

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Penelitian Sebelumnya

Bujnak 2021, menjelaskan ada peningkatan permintaan untuk solusi struktural dan teknologi bangunan. Salah satu cara untuk mendekati netralitas karbon adalah melalui penggunaan kembali komponen struktural. Untuk memungkinkan penggunaan kembali elemen beton pracetak secara ekonomis, sambungannya harus dirancang untuk memungkinkan pelepasan yang mudah. Sementara kemampuan turun memberikan nilai tambahan pada struktur, itu tidak dapat berdampak negatif pada properti penting lainnya dari koneksi. Salah satu sifat tersebut adalah kapasitas transfer beban. Sementara dampak peningkatan kemampuan pembongkaran pada transfer beban gaya aksial dapat diabaikan, kapasitas sambungan tersebut untuk mentransfer gaya geser dapat dipertanyakan, karena sering diasumsikan bergantung pada gesekan yang dihasilkan sepanjang penampang tekan. Penelitian ini mempelajari pengaruh peningkatan kemampuan demountability pada sistem transfer geser pada sambungan baut kolom beton pracetak.

Heri, Budiman & Khoeri 2017, dalam penelitian yang berjudul “Studi Komparatif Struktur Baja Menggunakan Penampang WF dan HSS Penampang Kolom Struktural”, diperoleh hasil desain dengan menggunakan kolom penampang HSS (*Hollow Structural Section*) dengan lendutan lebih besar, rasio tegangan lebih tinggi, dan banyak lagi Bobot struktur baja lebih rendah dari pada profil WF (*Wide Flange*).

Ahmed and Tsavdaridis 2021, studi numerik (FE) terperinci dari beton baja baru yang dikembangkan baru-baru ini sistem lantai komposit (PUSS) dengan dua jenis konektor geser yang dilas web konektor stud geser (WWSS) dan stud geser yang dilas web dengan pasak (WWSS dengan pasak) serta berbagai jenis beton menggunakan normal dan ringan

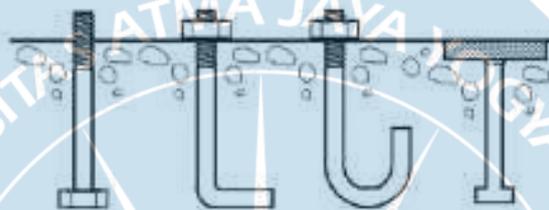
konkret. Model FE mereproduksi beban kegagalan yang ditentukan secara eksperimental, slip fraktur, dan mode kegagalan yang diamati. Untuk menentukan beban kegagalan ultimit dan karakteristik geser dari sistem lantai yang baru dikembangkan ini dengan berbagai jenis beton, studi parametrik dilakukan: Beton normal, beton ringan, dan beton ultra ringan (NWC, LWC dan ULWC), diameter, dan tinggi konektor geser (WWSS, WWSS dengan pasak). Beton kekuatan semua jenis beton bervariasi antara 20 N/mm<sup>2</sup> hingga 35 N/mm<sup>2</sup> dan geser diameter konektor bervariasi antara 16 mm, 19 mm, 20 mm dan 22 mm dan tinggi kancing geser antara 75 mm dan 100 mm. Kurva slip beban yang diperoleh dari parametrik FE penelitian menunjukkan bahwa model FE dengan diameter yang sama memiliki kekakuan slip yang berbeda, dimana beban kegagalan dan slip bervariasi dengan kekuatan beton. Hasil slipnya juga dibandingkan dengan dimensi sistem sambungan geser yang berbeda pada kekuatan beton 20, 30 dan 35 N/mm<sup>2</sup>.

### **2.1.2 Pengantar Pelat Dasar dan Sambungan Baja**

Diketahui bahwa desain pelat dasar sangat penting. Mereka adalah salah satu komponen terpenting dari struktur baja, karena mengatur kekakuan awal rangka, tergantung pada jenis dan sifat rakitan. Tidak dapat dipungkiri, berbagai komponen dasar kolom yang mengalami tarik berpengaruh kuat terhadap kekakuan sambungan (Akiyama, 1985).

