Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence

Mata Kuliah : Perancangan Struktur Baja
Kode : TSP – 306
SKS : 3 SKS

Perilaku Material Baja dan Konsep Perencanaan Struktur Baja

Pertemuan - 1

- TIU :
  - Mahasiswa dapat merencanakan kekuatan elemen struktur baja beserta alat sambungnya
- TIK :
  - Mahasiswa dapat menjelaskan konsep perencanaan elemen struktur baja

Universitas Pembangunan Jaya

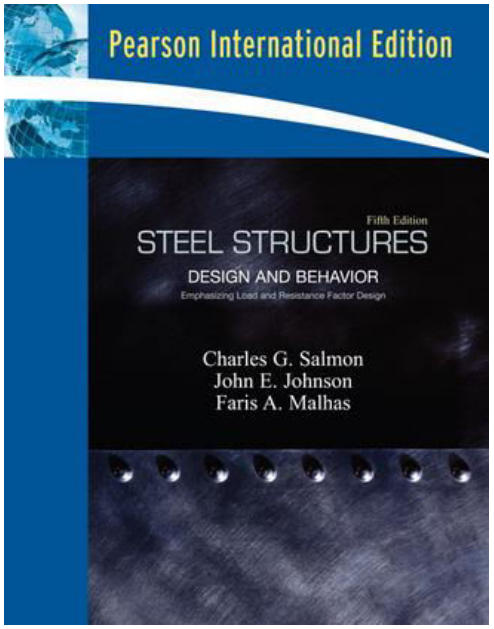
a home base to excellence

- Sub Pokok Bahasan :
  - Perilaku Mekanis Baja
  - Pengantar LRFD Untuk Desain Baja
- Text Book :
  - Setiawan, A. (2013). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2nd ed. Penerbit Erlangga. ISBN : 978-602-241-498-8
  - Salmon, C.G., & Johnson, J.E., (2009). *Steel Structures Design and Behavior*. 5th ed. Pearson Prentice Hall. ISBN : 978-0-13-206119-3
  - SNI 03-1729-2002. (2002) *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*.

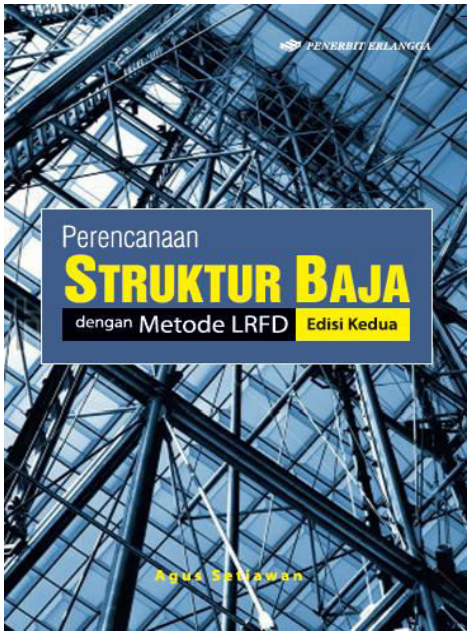
Bobot Penilaian :
Tugas : 30 %
Ujian Tengah Semester : 30%
Ujian Akhir Semester : 40%

Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence



± $ 190,-



Rp 119.200,00

http://bukuerlangga.com/5310-perencanaan-struktur-baja-dengan-metode-lrfd-edisi-ii-0076240010.html

Material Baja

- Baja yang akan digunakan dalam struktur dapat diklasifikasikan menjadi :
  - Baja Carbon (Carbon Steel)
  - Baja Paduan Rendah Mutu Tinggi (High Strength-Low Alloy Steel, HSLA)
  - Baja Paduan (Alloy Steel)
- Sifat – sifat mekanik dari baja tersebut seperti tegangan leleh dan tegangan putusnya diatur dalam ASTM A6/A6M.

