

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

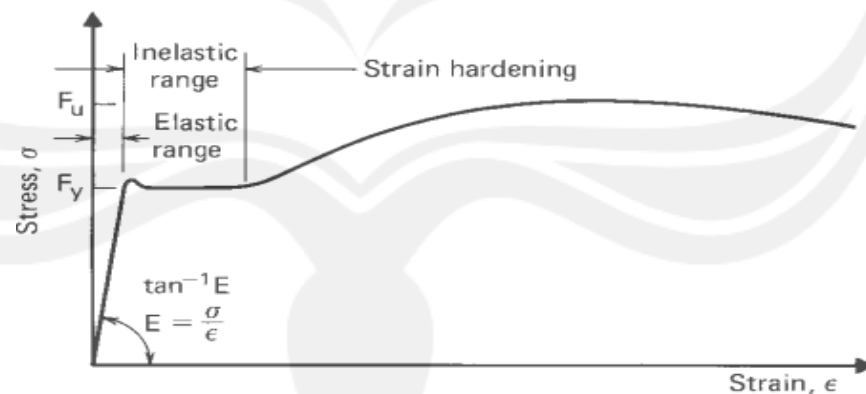
#### 2.1. Baja Ringan

Baja ringan (*light weight structure*) merupakan baja canai dingin (*cold formed steel*) yang keras yang diproses kembali komposisi atom dan molekulnya, sehingga menjadi baja yang lebih fleksibel. Baja ringan yang proses pembentukannya sama dengan baja canai dingin (*cold form steel*) memiliki dimensi dan ketebalan yang relatif tipis jika dibanding dengan baja konvensional, ketebalannya yaitu berkisar 0,4 hingga 2 mm. Walau lebih tipis dan ringan, baja ringan atau baja canai dingin mampu memiliki kekuatan tarik yang setara dan lebih dari baja konvensional. Berdasarkan nilai tegangan tariknya, baja ringan dapat dikelompokkan menjadi 2 macam baja ringan, yaitu tegangan tarik rendah (G250 dan G300) dan tegangan tarik tinggi (G550). Proses dalam pembentukan baja ringan ini melalui proses cold forming, yaitu dibentuk menjadi lembaran, gulungan, atau pelat pada suhu kamar. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembentukan baja ringan adalah carbon steel yang terdiri dengan komposisi 1,70% *Carbon*, 1,65 *Manganese*, 0,60% *Silicon*, 0,60% *Copper*. *Carbon* dan *Manganese* adalah bahan pokok untuk meninggikan tegangan (*strength*) dari baja murni. Penambahan persentase *Carbon* akan mempertinggi tegangan leleh (*yield stress*) tetapi mengurangi daktilitas.

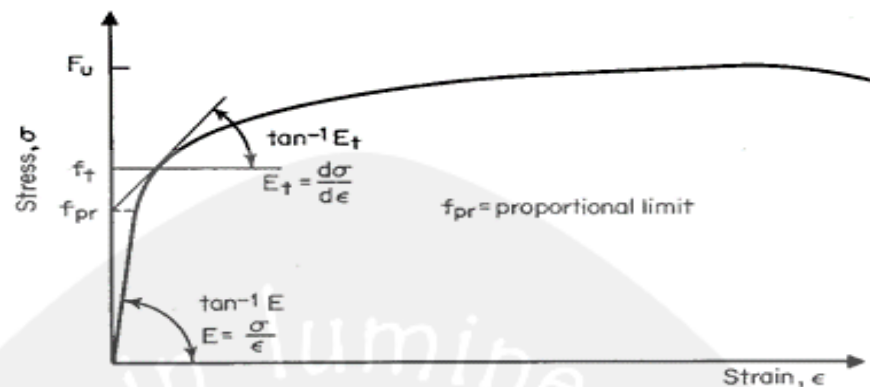
## 2.2. Tegangan Leleh, Kuat Tarik, dan Kurva Tegangan Regangan

Pada struktural dengan baja ringan, kekuatannya akan menjadi bagian yang penting pada konstruksi. Kekuatan yang dinilai pada baja ringan adalah titik leleh atau kekuatan leleh pada baja kecuali pada daerah sambungan dan tekuk lokal elastis maupun tekuk global mencapai kondisi kritis. Tegangan leleh baja canai dingin berkisar antara 165 Mpa hingga 552 Mpa (Yu, 2000).