Batang jangkar digunakan untuk mentransfer tegangan dan/atau beban melintang ke pondasi beton. Batang jangkar dibagi menjadi dua kategori utama tergantung pada metode konstruksi: jangkar cor di tempat dan jangkar tetap di tempat. Setelah beton mengeras, jangkar pasca perakitan dipasang. Oleh karena itu, mereka tidak direkomendasikan untuk motherboard; desain didasarkan pada spesifikasi pabrikan (DeWolf, J.T. dan Ricker, 2003). Menurut ACI (Komite ACI 318, 2008) Gambar 2.1.

Diantara berbagai jenis angkur cor-in-place, yang paling umum digunakan dalam praktik teknik adalah batang/stud berkepala. Jenis lain tidak terlalu efektif dalam mentransfer gaya tarik, terutama dalam kasus batang kekuatan tinggi (Gomez, I.R., Kanvinde, A.M., Smith, C., and Deierlein, 2009). Makalah ini dibatasi untuk mempelajari batang jangkar yang dicor di tempat dengan pelat jangkar di ujung kedalaman penanaman (yaitu batang jangkar berkepala).



Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/Analytical-approach-of-anchor-rod-stiffness-and-Tsavdaridis-Shaheen>

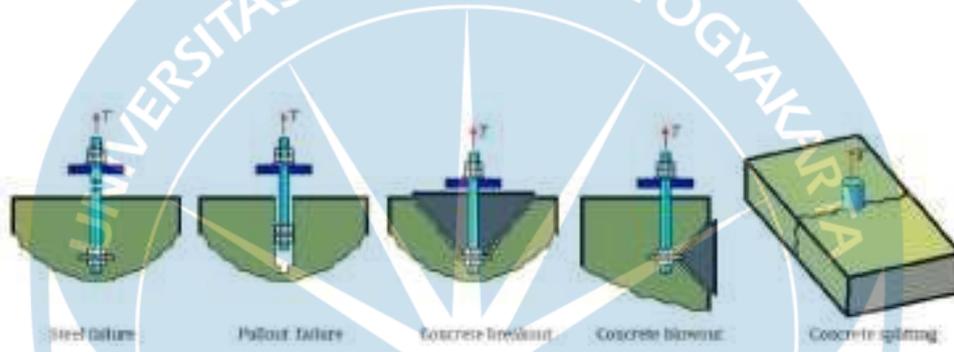
**Gambar 2.1 Jenis Batang Jangkar Yang Di Cor Ditempat**

Mekanisme pemindahan beban dari batang angkur menuju ke pondasi beton melibatkan dua tahap: (i) ikatan antara batang angkur dan beton, dan (ii) bantalan pada kepala batang angkur. Kedua mekanisme ini tidak berlangsung secara bersamaan. Dengan demikian, mereka dapat dianggap independent. Modus kegagalan jangkar kepala dikendalikan oleh berbagai faktor termasuk kekuatan beton, kekuatan baja, kedalaman embedment, dan jarak tepi. Dalam kasus batang jangkar berkepala yang dikenai gaya tarik, lima mode kegagalan yang berbeda biasanya diamati dalam pengujian eksperimental sebelumnya (Tsavdaridis et al., 2015), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Kegagalan baja terjadi melalui luluh dan pengangkatan batang jangkar. Dalam mode kegagalan seperti itu, kapasitas batang maksimum tercapai. Kegagalan penarikan ditandai dengan ditariknya batang angkur dari beton. Hal ini dapat diikuti dengan pembentukan kerucut beton dangkal saat kepala jangkar mendekati permukaan beton. Modus kegagalan

ini sebagian besar muncul ketika diameter kepala jangkar kecil digunakan, dalam hubungannya dengan konsentrasi tegangan tinggi yang diharapkan (Huijsmans et al., 2009).

Kegagalan breakout beton sangat umum dalam praktek rekayasa dengan jangkar mengalami kegagalan tersebut sebelum leleh baja. Faktor utama yang mempengaruhi jenis kegagalan ini adalah kekuatan tarik beton, diameter kepala jangkar, dan kedalaman penanaman. Ledakan beton juga dapat mengontrol desain, Ketika dimensi balok beton kecil dalam kaitannya dengan ukuran jangkar, atau jarak tepi bebasnya kecil, pemisahan beton terjadi.



Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/Analytical-approach-of-anchor-rod-stiffness-and-Tsavdaridis-Shaheen>

**Gambar 2.2 Mode Kegagalan Untuk Jangkar**

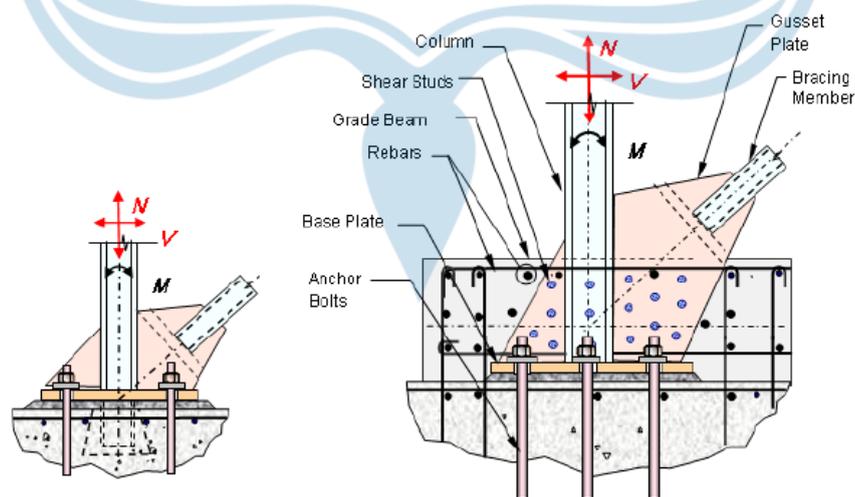
## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Umum

Dalam majalah internasional (Marsiono dan Elamsari, 2009) Perkembangan dalam dunia pembangunan atau konstruksi, pemilihan material yang tepat merupakan salah satu hal yang selalu penting. Setiap jenis struktur memiliki sifat dan fungsi yang berbeda. Dan justru karena sifat dan fungsinya yang berbeda inilah maka penting untuk mempertimbangkan pilihan bahan bangunan yang akan digunakan. Contoh bahan bangunan adalah baja, beton, baja ringan, baja konvensional, baja kantilever, dll.

Seperti yang telah dijelaskan di atas, komponen komposit adalah elemen yang dibentuk atau tersusun dari dua jenis material atau lebih yang membentuk satu elemen untuk

memikul beban kerja. Anggota yang dibentuk dapat berupa profil atau profil tunggal, sering disebut profil rol atau struktur, atau beton isi (filling concrete), beton bertulang tertutup (covered with reinforced concrete) atau gabungan beton bertulang. Menurut penelitian Abolhassan Astaneh-Asl, Ph.d., PE., (2008) perilaku seismic dan desain pelat dasar pada rangka berpenguat, Sambungan kolom-pelat adalah bagian dari sistem penguat lateral bangunan, seperti bresing atau rangka momen, gaya aksial tekan dan angkat yang besar dapat ditransmisikan ke pondasi bawah. Jika gaya angkat aksial kolom terlalu tinggi, mungkin perlu membungkus kolom baja di dalam pondasi beton, Gambar 2.3 memindahkan beban ke pondasi daripada mengandalkan pelat dasar datar ke permukaan dengan jangkar yang mentransmisikan daya angkat ke atas. Bahkan dalam hal ini, penutup beton mungkin tidak cukup untuk mentransfer ke atas untuk gaya ke atas yang besar. Solusi yang berhasil digunakan oleh beberapa insinyur struktural adalah dengan menggunakan ASTM F1554 Gr. Berdiameter 105 hingga 3". Tentu saja dalam hal ini pelat dasar perlu dirancang untuk menghindari pelat dasar yang sangat tebal.



