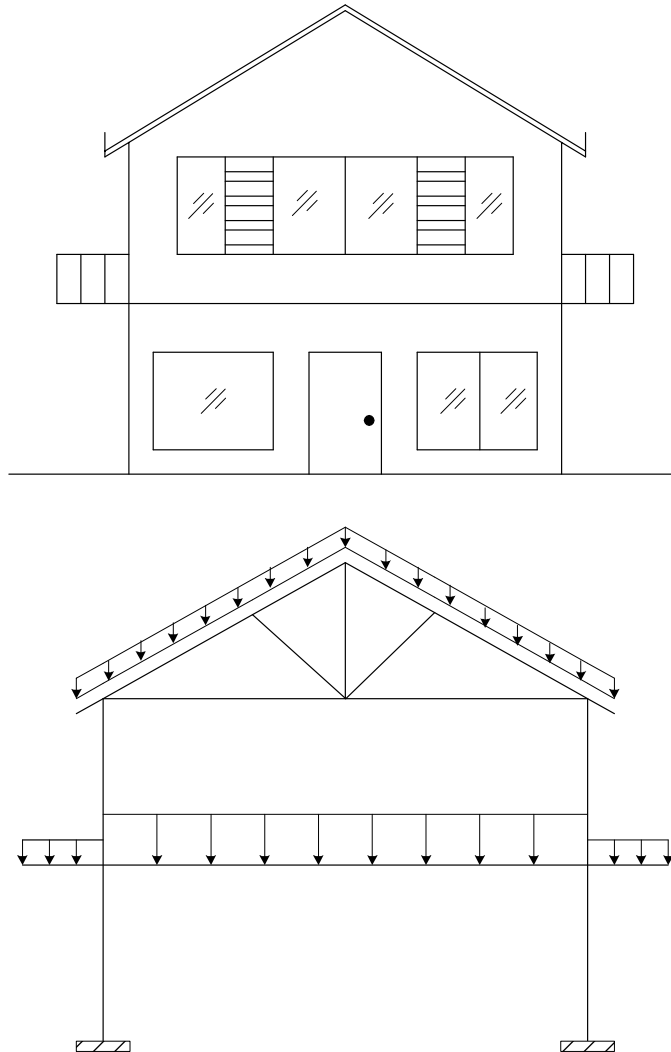


BAB 2

PEMODELAN SISTEM STRUKTUR

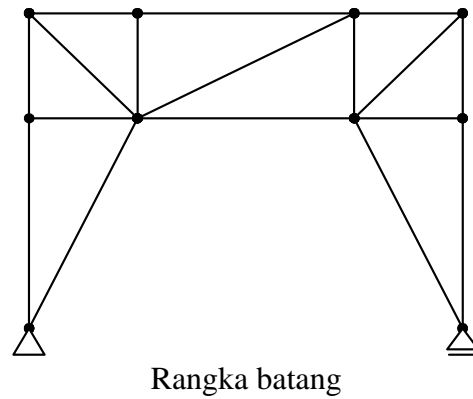
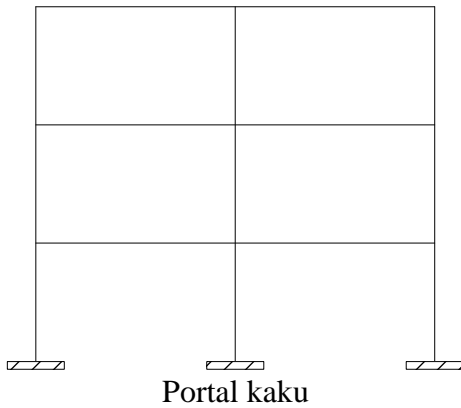
Untuk memudahkan dalam melakukan analisis sistem struktur, maka perlu dilakukan suatu penyederhanaan bentuk suatu bangunan menjadi suatu sistem struktur yang sederhana. Tindakan ini disebut Pemodelan Struktur.

Contoh :



Pemodelan Balok, Kolom, Rangka Batang

Pada umumnya komponen balok dan kolom di representasikan sebagai suatu garis lurus.