Carbon Steel

- Baja karbon dibagi menjadi 3 kategori tergantung dari persentase kandungan karbonnya, yaitu : baja karbon rendah (C = 0,03 – 0,35%), baja karbon medium (C = 0,35 – 0,50%), dan baja karbon tinggi (C = 0,55 – 1,70%).
- Baja yang sering digunakan dalam struktur adalah baja karbon medium, misalnya baja BJ 37. Kandungan karbon baja medium bervariasi dari 0,25 – 0,29% tergantung ketebalan.
- Selain karbon, unsur lain yang juga terdapat dalam baja karbon adalah mangan (0,25 – 1,50%), Silikon (0,25 – 0,30%), fosfor (maksimal 0,04%) dan sulfur (0,05%).
- Baja karbon menunjukkan titik peralihan leleh yang jelas. Naiknya persentase karbon meningkatkan tegangan leleh namun menurunkan daktilitas, salah satu dampaknya adalah membuat pekerjaan las menjadi lebih sulit.
- Baja karbon umumnya memiliki tegangan leleh (f_y) antara 210 – 250 MPa

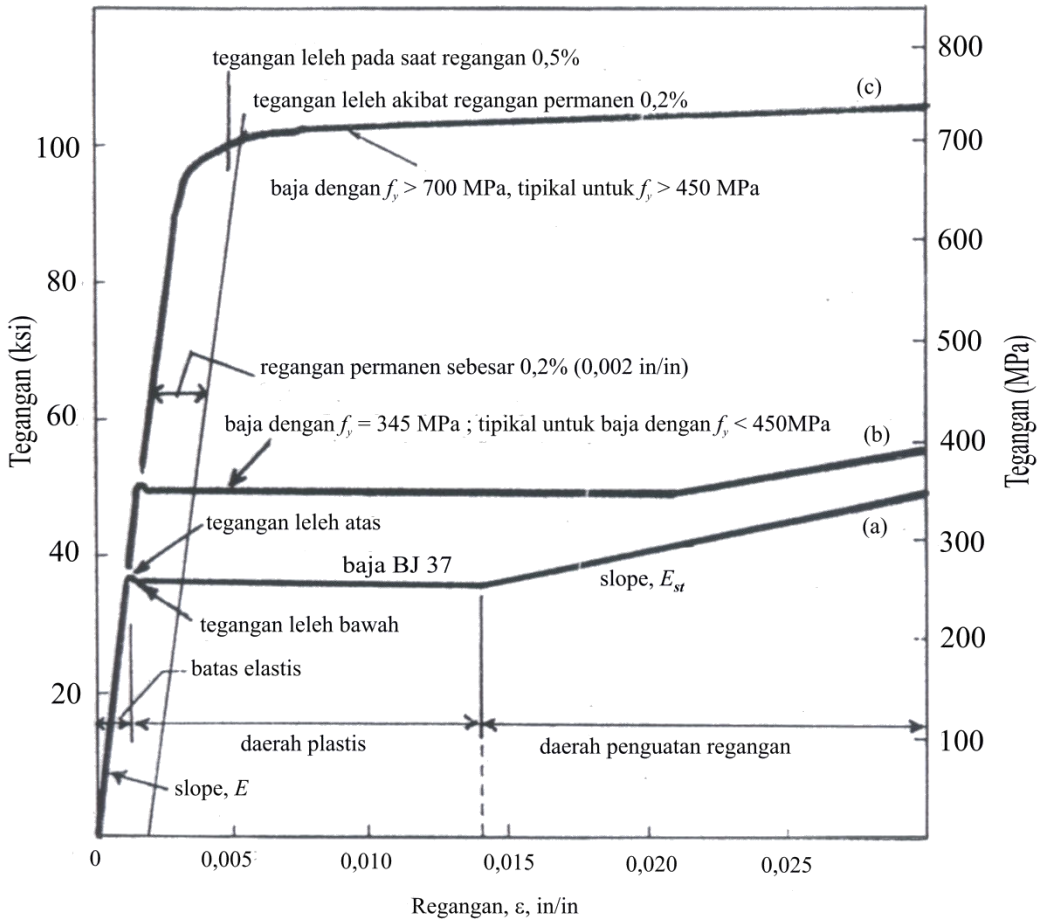
High Strength-Low Alloy (HSLA)

- Tegangan leleh berkisar antara 290 – 550 MPa dengan tegangan putus (f_u) antara 415 – 700 MPa.
- Titik peralihan leleh dari baja ini nampak dengan jelas
- Penambahan sedikit bahan – bahan paduan seperti chromium, columbium, mangan, molybden, nikel, phospor, vanadium atau zirkonium dapat memperbaiki sifat – sifat mekaniknya.
- Bahan – bahan paduan ini mampu memperbaiki sifat mekanik baja dengan membentuk mikrostruktur dalam bahan baja yang lebih halus.

