumbu-sumbu koordinat lokal dinyatakan dengan simbol 1,2, dan 3, serta mengikuti aturan tangan kanan juga. Yang perlu diketahui pengguna adalah bagaimana menentukan koordinat lokal 1-2-3 dan hubungannya dengan koordinat gobal X-Y-Z.



Gambar 1: Menu *Display Option For Active Window*

Untuk melihat bagaimana posisi koordinat lokal SAP2000 telah menyediakannya dalam menu Set Display Option….(atau tekan Ctrl E). Jika setting warna belum dirubah maka secara default akan ditampilkan :

- sumbu lokal 1 berwarna merah
- sumbu lokal 2 berwarna putih
- sumbu lokal 3 berwarna biru.

2.2.1 Sistem koordinat lokal *frame*.

Penentuan sistem koordinat lokal *frame* yang umum dapat menggunakan orientasi default dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Sumbu lokal 1 arahnya selalu memanjang arah sumbu elemen/frame, di mana arah positif ialah dari ujung i ke ujung j.
b. Orientasi default sumbu lokal 2 dan 3 ditentukan oleh hubungan sumbu lokal 1 dan sumbu global Z sebagai berikut:
   - Jika sumbu lokal 1 arahnya horisontal, maka arah sumbu lokal 2 sejajar dengan sumbu global Z.
   - Jika sumbu lokal 1 arahnya ke atas (Z+), maka arah sumbu lokal 2 sejajar dengan sumbu global X(-).
   - Sumbu lokal 3 arahnya selalu horisontal searah bidang X-Y.
c. Sudut koordinat ang digunakan untuk menentukan orientasi elemen yang berbeda dengan orientasi default. Sudut ini memutar sumbu lokal 2 dan 3 terhadap 1 dari orientasi default. Rotasi positif ialah arah berlawanan jarum jam apabila sumbu 1 menuju ke arah pengamat.

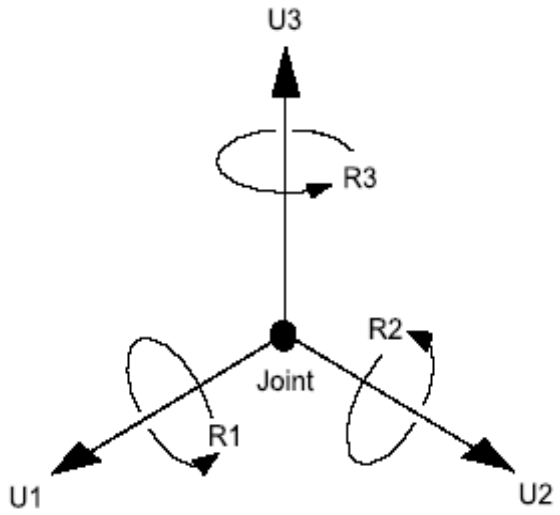
2.2.2 Sistem koordinat lokal *joint.*

Joint merupakan titik kumpul yang menghubungkan antara frame, dan merupakan titik pada struktur yang displacement-nya diketahui atau akan dihitung. Komponen displacement pada joint tersebut macamnya ialah translasi (U) dan rotasi (R), dan disebut dengan derajat kebebasan atau DOF (Degree of Freedom).

Pada SAP2000 joint secara otomatis digambarkan pada kedua ujung frame dan pada sudut-sudut elemen shell. Setiap joint mempunyai sistem koordinat lokal untuk menentukan derajat kebebasan, restraint, property joint, beban dan untuk menginterpretasikan hasil-hasil outputnya. Sumbu-sumbu sistem

koordinat lokal diberi notasi 1, 2, dan 3. Pada kondisi default sumbu lokal ini identik dengan sumbu global X, Y, dan Z, serta mengikuti aturan tangan kanan. Setiap joint pada model struktur mempunyai enam komponen displacement, yaitu:

- Joint mengalami translasi ke arah tiga sumbu lokal yang diberi notasi U1, U2, dan U3. (Secara default U1 searah sumbu global X, U2 searah sumbu global Y, U3 searah sumbu global Z)
- Joint mengalami rotasi terhadap tiga sumbu lokal yang diberi notasi R1, R2 dan R3. (R1 berotasi terhadap U1, R2 berotasi terhadap U2, dan R3 berotasi terhadap U3)



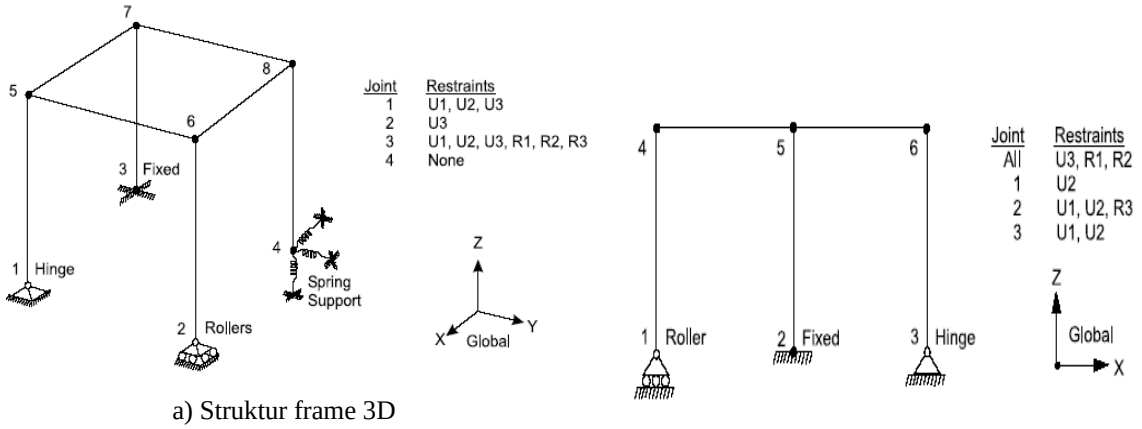
Gambar 1.2: Enam derajat kebebasan joint pada sistem koordinat lokal