Pada umumnya ada dua kurva tegangan regangan pada baja canai dingin. Kurva yang pertama adalah kurva nilai tegangan leleh tajam yang digunakan pada baja untuk cara produksi *hot rolling* atau pembuatan disaat masih sangat panas di tuang kedalam cetakan dengan teknik khusus. Kurva yang kedua adalah kurva nilai tegangan leleh stabil yang digunakan pada baja untuk cara produksi *cold form* atau pembuatan saat dalam suhu ruang.



Gambar 2.1 Kurva Tegangan Regangan Baja Ringan Tegangan Leleh Tajam  
(Sumber: Yu, 2000)



Gambar 2.2 Kurva Tegangan Regangan Baja Ringan Tegangan Leleh Stabil  
(Sumber: Yu, 2000)

### 2.3. Profil Baja Ringan

Menurut Wiguna (2015), Batang struktur Baja Canai Dingin dapat diklasifikasikan dalam dua golongan utama:

1. batang profil struktural tunggal (profil kanal (*C-section*), profil Z (*Z-section*), profil I (*I-section*), profil siku (*angle section*), profil T (*T-section*), profil sigma (*sigma section*) dan profil bulat (*Tubular section*)
2. bentuk panel dan dek.

### 2.4. Sambungan Baja Ringan

Baja ringan merupakan suatu elemen konstruksi yang pada penggunaannya tidak lepas dari penyambungan untuk menjadikannya suatu bagian konstruksi. Sehingga penyambungan yang dilakukan menggunakan berbagai macam sambungan dan teknik sambungan. Fungsi sambungan pada elemen konstruksi baja ringan antara lain:

1. menyatukan dua atau lebih bagian pada baja ringan yang diperlukan dalam suatu konstruksi,
2. mendapatkan ukuran baja ringan yang akan dipakai dalam konstruksi,
3. memudahkan pergantian bagian dan penyetelan pada satu gabungan elemen baja ringan.

Alat sambung juga berperan sebagai perkuatan pada sistem rangka tersebut. Karena alat sambung juga menerima beban pada sistem struktur rangka tersebut. Dimana letak atau posisi serta jumlah alat sambung sangat mempengaruhi perkuatan tersebut. Namun jumlah yang berlebihan hanya akan menimbulkan kelebihan berat sendiri dan kekuatan yang tidak berarti. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan alat sambung yang optimal sehingga tidak sia-sia. (Erlangga dkk., 2017)

Menurut SNI 7971-2013 Struktur Baja Canai Dingin, sistem pengencangan yang sesuai seperti las, baut, sekrup, paku keling, *clinch*ing, paku, lem struktural atau alat mekanis lainnya, dapat digunakan untuk menghubungkan bagian – bagian komponen struktur. Setiap sambungan pada struktur didesain agar konsisten dan harus mampu mentransfer efek-efek aksi desain yang dihitung dari analisis, diharuskan mengikuti setiap asumsi-asumsi analisis struktur yang terdapat dalam SNI 7971-2013.

Beberapa kerusakan yang sering terjadi berdasarkan analisis yang ditinjau dari SNI 7971-2013. Terdapat empat tipe kegagalan yang terjadi dalam setiap analisis yang dilakukan pada baja ringan, yaitu:

1. kegagalan akibat sobekan pada pelat (*tear-out failure*)

kegagalan ini sering terjadi pada sambungan, dimana alat sambung baut berada dekat dengan tepi ujung pelat atau jarak antara baut dengan searah gaya yang kecil,