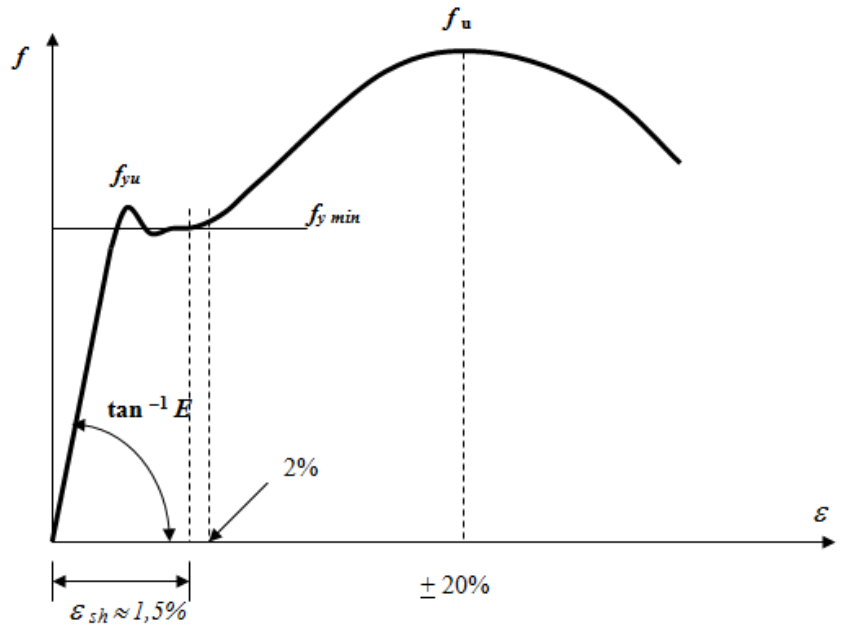
Baja Paduan

- Baja paduan rendah (*low alloy*) dapat ditempa dan dipanaskan untuk memperoleh tegangan leleh antara 550 – 760 MPa.
- Titik peralihan leleh tidak nampak dengan jelas
- Tegangan leleh dari baja paduan biasanya ditentukan sebagai tegangan yang terjadi saat timbul regangan permanen sebesar 0,2%, atau dapat ditentukan pula sebagai tegangan pada saat regangan mencapai 0,5%.

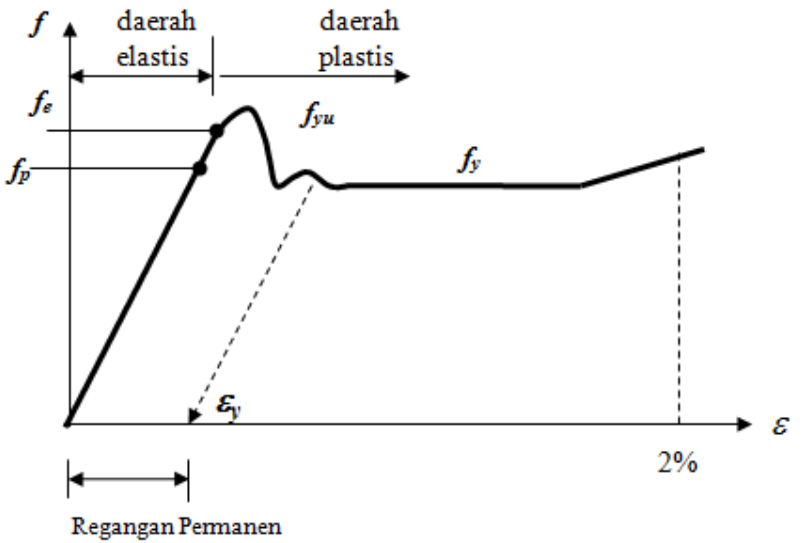
Baut yang biasa digunakan sebagai alat pengencang mempunyai tegangan putus minimum 415 MPa hingga 700 MPa. Baut mutu tinggi mempunyai kandungan karbon maksimum 0,30 %, dengan tegangan putus berkisar antara 733 hingga 838 MPa.


