

# BABI PENDAHULUAN

## 1.1. Pendahuluan

Pengertian struktur mengacu pada sistem dari suatu bagian yang tersusun untuk mendukung suatu beban. Contoh yang termasuk dalam jenis struktur adalah bagian dari kehidupan kita sehari-hari yaitu gedung/bangunan, jembatan, menara, dan lain-lain. Contoh lain yang juga termasuk dalam kategori struktur adalah rangka kapal dan pesawat, tangki, sistem mesin dan struktur pendukung listrik.



Gambar 1.1. Struktur Rangka Batang (*Truss*)

Dalam mendesain suatu struktur terutama yang berfungsi untuk kepentingan publik haruslah memenuhi kriteria :

- Keamanan (*safe*)
- Estetika (*esthetic*)
- Kelayanan (*service*)
- Ekonomi
- Ramah Lingkungan

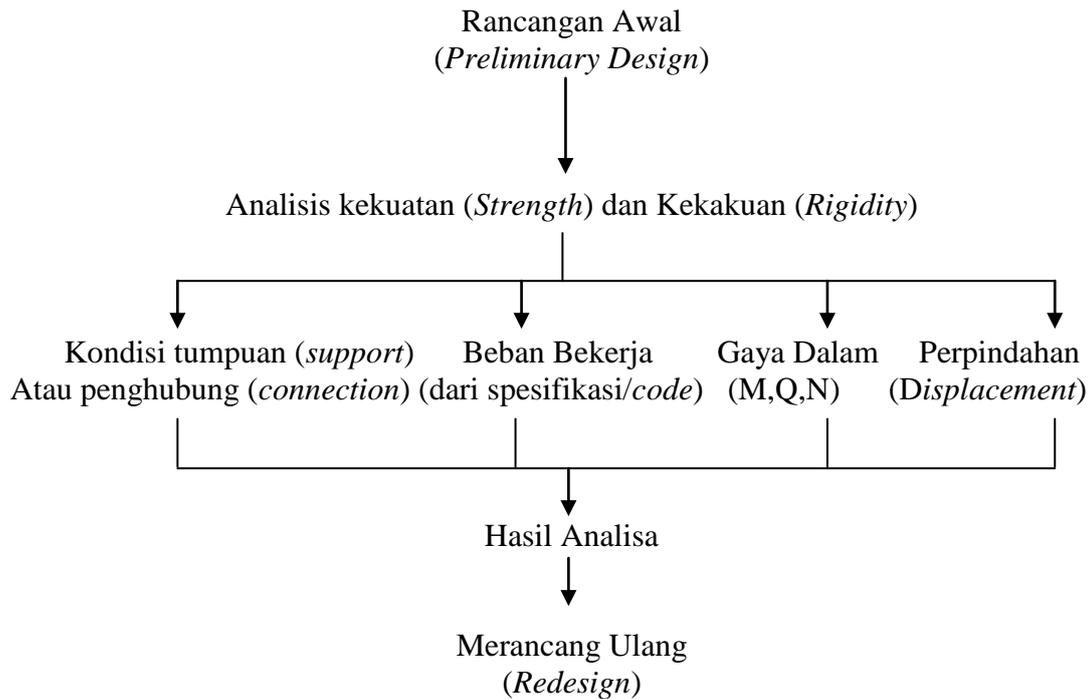


Gambar 1.2. Struktur Rangka Kaku (*Frame*)

Untuk dapat menghasilkan struktur yang memenuhi kriteria tersebut hal-hal yang dibutuhkan adalah:

- Mengetahui pengetahuan dasar mengenai sifat-sifat material/bahan penyusun (*material Properties*)
- Mengetahui hukum-hukum mekanika
- Melakukan proses desain yang bersifat kreatif dan teknik

Alur kerja yang menggambarkan proses analisis struktur diperlihatkan pada gambar 1.3 berikut:



Gambar 1.3. Alur Kerja Analisis Struktur

## 1.2. Sejarah Mekanika Struktur

Mekanika Struktur melewati jalan yang panjang dengan ditentukan oleh para ahli (*pioneer*) dan *innovator* yang memberikan kontribusi terhadap sejarah dan peradaban. Kesuksesan mereka dalam bidang sistem struktur sudah terbukti sejak sebelum masehi dan bertahan hingga sekarang. Lihat saja Piramid di Mesir, Obeliks dan Candi yang dibangun dengan peralatan dan bahan yang sederhana.