(a) Pelat dasar permukaan

(b) pelat dasar tertanam

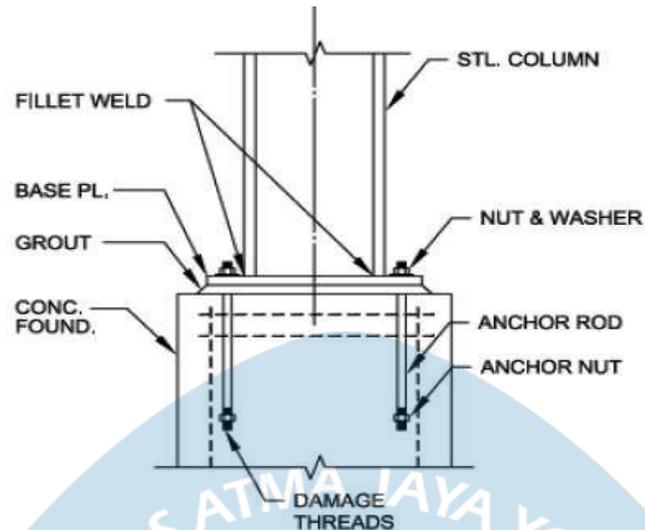
**Gambar 2.3. Contoh (a) pelat dasar permukaan dan (b) tertanam**

Ir. Thamrin Nasution (2012) berpendapat didalam Struktur baja sendiri terdiri dari beberapa elemen struktur yang membentuknya yaitu kolom, balok dan pelat. Dalam perancangan struktur baja ada beberapa prinsip dasar perancangan yang harus diketahui terlebih dahulu, seperti :. distribusi tegangan plastis pada momen positif balok dan distribusi tegangan plastis pada momen negatif balok. dan distribusi tegangan elastis atau distribusi linier.

Sifat mekanik baja ditentukan dengan uji laboratorium. Ada banyak jenis pengujian, yang paling umum dalam rekayasa struktural adalah pengujian tegangan uniaksial pada titik kegagalan menggunakan UTM (Universal Testing Machine). Tujuan sambungan adalah untuk mentransfer gaya internal dari satu komponen ke komponen lainnya untuk mentransfer beban ke pondasi. Pelat dasar tipikal biasanya terdiri dari pelat dasar/lapisan bawah dan baut jangkar. Pelat dasar dihubungkan ke kolom baja dengan pengelasan. (Dewobroto, 2016). Sambungan antara kolom dan pelat dasar merupakan sambungan yang sangat penting antara struktur baja dengan pondasi, sambungan ini digunakan pada bangunan. Menahan beban gravitasi (misalnya beban statis dan muatan) dan berfungsi sebagai bagian dari sistem penahan beban lateral. (Fisher, James dan Kloiber, 2006).

### **2.2.2 Base Plate**

*Base plate*/Pelat dasar standar biasanya terdiri dari pelat dasar dan baut jangkar. Pelat dasar dihubungkan ke kolom baja dengan pengelasan. Secara teori, baut jangkar mungkin tidak diperlukan, tetapi dalam praktiknya harus dipasang. Minimal 2 buah untuk mengantisipasi momen tak terduga selama konstruksi. Fungsi baut angkur dapat meratakan dan dipastikan dapat menahan gaya geser. Pelat dasar berfungsi untuk meneruskan gaya geser (V), tekanan (P) dan momen (M) dari kolom ke beton pondasi di bawahnya. Detail pelat dasar standar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 (Dewobroto, 2016).

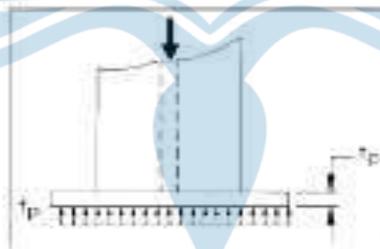


Sumber : <http://sipilshare.blogspot.com/2019/05/desain-base-plate-pin-dengan-anchor-bolt.html>

**Gambar 2.5** Bagian terlampir dari pelat dasar kolom

#### 2.2.2.1 *Base plate Dengan Beban Vertikal*

Desain pelat dasar beban vertikal mengasumsikan bahwa beban vertikal adalah beban terpusat pada pelat yang menjadi beban merata pada struktur di bawahnya. Rasio kuat tekan yang diijinkan ( $F_p$ ) adalah sebagai berikut:



Sumber : <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/13338/Mjc5NzM>

**Gambar 2.6** Distribusi Gaya Tekan Pelat

Dengan:

$f'_c$  = mutu beton (ksi)