tegangan leleh pada saat regangan 0,5%
tegangan leleh akibat regangan permanen 0,2%
(c)
baja dengan f_y > 700 MPa, tipikal untuk f_y > 450 MPa
regangan permanen sebesar 0,2% (0,002 in/in)
baja dengan f_y = 345 MPa ; tipikal untuk baja dengan f_y < 450MPa
(b)
tegangan leleh atas
(a)
baja BJ 37
slope, E_{st}
tegangan leleh bawah
batas elastis
daerah plastis
daerah penguatan regangan
slope, E
Tegangan (ksi)
Tegangan (MPa)
Regangan, ε, in/in
0
0,005
0,010
0,015
0,020
0,025
20
40
60
80
100
100
200
300
400
500
600
700
800

- Agar dapat memahami perilaku suatu struktur baja, maka seorang ahli struktur harus memahami pula sifat – sifat mekanik dari baja.
- Model pengujian yang paling tepat untuk medapatkan sifat – sifat mekanik dari material baja adalah dengan melakukan **uji tarik** terhadap suatu benda uji baja.



Gambar Kurva Hubungan Tegangan (*f*) vs Regangan (*ε*)



Gambar Bagian Kurva Tegangan – Regangan Yang Diperbesar

Titik – titik penting dalam kurva tegangan – regangan antara lain adalah :

f_p : batas proporsional
f_e : batas elastis
f_{yu}, f_y : tegangan leleh atas dan bawah
f_u : tegangan putus
ε_{sh} : regangan saat mulai terjadi efek *strain – hardening* (penguatan regangan)
ε_u : regangan saat tercapainya tegangan putus

Dalam perencanaan struktur baja, SNI 03-1729-2002 mengambil beberapa sifat – sifat mekanik dari material baja yang sama yaitu :

- Modulus Elastisitas, E = 200.000 MPa
- Modulus Geser, G = 80.000 MPa
- Angka *Poisson* = 0,30
- Koefisien muai panjang, α = $12.10^{-6}/^{o}C$

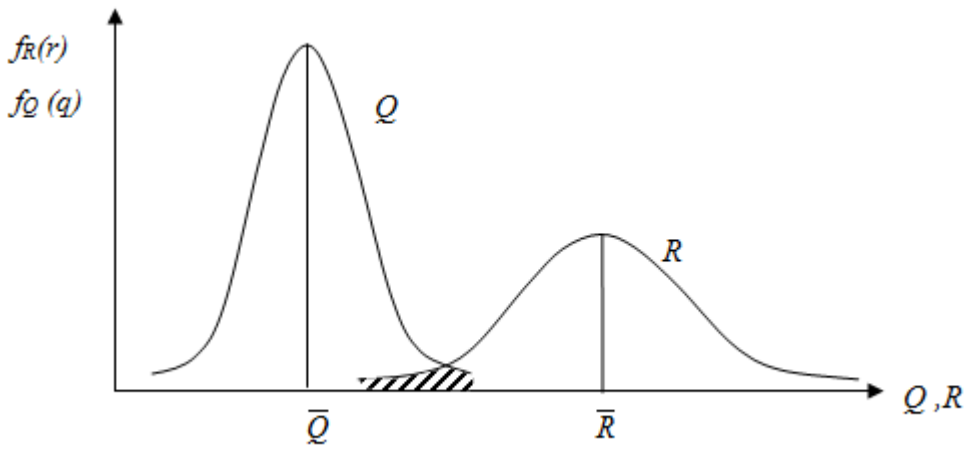
Jenis Baja	Tegangan Putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan Leleh minimum, f_y (MPa)	Regangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Konsep LRFD Untuk Desain Baja

- Dua filosofi yang sering digunakan dalam perencanaan struktur baja adalah perencanaan berdasarkan tegangan kerja / *working stress design* (*Allowable Stress Design/**ASD***) dan perencanaan kondisi batas / limit states design (*Load and Resistance Factor Design/**LRFD***).
- Metoda ASD dalam perencanaan struktur baja telah digunakan dalam kurun waktu kurang lebih 100 tahun. Dan dalam 20 tahun terakhir prinsip perencanaan struktur baja mulai beralih ke konsep LRFD yang jauh lebih rasional dengan berdasarkan pada konsep probabilitas.
- Metode LRFD untuk perencanaan struktur baja yang diatur dalam SNI 03-1729-2002, berdasarkan pada konsep probabilitas dengan mengacu pada metode **First Order Second Moment**. Metode ini mengasumsikan bahwa beban Q dan tahanan R saling bebas secara statistik.