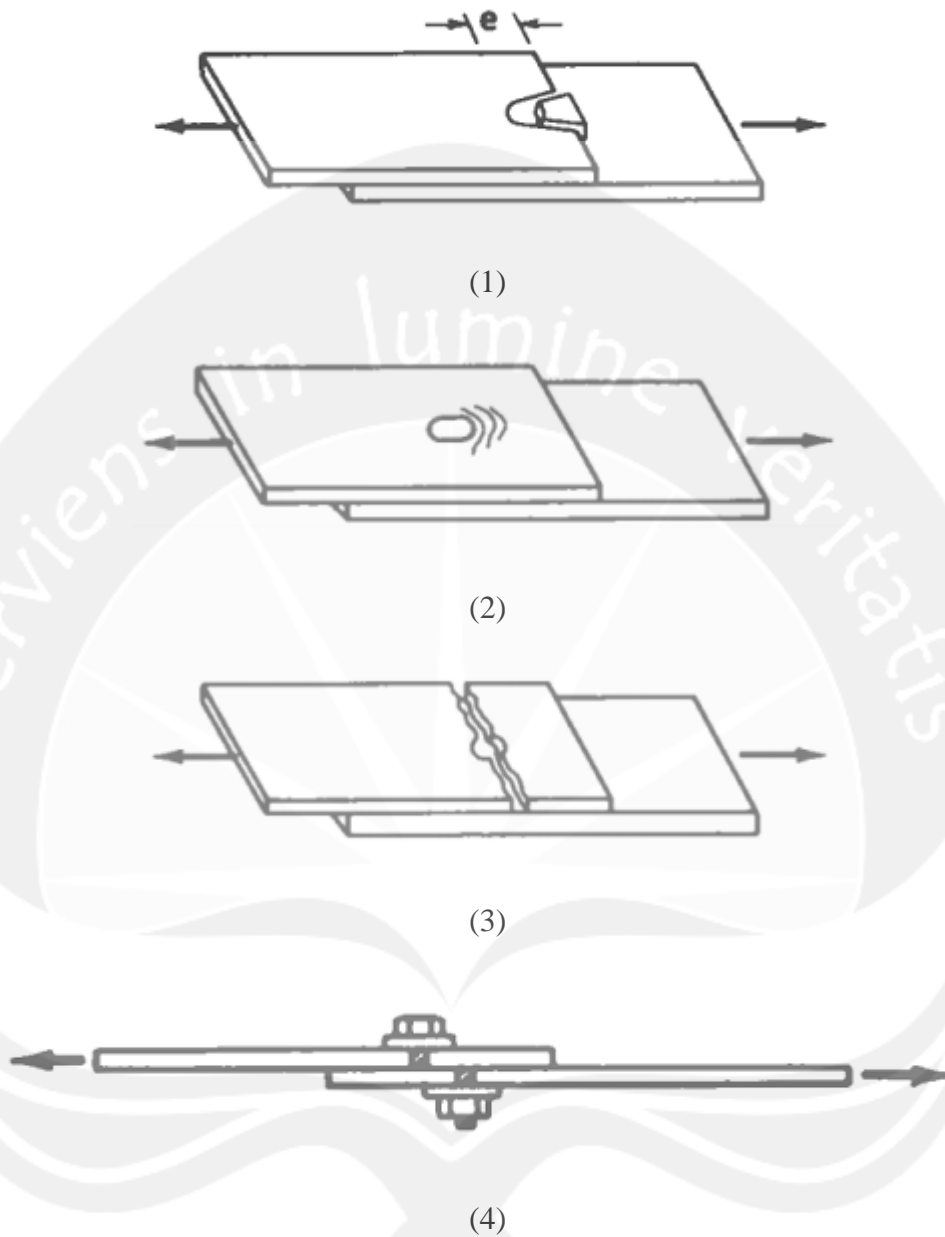
2. kegagalan bearing pada pelat atau kegagalan geser pada plat tumpu  
kegagalan ini biasa terjadi apabila pelat yang disambung tipis karena gaya yang diberikan melebihi kapasitas tumpu baut,

3. kegagalan tarik pada bagian bersih sambungan (*tension failure of net section*)

kegagalan ini terjadi konfigurasi baut yang kurang baik, akibat dari banyaknya jumlah baut pada arah tegak lurus gaya atau penempatan baut yang terlalu berdekatan.

4. kegagalan geser pada baut dan kombinasi kegagalan dari dua atau lebih kombinasi tersebut,

kegagalan ini terjadi apabila kekuatan alat sambung baut yang digunakan tidak mampu menahan gaya geser yang diberikan pada sambungan.