2.1 Perencanaan Struktur

- Pokok Utama Perencanaan Struktur :
 1. Harus memenuhi persyaratan pelaksanaan pekerjaan.
 2. Harus mampu memikul beban-beban yang bekerja dengan aman. (kuat, kaku, dan stabil).
- Tahap-tahap Perencanaan Struktur :
 1. Pra Rencana :
Pengembangan dan pemilihan alternatif struktur yang mungkin, dengan pertimbangan utama adalah tujuan atau fungsi bangunan. Pada tahap ini dilakukan :
 - Pemilihan type struktur.
 - Pemilihan bahan yang digunakan.
 - Analisis biaya sementara.
 - Pertimbangan nilai estetika.
 - Pertimbangan aspek hukum, ekonomi, sosial, budaya, lingkungan, dll.
 2. Penentuan dan Pemodelan Beban :
Dilakukan penentuan besarnya beban yang akan atau mungkin bekerja pada sistem struktur.
 3. Analisis Struktur :
Pada tahap ini dilakukan perhitungan reaksi dan gaya-gaya dalam yang terjadi di struktur akibat beban yang bekerja, serta pemeriksaan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas struktur maupun elemen-elemen. Perhitungan reaksi dan gaya-gaya dalam diajarkan pada mata kuliah Mekanika Teknik, sedang pemeriksaan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas struktur diajarkan pada mata kuliah-mata kuliah di jurusan Teknik Sipil.
 4. Penggambaran dan Pendetailan
Membuat gambar rencana struktur/konstruksi untuk dapat dilaksanakan oleh kontraktor. Merupakan tugas sang arsitek, dan diajarkan pada mata kuliah Struktur dan Konstruksi.

2.2 Pengertian Batang, Sambungan, Titik Simpul, dan Peletakan

Batang

Batang adalah sebagian dari keseluruhan struktur yang dibatasi oleh dua titik ujung, yang disambungkan dengan batang-batang lainnya untuk membentuk sistem struktur keseluruhan. Secara umum, pada kedua titik ujung dapat bekerja masing-masing tiga gaya, yaitu normal, lintang dan momen.

Batang dapat dikelompokkan berdasarkan kemampuannya untuk mengarahkan gaya dalam, dalam menjalankan fungsinya. Beberapa jenis batang diberikan dalam sajian berikut.

☺ *Batang Balok-Kolom*

Jenis batang ini dapat mengarahkan perlawanan ketiga reaksi, baik normal, lintang maupun momen.

☺ *Balok*

Jenis ini merupakan jenis balok kolom, namun dengan gaya aksial yang absen. Jadi, umumnya balok menahan momen dan lintang.

☺ *Pendel*

Jenis ini merupakan elemen batang yang hanya berfungsi mengarahkan perlawanan terhadap gaya aksial tarik ataupun tekan.

☺ *Batang Tarik* 1

Jenis ini, sering dikenal sebagai kabel, merupakan batang yang hanya mampu menahan gaya aksial tarik saja.

Dapat ditambahkan, kondisi beban yang bekerja atau jenis sambungan pada ujung batang, akan menentukan apakah gaya yang dipikul menjadi lengkap atau tidak. Sekalipun batang mampu untuk memikul ketiga jenis gaya dalam, akan tetapi jika kedua ujungnya merupakan sambungan sendi, dan tidak ada gaya lateral yang bekerja pada batang, maka batang akan berperilaku sebagai batang pendel. Dengan demikian, selain berdasarkan atas kemampuan batang dalam menyalurkan gaya dalam, maka kondisi pembebanan dan sistem sambungan juga dapat dijadikan dasar untuk menetapkan jenis dari batang tersebut.

Sambungan

Sambungan, atau sering dinamakan titik buhul, adalah lokasi dimana ujung-ujung batang bertemu dan disambungkan secara monolit, atau secara mekanis. Umumnya, sambungan dapat menyalurkan ketiga jenis gaya dalam. Sambungan yang dilakukan secara mekanis, atau dibuat monolit, dibagi menurut kelompok penting berdasarkan kemampuannya untuk menyalurkan gaya antar batang yang bertemu.

☺ *Sambungan Kaku*

Jenis sambungan ini dapat menyalurkan ketiga komponen gaya, normal, lintang dan momen.

☺ *Sambungan Sendi*

Jenis sambungan ini tidak dapat menyalurkan momen. Kemungkinan adanya ujung batang yang berniat untuk menyalurkan momen, berakibat berputarnya ujung batang pada sendi, sedemikian hingga kemungkinan munculnya momen dianulir.