Peluang Kegagalan

- Dalam konteks analisa keandalan suatu struktur, yang dimaksud dengan istilah kegagalan (*failure*) adalah terjadinya salah satu dari sejumlah kondisi batas yang telah ditentukan sebelumnya.
- Faktor beban dan tahanan dipilih sedemikian rupa sehingga peluang kegagalan suatu struktur adalah kecil sekalai atau masih dalam batas – batas yang dapat diterima.



Fungsi Kerapatan Probabilitas Tahanan Dan Beban

- Secara umum, suatu struktur dikatakan aman apabila dipenuhi kondisi sebagai berikut :

$$\phi R_n \geq \Sigma \gamma_i . Q_i$$

- Bagian kiri dari persamaan merepresentasikan tahanan atau kekuatan dari sebuah komponen atau sistem struktur.
- Dan bagian kanan persamaan menyatakan beban yang harus dipikul struktur tersebut.
- Jika **tahanan nominal R_n** dikalikan suatu faktor tahanan ϕ maka akan diperoleh **tahanan rencana** ($R_u = \phi R_n$)
- Sedangkan berbagai macam beban (beban mati, beban hidup, gempa dll.) pada bagian kanan persamaan dikalikan suatu faktor beban γ_i untuk mendapatkan jumlah **beban terfaktor** $\Sigma \gamma_i . Q_i$.

Dalam peraturan baja Indonesia, SNI 03-1729-2002 pasal 6.2.2 mengenai kombinasi pembebanan (*U*), dinyatakan bahwa dalam perencanaan suatu struktur baja haruslah diperhatikan jenis-jenis kombinasi pembebanan berikut ini :

- $1{,}4D$
- $1{,}2D + 1{,}6L + 0{,}5(L_a \text{ atau } H)$
- $1{,}2D + 1{,}6(L_a \text{ atau } H) + (\gamma_L.L \text{ atau } 0{,}8W)$
- $1{,}2D + 1{,}3W + \gamma_L.L + 0{,}5(L_a \text{ atau } H)$
- $1{,}2D \pm 1{,}0E + \gamma_L.L$
- $0{,}9D \pm (1{,}3W \text{ atau } 1{,}0E)$

D	adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai atap, plafon, partisi tetap, tangga dan peralatan layan tetap
L	adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain-lain γ_L = 0,5 bila $L < 5$ kPa, dan γ_L = 1 bila $L \geq 5$ kPa. Faktor beban untuk *L* harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum dan semua daerah yang memikul beban hidup lebih besar dari 5 kPa
L_a	adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan dan material atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak
H	adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air
W	adalah beban angin
E	adalah beban gempa yang ditentukan dari peraturan gempa

Contoh 1.1 :

- Suatu struktur pelat lantai dipikul oleh balok dari profil WF 450.200.9.14 (berat sendiri profil = 0,76 kN/m) dengan jarak antar balok adalah sebesar 2,5 m (as ke as). Beban mati pelat lantai sebesar 2,5 kN/m^2 dan beban hidup 4 kN/m^2. Hitunglah beban terfaktor yang harus dipikul oleh balok tersebut sesuai kombinasi LRFD (SNI 03-1729-2002)!

Contoh 1.2 :

- Suatu sistem struktur atap dari profil WF 400.200.8.13 (berat sendiri profil = 0,66 kN/m) yang diletakkan setiap jarak 3 m, digunakan untuk memikul beban mati sebesar 2 kN/m^2, beban hidup atap 1,5 kN/m^2 serta beban angin 1 kN/m^2. Hitunglah beban terfaktor yang harus dipikul oleh profil tersebut !