Periode 1800-1900 adalah masa yang luar biasa dalam pengembangan seni teknik struktur. Perkembangan awal pada semen dan beton ada di Eropa. Pada tahun 1801, **F. Ciognet** menerbitkan tulisan tentang prinsip-prinsip bangunan menggunakan beton. Tahun 1824, **Joseph Aspdin** di Leeds, Inggris menemukan semen portland modern.

Yang mengejutkan, seorang tukang kebun perancis, **Joseph Monier**, mempatenkan sistem beton bertulang. Hasil kerjanya menimbulkan pengembangan yang lebih luas serta penggunaan beton bertulang baik di Eropa maupun di Amerika Serikat.

Untuk pengembangan lebih jauh dari beton, konsep beton prestress telah sukses dikenalkan dan digunakan oleh beberapa kalangan misalnya **W.H. Hewett** pada awal tahun 1920an mengembangkan dasar-dasar prinsip prategang circular yang digunakan pada tangki dan pipa.

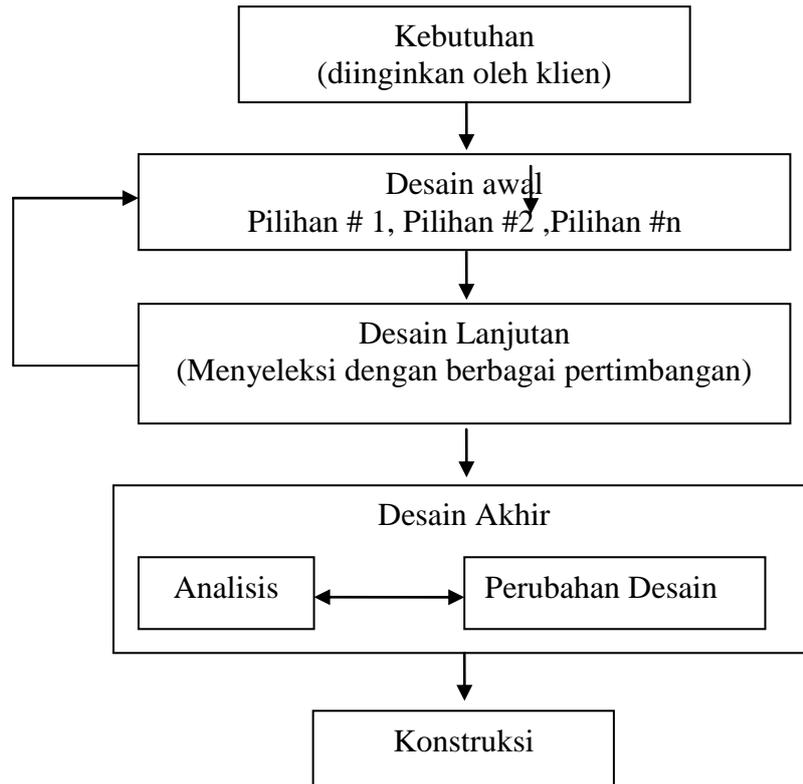
Penggunaan Besi sebagai bahan struktur dimulai dengan bangunan *cast iron bridges* di Inggris di akhir tahun 1700. **John Roebling** (1806-1869) adalah pelopor dalam desain dan konstruksi jembatan *suspension/gantung*. Sebagai seorang perancang jembatan **Brooklyn**, beliau mampu memperkirakan pengaruh beban gravitasi, beban lalu lintas dan beban angin pada rencana jembatan.