☺ *Sambungan Rol*

Jenis *sambungan* semacam ini hanya mampu menyalurkan gaya yang tegak lurus bidang kontak antara komponen.

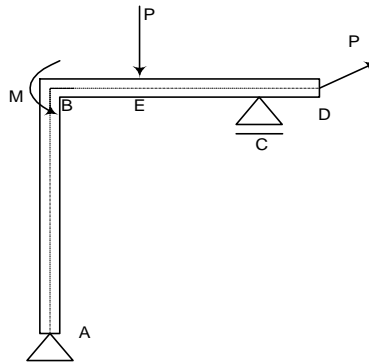
Dapat ditambahkan, bahwa sekalipun sambungan mampu untuk menyalurkan momen akan tetapi dapat dihadapi kondisi bahwa beban luar bekerja sedemikian hingga tidak mengagitasi munculnya momen pada sambungan. Jadi, dalam kasus ini, sambungan kaku berperilaku mirip sebagai sendi.

Titik Simpul

Titik simpul (*node*) adalah titik pertemuan yang diambil sebagai titik temu antara batang, dalam konsep pemodelan struktur. Titik simpul dapat merupakan penampang monolit, perletakan, sambungan, atau penampang monolit sebagai titik loncatan geometri

struktur atau bahkan suatu penampang fiktif yang diambil pada lokasi tertentu di sepanjang sumbu aksial batang.

Sebagai contoh, tinjaulah suatu sistem struktur yang terdiri atas balok tunggal yang ditumpu sedemikian hingga mempunyai bagian overhang, seperti dalam Gambar 4.5. Titik perletakan sendi A dan rol C diambil sebagai titik simpul karena A sebagai ujung balok merupakan batas struktur, dan pada titik C terjadi loncatan gaya dengan adanya reaksi rol. Titik D sebagai ujung batas struktur juga harus diambil sebagai titik simpul.



Titik *B* sebagai patahan/loncatan geometri diambil sebagai titik simpul. Dengan pengambilan ini, ada 3 elemen batang lurus atau berbentuk sederhana, yaitu bagian *AB*, *BC*, dan *CD*. Titik *E* sebagai titik tangkap beban terpusat, juga dapat diambil sebagai titik simpul. Dalam hal ini, tentu saja jumlah segmen bertambah menjadi empat, yaitu *AB*, *BE*, *EC*, dan *CD*. Pengambilan titik tangkap gaya luar terpusat sebagai titik simpul tambahan (dalam bahasan di atas, titik *E*), mempunyai makna khusus yang taktis, sebab di tempat semacam ini, terjadi diskontinuitas gaya-gaya dalam.

Singkatnya, titik simpul sebagai pertemuan antara segmen atau elemen, dapat berupa titik perternuan nyata antara batang yang secara mekanis disambungkan, ujung perletakan, ujung bebas, titik tangkap gaya luar terpusat, atau bahkan penampang fiktif sembarang yang diminati.

Perletakan

Perletakan adalah lokasi pada mana struktur diletakkan, sebagai pendukung yang menyalurkan akibat beban luar ke bagian pendukung lainnya, misalnya sistem struktur lain atau tanah. Yang jelas, sistem struktur hanya dapat stabil disebabkan oleh terletaknya struktur tersebut pada bagian pendukung yang stabil. Berikut ini, diberikan beberapa jenis batang, pertemuan, dan perletakan yang sangat penting diketahui dalam proses pemodelan struktur.

Tergantung dari kondisi bagian pendukung, dan konstruksi perletakan itu sendiri dalam desain, dibedakan beberapa macam perletakan. Tiga yang terpenting di antar a adalah sebagai berikut.

☺ *Jepitan*

Jenis perletakan ini dapat menyalurkan baik gaya lintang, normal, dan momen. Sebagai contoh, adalah tiang listrik yang ditancapkan mendalam pada tanah keras, pilar jembatan yang didudukkan pada sistem poer yang relatif sangat kaku, dan lain-lain.

☺ *Sendi*

Jenis perletakan ini dibuat hanya mampu melawan gaya lintang dan normal, dan bebas berputar pada porosnya, hingga tidak mampu menahan momen. Usaha untuk menimbulkan gaya momen pada ujung-ujung batang yang bertemu pada titik sendi,

tidak akan dilawan karena sendi akan berputar untuk menetralkan usaha semacam itu.