Gambar 2.3 Mode Kegagalan pada Sambungan Baut  
(Sumber: Zeynalian dkk, 2016)

## 2.5. Sambungan Baut dan Sambungan Sekrup

Pada umumnya, sambungan elemen struktur baja ringan yang digunakan adalah alat sambungan sekrup (*self drilling screw*). Alat sambung sekrup memiliki keuntungan yaitu harganya relatif lebih murah dibandingkan baut dan kemudahan

untuk perakitan dan pelepasannya. Kepraktisan pemasangan sekrup menjadi pilihan utama karena untuk pengeboran dan pengencangan dapat dilakukan secara bersamaan. Namun, sekrup memiliki kelemahan, yaitu kekuatannya yang bergantung pengencangan sekrup dan tahanan antara bidang ulir sekrup dengan lubang penampang. Dibandingkan dengan baut, keuntungan penggunaan alat sambung baut adalah kemudahannya dilakukan pemasangan atau penyetulan dan kemampuannya untuk menyambungkan baja tebal lebih dari 4d. Kekuatan baut yang mampu menjadi sambungan penumpu karena bergantung dengan pengencangan mur dan baut. Sesuai dalam SNI 7971-2013, sambungan baut digunakan apabila ketebalan pelat tersambung kurang dari 3 mm. Untuk sambungan baut pada pelat dengan ketebalan lebih atau sama dengan 3 mm, harus menggunakan ketentuan sesuai AS 4100 atau NZS 3404. Untuk ukuran lubang baut standar tidak bisa lebih besar dari tabel 2.1

Tabel 2.1 Ukuran maksimum lubang baut (SNI 7971-2013)

Diameter baut nominal $df$ (mm)	Diameter baut nominal $db$ (mm)	Diameter baut nominal ukuran berlebih $db$ (mm)	Dimensi lubang slotpendek (mm)	Dimensi lubang slotpanjang (mm)
< 12	$df + 1.0$	$df + 2.0$	( $df + 1.0$ ) hingga ( $df + 6.0$ )	( $df + 1.0$ ) hingga 2.5 $df$
> 12	$df + 2.0$	$df + 3.0$	( $df + 2.0$ ) hingga ( $df + 6.0$ )	( $df + 2.0$ ) hingga 2.5 $df$



Gambar 2.4 Detail Baut

(Sumber: <http://smksinarhusni2tr.com/wp-content/uploads/2016/05/baut-konstruksi.png>)

Pada sambungan yang menggunakan alat sambung baut ada dua tipe sambungan yaitu:

1. sambungan tipe tumpu (*bearing type connection*)

Pada sambungan tipe ini, sambungan dibentuk dengan memakai baut biasa atau baut mutu tinggi yang dikencangkan sampai gaya tarik minimum yang disyaratkan. Beban yang sudah direncanakan yang akan terjadi pada bidang disalurkan dengan gaya geser baut atau tumpu pada daerah yang disambung,

2. sambungan tipe gesek (*friction type connection*)

Pada sambungan tipe ini, sambungan dibentuk dengan memakai baut mutu tinggi yang dikencangkan sampai gaya tarik minimum yang disyaratkan sehingga gaya-gaya geser rencana yang bekerja tersalurkan melalui jepitan yang bekerja dalam bidang dan gesekan yang ditimbulkan antara bidang-bidang kontak.