Faktor Tahanan

Faktor tahanan dalam perencanaan struktur berdasarkan metoda LRFD, ditentukan dalam tabel 6.4-2 SNI 03-1729-2002, sebagai berikut :

- Komponen struktur yang memikul lentur — $\phi = 0{,}90$
- Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial — $\phi = 0{,}85$
- Komponen struktur yang memikul gaya tarik
  - Terhadap kuat tarik leleh — $\phi = 0{,}90$
  - Terhadap kuat tarik fraktur — $\phi = 0{,}75$
- Komponen struktur yang memikul gaya aksial dan lentur — $\phi = 0{,}90$
- Komponen struktur komposit
  - Kuat tekan — $\phi = 0{,}85$
  - Kuat tumpu beton — $\phi = 0{,}60$
  - Kuat lentur dengan distribusi tegangan plastis — $\phi = 0{,}85$
  - Kuat lentur dengan distribusi tegangan elastis — $\phi = 0{,}90$
- Sambungan baut — $\phi = 0{,}75$
- Sambungan las
  - Las tumpul penetrasi penuh — $\phi = 0{,}90$
  - Las sudut, las tumpul penetrasi sebagian, las pengisi — $\phi = 0{,}75$

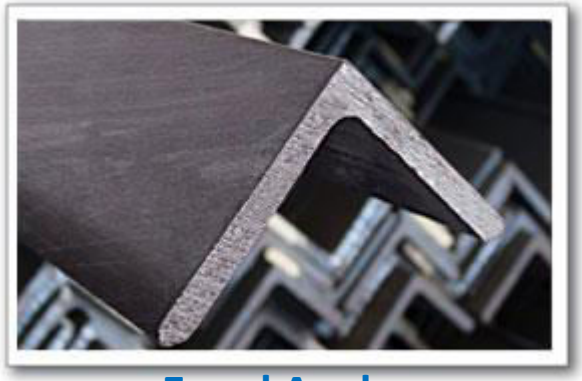
Penampang Profil Baja

- Terdapat dua metode pembuatan penampang profil baja yaitu metode Hot-Rolled (giling panas) serta metode Cold-Form (bentukan dingin)
- Metode giling panas digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis penampang baja, seperti siku, WF, T, H Beam dengan berbagai jenis ukuran serta ketebalan
- Metode bentukan dingin dapat digunakan untuk menghasilkan penampang dengan ketebalan tipis, seperti Lip Channel, Z-section atau pada pembuatan penampang baja ringan.

Universitas
Pembangunan Jaya

a home base to excellence

Hot Rolled Section



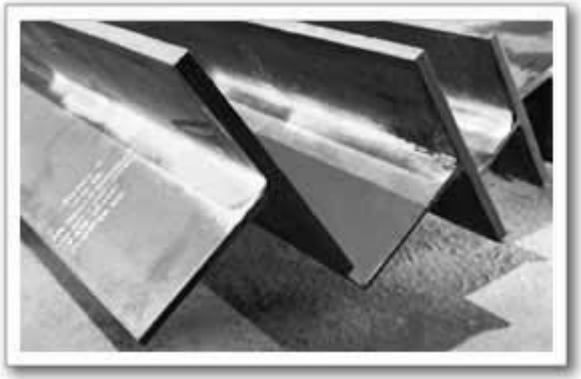
Equal Angle

Wide Flange (WF)