☺ Rol

Jenis perletakan ini diatur sehingga hanya mampu menahan satu komponen gaya, yaitu gaya yang tegak lurus terhadap arah pergerakan rol. Gaya yang bekerja searah rol tidak akan ditahan, sebab adanya gaya seperti itu akan menyebabkan rol berputar, dan titik, kg batang perletakan bergeser. Ini sering digunakan dalam struktur jembatan, untuk membebaskan pergerakan akibat perpanjangan gelagar akibat kenaikan suhu atau deformasi elastis.

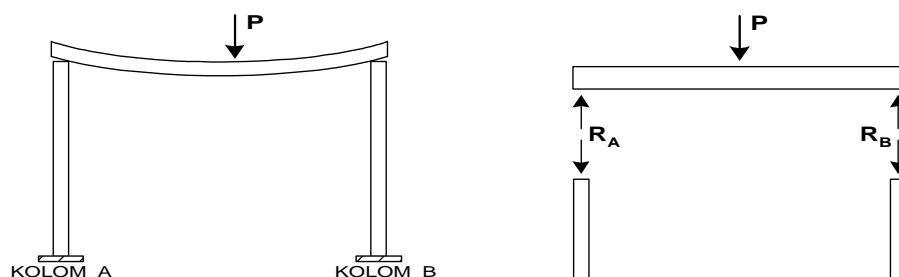
Konstruksi yang jelas dan rinci dari ketiga jenis perletakan tidak akan disajikan di sini, namun, gambar simbol dalam pemodelan struktur diberikan dalam tabel berikut:

Jenis	Gaya yang dapat ditransfer	Simbol
Jepit	Normal Lintang Momen	
Sendi	Dua gaya	
Rol	Satu gaya, Arah tegak lurus rol	

2.3 Pemodelan Tumpuan

Dalam hal ini, yang dimodelkan adalah gaya-gaya reaksi yang terjadi di tumpuan, dengan tujuan untuk mempermudah analisis. Pada gambar berikut, kolom B terdapat gaya R_B yg berarah ke bawah adalah ekuivalen (dan menggantikan) efek keseluruhan sistem balok horisontal yang dibebani dan bekerja pada kolom. Beberapa asumsi yang digunakan :

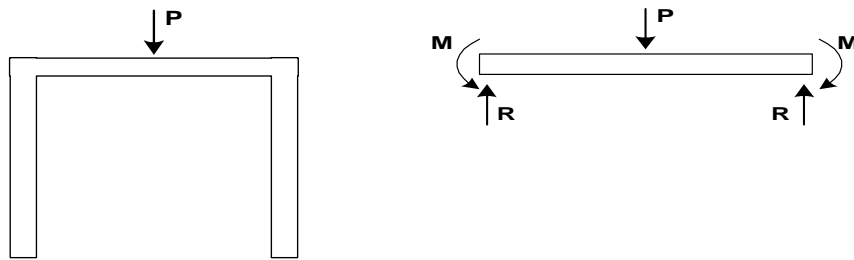
- Balok terletak sederhana di atas kolom. Titik hubung dianggap hanya menyalurkan gaya vertikal. Hal ini hanya berlaku untuk kondisi apabila hubungan antara balok dan kolom tidak kaku, dengan demikian kolom tidak menahan rotasi ujung-ujung balok.