Tiap derajat kebebasan pada model struktur harus mengikuti salah satu tipe sebagai berikut:

1. Aktif, ialah joint yang displacement-nya dihitung selama analisis model. Program secara otomatis akan menentukan derajat kebebasan aktif jika dipenuhi ketentuan sebagai berikut:
   - Beberapa gaya atau kekakuan diberikan sesuai dengan derajat kebebasan translasi pada joint, kemudian semua derajat kebebasan translasi yang ada dibuat aktif kecuali joint tersebut di-*constraint* atau di-*restraint*.
   - Beberapa gaya atau kekakuan diberikan sesuai dengan derajat kebebasan rotasi pada joint, kemudian semua derajat kebebasan

rotasi yang ada dibuat aktif kecuali *joint* tersebut di-*constraint* atau di-*restraint*.

2. *Restrained* (dikekang), ialah joint yang *displacement*-nya tertentu atau diketahui, dan berhubungan dengan reaksi yang dihitung selama analisis model. Joint ini biasanya berupa reaksi dukungan pada model struktur. Nilai *displacement* yang diketahui dapat nol atau tidak nol, dan mungkin berbeda-beda untuk tiap kondisi pembebanan. Gaya-gaya pada arah derajat kebebasan yang dikekang berupa reaksi yang dihitung pada waktu analisis. *Restraint* harus diberikan pada joint yang derajat kebebasannya sama dengan nol, karena jika hal ini tidak dilakukan maka struktur menjadi tidak stabil dan penyelesaian persamaan statik akan gagal. Contoh-contoh *restraint* pada dukungan dijelaskan pada gambar berikut:



a) Struktur frame 3D

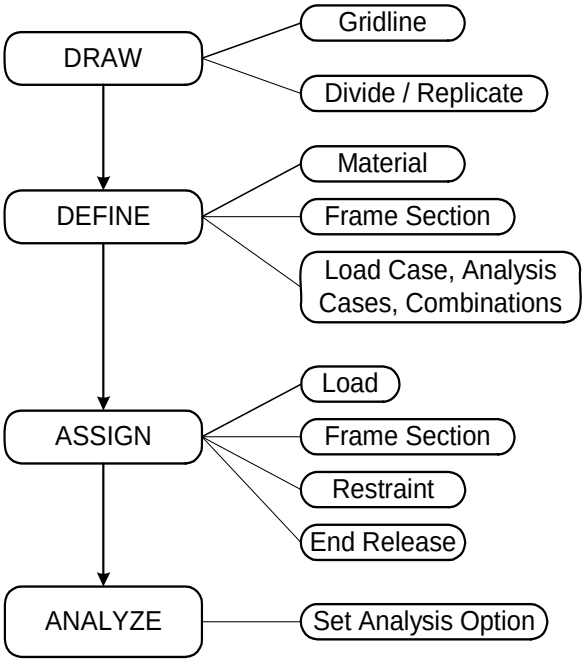
b) Struktur frame 2D Bidang X-Y

Gambar 1.3: Contoh restraint pada peletakan.

3. *Constrained*, ialah joint yang *displacement*-nya ditentukan dari *displacement* derajat kebebasan joint yang lain. Beberapa *joint* yang merupakan bagian dari *constraint* akan mempunyai satu atau lebih derajat kebebasan yang tidak nol sesuai constraint-nya.
4. *Null*, ialah joint yang *displacement*-nya tidak mempengaruhi struktur dan diabaikan pada analisis.
5. *Unavailable*, ialah joint yang displacement-nya ditiadakan dari analisis.

3. LANGKAH – LANGKAH ANALISIS SAP2000

Secara umum, langkah – langkah analisis SAP2000 meliputi; konfigurasi struktur (*draw*), *define*, *assign*, *design* (jika diperlukan), dan *analyze*.



Gambar 1.4: Diagram Langkah Analisis Statik

4. MENU PADA SOFTWARE SAP2000

Menu-menu penting yang ada pada software SAP2000 sesuai dengan urutan langkah-langkah analisis SAP2000 seperti di atas. Beberapa menu penting lainnya seperti:

1. Menu satuan, pada pojok kanan bawah wajib diperhatikan.
2. Keterangan “selected”, pada pojok kiri bawah.
3. Menu “select”
4. Menu “snap”
5. Menu Preferences
6. Menu “view”
7. Dsb.