H-Beam

King Cross

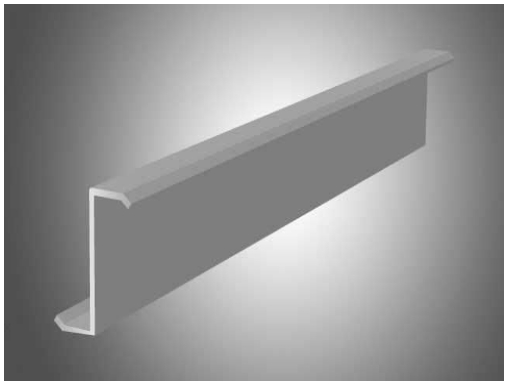
Queen Cross



Tee-Section

Cold Form Section

Light Lip Channel



Z - Section

Cell Form

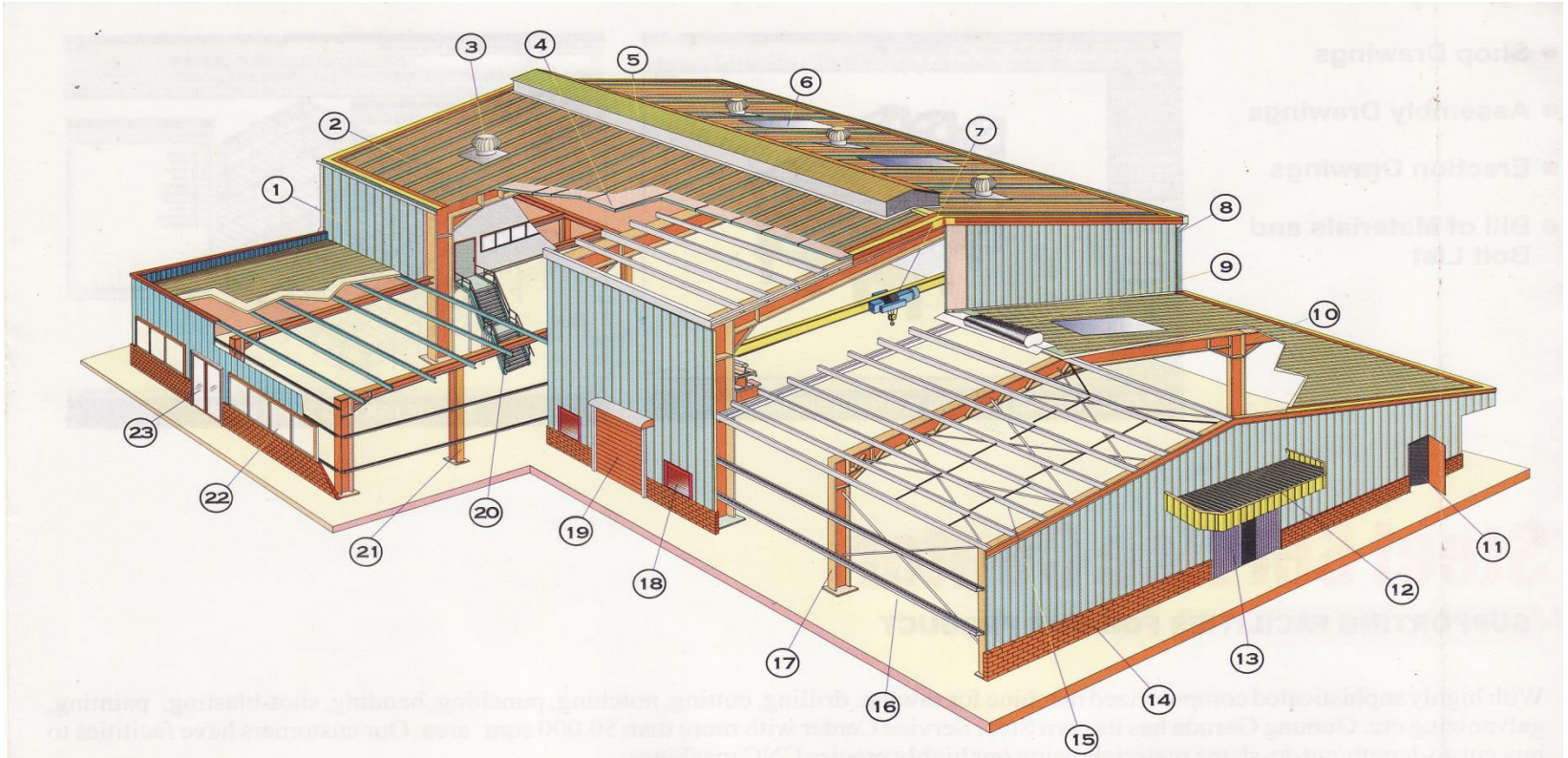
Honey Comb

- Industrial Building

- Industrial Building

Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence



LEGEND :

1. Wall Panel
2. Roof Panel
3. Ventilator
4. Insulation
5. Roof Monitor
6. Sky Light
7. Crane System
8. Gutter & Downspout
9. Ridge Ventilator
10. Roof Extension
11. Personnel Door
12. Canopy & Facia
13. Sliding Door
14. Brick Wall
15. Purlin & Sagrod
16. Girt & Bracing
17. Rigid Frame
18. Louver
19. Rolling Door
20. Stairs
21. Wind Column
22. Window
23. Double Personnel Door

Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence

Cisomang Railroad Bridge

Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence

Offshore Platform Structure

Universitas Pembangunan Jaya

a home base to excellence

Garuda Indonesia Maintenance Facility