Balok terletak sederhana di atas kolom

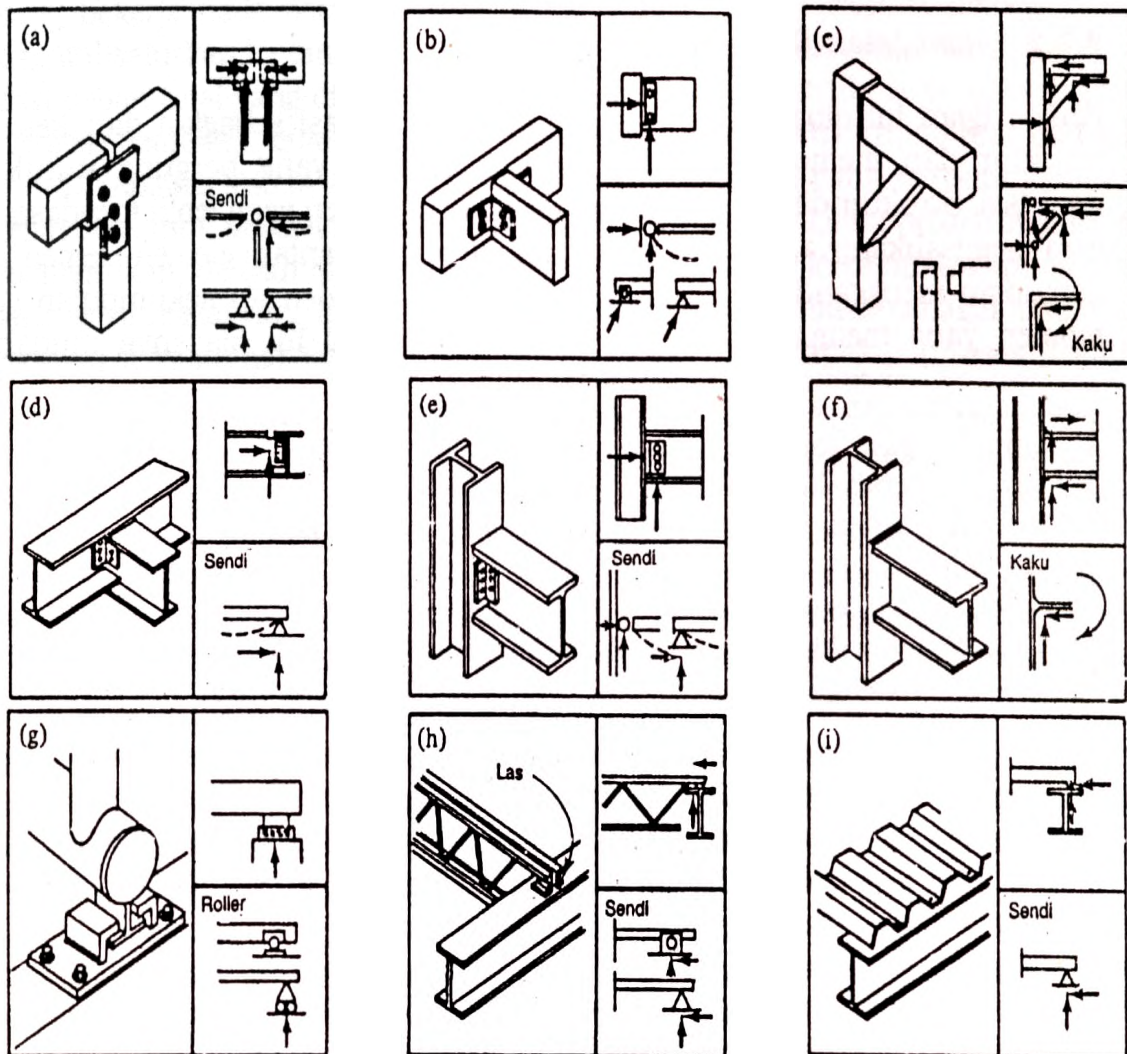
- Rangka (tidak dibahas secara analisis dan lengkap pada Mekanika Teknik I / STATIKA). Karena balok secara kaku dihubungkan dengan kolom, maka kolom