Pada saat metode pabrikan dan konstruksi dikembangkan, teknik analisis pun berkembang. **B.P.E. Clapeyron** (1799-1864), seorang berbangsa Perancis, menemukan **teorema tiga momen**, metode untuk menyelesaikan balok menerus. Metode ini menemukan penggunaan lebih luas dalam analisis struktur jembatan. **J.C. Maxwell** (1831-1879) mengembangkan metode perpindahan konsisten yang dapat digunakan untuk menyelesaikan rangka batang, balok dan rangka kaku statis tak tentu. Di Itali, **Alberto Castigliano** (1847-1884) mengembangkan metode (sekarang dikenal sebagai **teorema Castigliano**) untuk menghitung defleksi pada tahun 1873.

### **1.3. Desain Struktur**

#### **1.3.1. Pengertian**

Apa itu desain struktur ? Dari sudut pandang konsep, proses desain ditunjukkan pada gambar 1.4. Kebutuhan (terhadap gedung, jembatan dan lain-lain) menimbulkan proses desain. Dari gambar 1.4 terlihat bahwa proses desain bersifat iteratif, melalui beberapa tahapan, yaitu awal (*preliminary*), lanjutan (*intermediate*), dan akhir, dimana berbagai pilihan jenis desain dapat dijelaskan, diperbaiki, dikurangi, dan diperbaiki lagi.



Gambar 1.4. Konsep Proses Desain

Pilihan terhadap parameter desain tertentu menghasilkan perkembangan peraturan (*design code*).

Contohnya :

Jika keputusan menggunakan *hot-rolled steel* sebagai bahan struktur dasar untuk keperluan gedung kantor, desain yang sedang dibuat akan menggunakan Peraturan Pembebanan untuk Gedung, yang menyediakan data beban yang berhubungan, dan *American Institute of Steel Construction (AISC)*, yang menyediakan spesifikasi untuk batas dari respon struktur.

Para perancang, di tahapan manapun, memulai dengan perkiraan (dugaan) terhadap desain yang seharusnya.

Contohnya:

- Seorang Insinyur mungkin memilih W14 x 68 (Sebuah penampang baja dengan jenis AISC Wide –Flange) untuk kolom.
- Dengan nilai yang telah disediakan untuk parameter struktur, analisis struktur yang cocok dihasilkan.

- Respons struktur yang dihasilkan analisis, dalam bentuk gaya, perpindahan, reaksi dan sebagainya, digunakan untuk mengecek validitas desain.
- Jika desain tidak memenuhi spesifikasi (misalnya, jika perpindahan terlalu besar), maka perancang harus menghitung ulang desain dengan nilai yang baru terhadap beberapa atau seluruh parameter desain.
- Sebaliknya, jika desain terlalu konservatif, perancang harus memiliki pilihan untuk menemukan desain dengan biaya lebih rendah, mungkin dengan **mengurangi ukuran** dan **dimensi** dari beberapa parameter desain.

Dalam aturan desain secara khusus, seorang insinyur dan perusahaannya berinteraksi dengan para klien dan pemerintah terkait (contohnya Pemkot dan Bappeda).

Mereka juga mungkin berinteraksi dengan :

- a. Arsitek (atau insinyur transportasi atau perencana) yang menyediakan bentuk struktur yang sesuai dengan kebutuhan klien
- b. Insinyur listrik yang sesuai dengan kebutuhan terhadap bagian listrik
- c. Insinyur mesin yang mendesain sistem panas dan dingin
- d. Insinyur geoteknik, yang akan menyediakan properti tanah dan mungkin mendesain sistem pondasi
- e. Insinyur hidraulik berhubungan dengan drainase
- f. Surveyor yang memiliki data topografik
- g. CAD (Menggambar dengan berbasis komputer) pribadi yang menerjemahkan data desain menjadi detail desain dan gambar kerja
- h. Perusahaan konstruksi yang pada akhirnya menerjemahkan gambar struktur dan detail menjadi bentuk fisik.