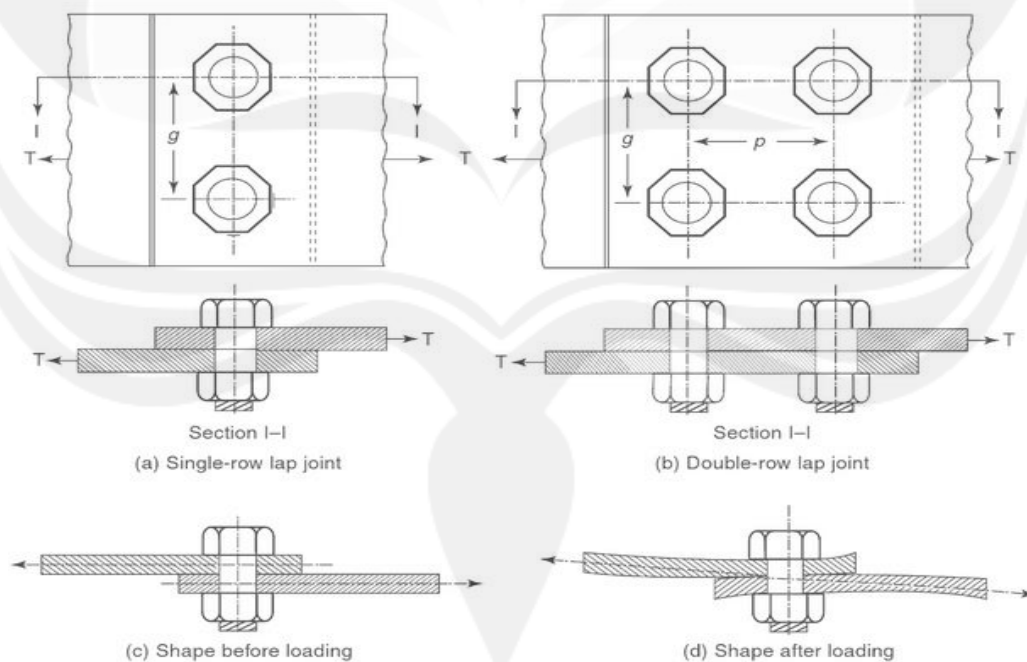
Tegangan yang mungkin terjadi pada sebuah baut ada tiga jenis, ini akibat adanya gaya luar yang bekerja pada sambungan, yaitu: tegangan tarik, tegangan geser dan tegangan tumpu.

## 2.6. Sambungan *Butt Connection* dan *Lap Connection*

Sambungan *butt* dan *lap connection* adalah sambungan yang sering digunakan dalam sambungan baut

### 1. *Lap joint* atau *Lap Connection*

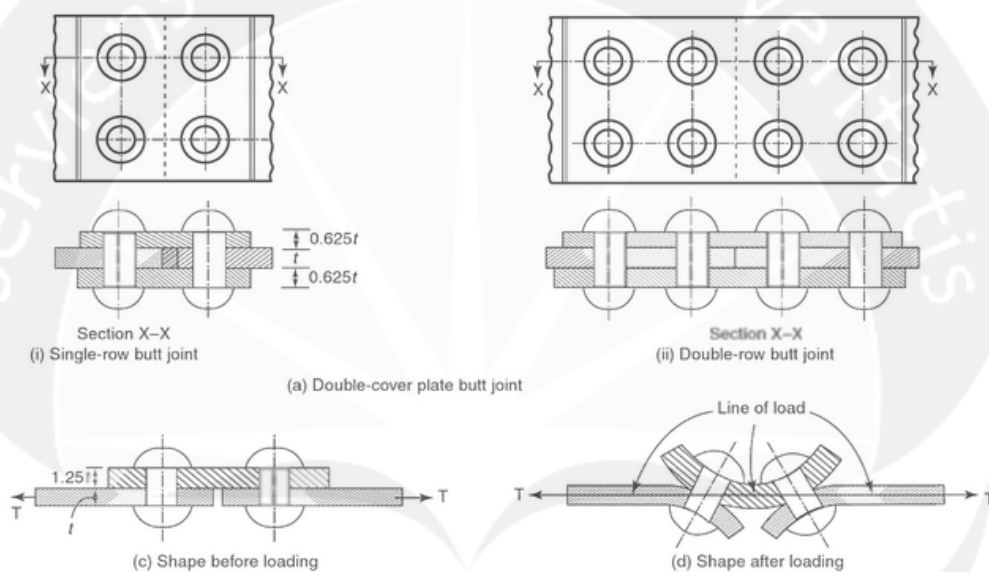
Dalam *lap connection*, 2 bagian yang akan dihubungkan disambung *lap* dan dikencangkan dengan 1 atau lebih baris alat sambung pada bagian yang di *lap* atau tumpang tindih.



Gambar 2.5 Bentuk Sambungan *Lap Connection*  
(Sumber: Gambhir, M. L., 2013)

## 2. *Butt Joint* atau *Butt Connection*

Dalam *butt connection*, dua bagian yang akan dihubungkan disambung dengan ujung ke ujung dan dikencangkan bersama. Bagian juga dapat disambungkan dengan menggunakan 1 penutup atau 2 penutup yang dipasangkan ke pelat utama dengan alat sambung



Gambar 2.6 Bentuk Sambungan *Butt Connection*  
(Sumber: Gambhir, M. L., 2013)