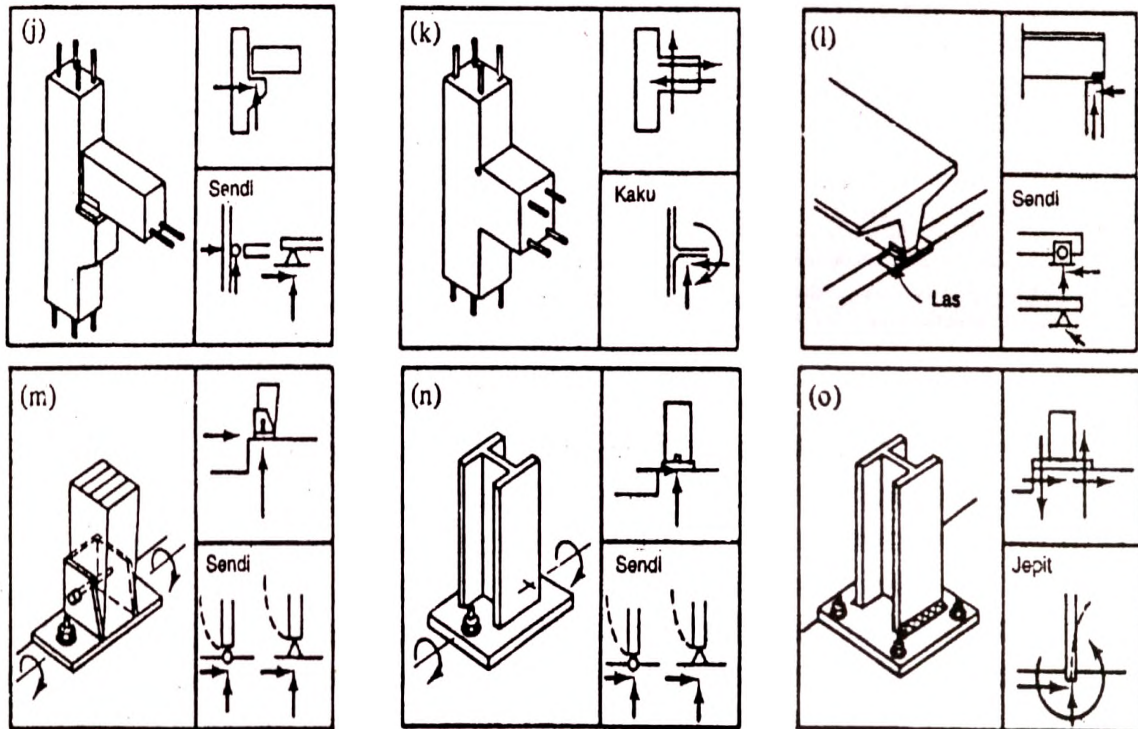
dapat menahan rotasi ujung-ujung balok. Maka momen dan gaya dapat disalurkan oleh hubungan kaku seperti demikian. Dalam penentuan model mana yang paling mendekati keadaan nyata di dalam praktek, diperlukan pertimbangan yang matang.



Rangka

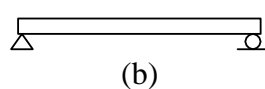
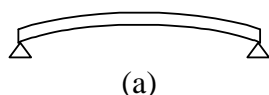
Beberapa hubungan aktual dan model ekuivalennya dapat dilihat pada gambar berikut:





Langkah-langkah Pemodelan Tumpuan :

- Pada Statika dan Mekanika Bahan (Mekanika Teknik 1 dan 2), model tumpuan ditentukan. Namun pada prakteknya, mahasiswa harus dapat memilih dan menganalisis, model tumpuan mana yang cocok untuk struktur yang analisis. Langkah-langkah analisisnya sebagai berikut :
 1. Selidiki apakah titik tumpuan tersebut meneruskan rotasi, jika tidak maka dimodelkan sebagai sendi atau rol.
 2. Pemilihan antara keduanya bergantung pada apakah titik tersebut dapat meneruskan hanya pada satu arah atau pada arah sembarang. Apabila pada arah sembarang, maka titik tersebut dimodelkan sebagai sendi.
 3. Apabila gaya tersebut hanya dapat didasarkan pada satu arah, maka titik hubung tersebut dipandang sebagai rol. Hubungan rol memperbolehkan terjadinya rotasi antara elemen struktur dan juga translasi dalam arah tegak lurus terhadap gaya yang disalurkan.
 - Kadangkala perbedaan titik hubung sendi dan jepit sulit ditentukan secara langsung. Secara prinsip antara lain :
 1. Apabila satu elemen struktur dihubungkan dengan yang lainnya pada satu titik saja, maka titik hubung tersebut merupakan sendi.
 2. Jika elemen struktur terhubung di dua titik yang berjarak jauh, maka titik hubung tersebut dikatakan kaku. Tidak mungkin suatu rotasi disalurkan oleh elemen struktur ke elemen struktur lainnya melalui titik hubung yang hanya menggunakan satu titik, ingat momen kapel !! (lihat gambar A (e) dan A (f))
- Kumpulan titik hubung pada sistem struktur harus memepertahankan 3 persamaan keseimbangan $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum M = 0$ (paling sedikitnya 1 tumpuan sendi).



(a) Struktur Stabil (Statis Tak Tentu)

Apabila kedua ujung balok adalah sendi, perubahan temperatur dapat menyebabkan gaya internal besar pada balok, karena tidak dapat berekspansi atau berkontraksi.

(b) Satu sendi diganti dengan rol, sehingga ekspansi ataupun kontraksi dapat terjadi dengan bebas. (Statis Tentu) Merupakan struktur stabil.