Perusahaan konsultan desain struktur yang lebih kecil akan berhubungan dengan satu atau lebih perusahaan terhadap proyek desain. Perusahaan yang lebih besar berhubungan dengan perusahaan yang mempekerjakan insinyur dan personel lain dengan latar belakang yang beragam untuk menggabungkan keperluan yang berbeda seperti yang sudah dijelaskan di muka.

Ada beberapa hal yang menjadi kunci dimana insinyur harus memiliki kemampuan desain struktur meliputi pengetahuan

- Perilaku dan sifat material
- Tipe penampang potongan yang sesuai

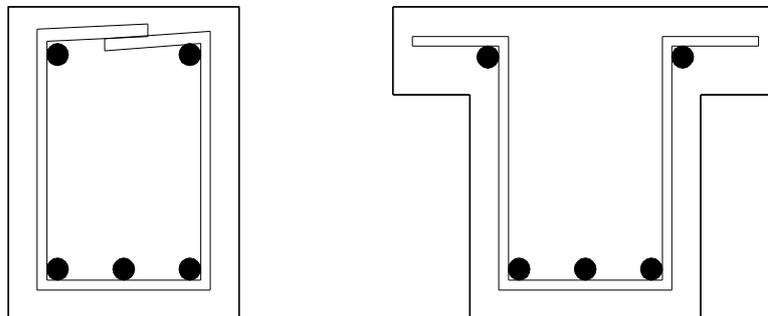
- Kode desain yang aplikatif terhadap perhitungan beban dan pemeriksaan respon dan performa struktur
- Proses desain atau mendesain kembali berhubungan dengan tujuan desain utama.

### 1.3.2. Material Struktur

Material yang paling sering digunakan adalah beton, baja, kayu dan bata. Materi mengenai sifat material struktur akan dibahas lebih lanjut pada mata kuliah Mekanika Bahan di semester berikutnya. Materi tersebut membahas tentang konsep yang berhubungan dengan tegangan, regangan, teori kegagalan, dan komputasi distribusi tegangan pada berbagai jenis struktur.

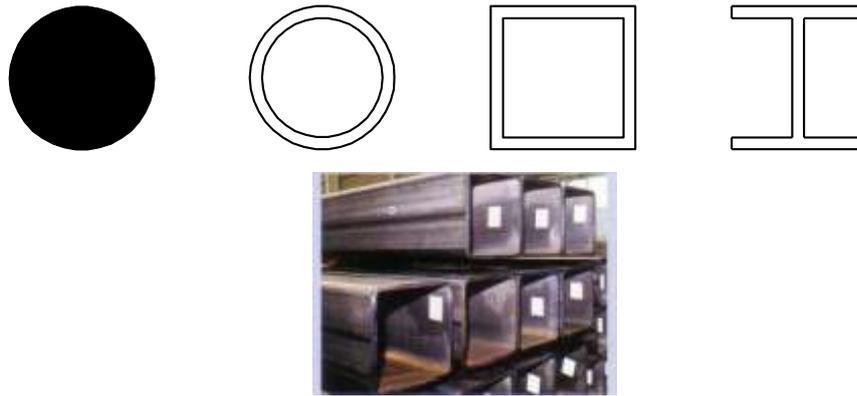
### 1.3.3. Penampang Struktur

Rangka batang (*truss*) dan rangka kaku (*frame*) terutama untuk material baja tersedia dengan bentuk penampang potongannya yang sangat bervariasi. Bentuk yang berbeda menimbulkan pilihan yang berbeda terhadap perancang untuk mendesain sistem secara efektif. Penampang potongan beton biasanya persegi, lingkaran atau bentuk T



Gambar 1.5 Tipikal Penampang Potongan Beton

Baja dan beberapa penampang potongan bahan metal lainnya tersedia dalam beragam bentuk dan dimensi. Beberapa contohnya dapat dilihat pada gambar 1.6.



Gambar 1.6 Penampang potongan Baja Simetris

Penampang potongan kayu hampir selalu dalam bentuk persegi. Perhitungan properti penampang potongan dibahas dalam materi kuliah Mekanika Bahan .

#### 1.3.4. Peraturan Desain Struktur

Peraturan desain (*design code*) berisi materi tertentu seperti beban desain, tegangan izin, properti material, dimensi dan properti penampang potongan. Materi lainnya yang ada dalam peraturan meliputi prosedur dan persamaan desain, perhitungan sampel, pembahasan tentang filosofi dari prosedur dan persamaan, dan tips untuk penggunaan prosedur yang sesuai. Peraturan menjamin bahwa kesehatan masyarakat dan keselamatan dilindungi lewat praktek prosedur teknik yang aman. Spesifikasi dari peraturan biasanya berupa standar yang dapat diterima secara minimum. Hal ini tergantung pada insinyur untuk menjamin bahwa spesifikasi yang digunakan untuk desain akhir paling tidak bernilai baik jika tidak lebih baik dari spesifikasi yang dianjurkan.

#### 1.3.5. Desain Optimal

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, proses desain itu sifatnya iterasi. Pada desain tertentu, perancang memulai dengan perkiraan (dugaan) awal. Dengan kata lain, perancang mengasumsi nilai untuk semua parameter desain terhadap struktur.

Contoh parameter desain meliputi:

- bentuk awal
- geometri dan layout struktur
- dimensi penampang potongan dari elemen
- perilaku struktur yang ditumpu

Hasil dari analisis struktur memungkinkan untuk diperiksa apakah struktur tersebut memenuhi spesifikasi peraturan desain. Dapat diajukan beberapa pertanyaan yang relevan. Contohnya:

- bagaimana spesifikasi desain dan kebutuhan ?
- apakah desain unik/khusus ?
- Apa yang harus dilakukan perancang bila desain tidak memenuhi spesifikasi?
- Apa yang harus dilakukan perancang untuk mengurangi biaya secara keseluruhan dari komponen atau sistem struktur?
- Dapatkah langkah desain dihasilkan dalam bentuk yang sistematis?

Langkah diatas bertujuan untuk mendapatkan optimasi struktur, dimana masalah desain kemudian dituangkan dalam bentuk matematika yang kemudian dapat diselesaikan secara sistematis untuk menemukan solusi optimal.

#### 1.4. Satuan

Satuan bisa dibuat dalam bentuk pangkat seperti:

Tabel 1.1. Notasi dan Nilai Faktor Satuan

<i>Awalan</i>	<i>Notasi</i>	<b>Faktor</b>
nano-	n	$10^{-9}$
mikro-	$\mu$	$10^{-6}$
mili-	m	$10^{-3}$
kilo-	k	$10^3$
mega-	M	$10^6$
giga-	G	$10^9$

Tabel berikut menunjukkan satuan yang paling sering digunakan :

Tabel 1.2. Besaran dan Satuan

<i>Kuantitas</i>	<i>Satuan U.S Customary (English)</i>	<b>Satuan SI</b>
massa	slug	kg (kilogram)
panjang	ft (feet)	m (meter)
temperatur	F (Fahrenheit)	C (Celcius)
tegangan	psi (pounds per sq.in)	Pa (pascal)
percepatan	$ft/s^2$	$m/s^2$

---

gaya	lb (pound)	N (Newton)
momen	lb.ft	N.m
perpindahan	ft	M
rotasi atau slope	rad	Rad
waktu	s (second)	s (second)

---

**Latihan 1.1.**

Pelajari mengenai konversi satuan, konversikan dua jenis satuan pada tabel 1.2. diatas!