(c) Jika tumpuan rol digunakan pada kedua ujung, struktur akan bergerak apabila ada beban horizontal. Jadi salah satu tumpuan haruslah sendi.

2.4 Klasifikasi Perilaku Struktur

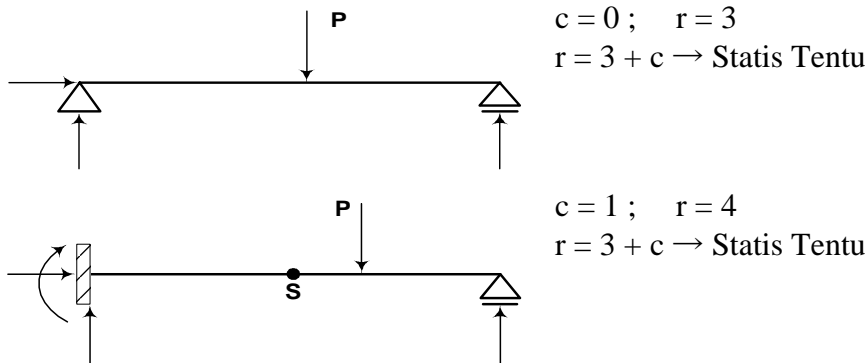
A. Statis Tentu

Jika jumlah reaksi tumpuannya sama dengan jumlah persamaan pada keseimbangan statis ditambah dengan persamaan kondisi struktur.

r = jumlah reaksi peletakan.

c = jumlah persamaan kondisi struktur/sendi gerber.

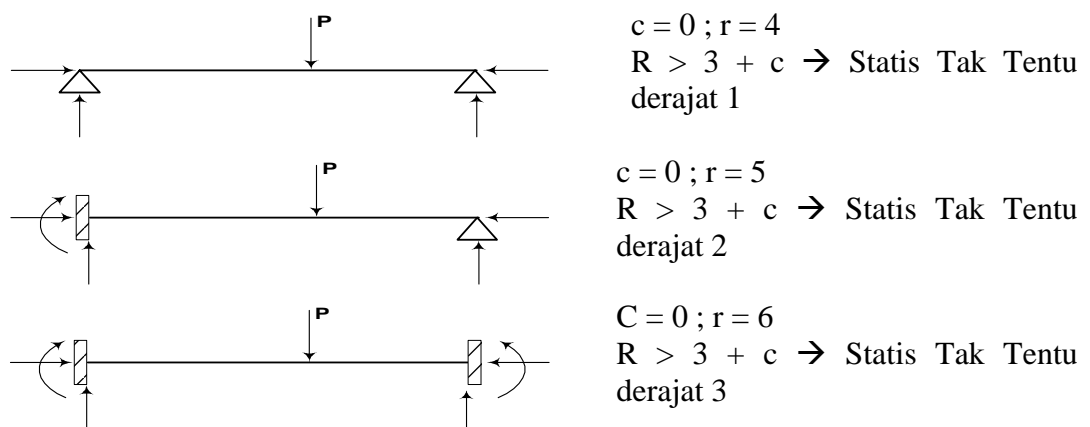
Sehingga akan mendapat syarat : $r = 3 + c$



B. Statis Tak Tentu

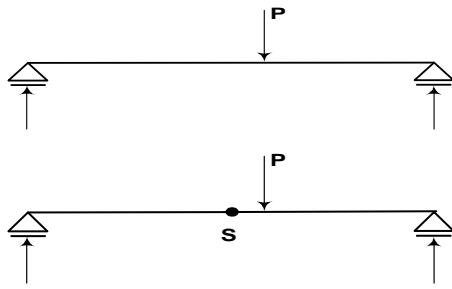
Apabila jumlah reaksi tumpuannya lebih besar dari jumlah persamaan keseimbangan statis ditambah dengan persamaan kondisi, sehingga berlaku : $r \geq 3 + c$

Contoh :



B. Struktur Labil

Apabila jumlah reaksi tumpuannya lebih kecil dari jumlah persamaan keseimbangan statis ditambah dengan persamaan kondisi, sehingga berlaku : $r \leq 3 + c$



$$C = 0 ; r = 2$$
$$R < 3 + c \rightarrow \text{Labil}$$

$$C = 0 ; r = 3$$
$$R < 3 + c \rightarrow \text{Labil}$$