$A_1$  = luas pelat dasar (in<sup>2</sup>)

$$F_p = 0.85\phi_c f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ (ksi)}$$

$A_2$  = luas dasar beton (beban) (in<sup>2</sup>)

$\phi_c$  = koefisien tahanan beton, 0.6

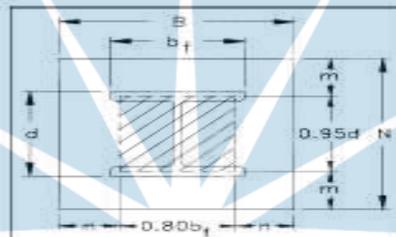
Penentuan permukaan pelat ( $A_1$ ) didasarkan pada karakteristik pondasi yang menopang dasar kolom baja, yaitu:

$$A_1 = \frac{Pu}{1.7\phi_c f'_c} \text{ (in}^2\text{)} \quad (2.1)$$

Dengan:

$P_u$  = Beban vertikal (kip)

Untuk menentukan dimensi pelat ( $B$  dan  $N$ ) dilihat dari batasan kritis pada pelat itu sendiri, yaitu :



Sumber : <http://repository.uib.ac.id/2458/5/k-1511045-chapter2.pdf>

**Gambar 2.7 Batasan Kritis Pelat**

$$N = \sqrt{A_1 + \Delta} \text{ (in)} \quad (2.2)$$

Dengan:

$N$  = Panjang pelat (in)

$A_1$  = Luasan pelat (in<sup>2</sup>)

$\Delta$  =  $0.5 (0.9d - 0.8bf)$  (in)

$$B = \frac{A_1}{N} \text{ (in)}$$

Dengan :

$B$  = Lebar pelat (in)

Ketebalan pelat ( $t_p$ ) didasarkan pada nilai ( $n$ ) pada Gambar 2.8. Hal di atas berlaku untuk menentukan ketebalan pelat:

$$t_p = \sqrt[n]{\frac{2.P}{0.9.F_y.B.N}} \text{ (in)} \quad (2.3)$$

$t_p$  = Tebal pelat (in)

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} \text{ (in)}$$

### 2.2.2.2 Base plate Dengan Beban Vertikal dan Momen

Ada dua metode desain untuk menentukan ukuran pelat dasar yang mengalami gaya dan momen aksial, yaitu:

1. Perhitungan eksentrisitas ( $e$ ) kecil.

Ketika nilai eksentrisitas ( $e$ ) sama dengan atau kurang dari  $N/6$ , gaya tekan didistribusikan ke seluruh permukaan pelat dasar. Gaya  $f_{1,2}$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$f_{1,2} = \frac{P}{B.N} \pm \frac{M.c}{I} \text{ (ksi)} \quad (2.4)$$

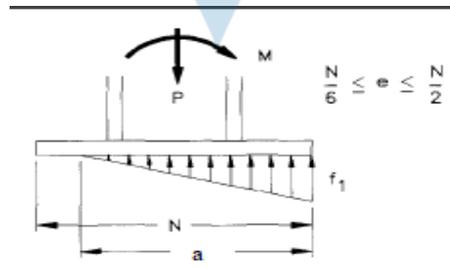
Dengan :

$B, N$  = dimensi base plate (in)

$c$  =  $N/2$  (in)

$I$  = momen inersia,  $B \times N^3 / 12$  (in<sup>4</sup>)

Menurut LRFD (*Load & Resistance Factor Design*), gaya tekan maksimum ( $f_1$ ) tidak boleh melebihi gaya tekan yang diijinkan ( $F_p$ ) dan ketika eksentrisitas ( $e$ ) =  $N/6$ ,  $f_2 = 0$ . Metode yang digunakan adalah metode elastis .



Sumber : <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/13338/Mjc5NzM>

**Gambar 2.8** Beban eksentrisitas (eksentrisitas sedang)

Jika nilai eksentrisitas ( $e$ ) antara  $N/6$  dan  $N/2$ , maka gaya tekan hanya akan terdistribusi pada sebagian pelat dasar, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. Untuk mengimbangnya,

distribusi gaya tekan harus sama dengan beban vertikal dan berjarak  $e$  dari pusat pelat dasar.

Gaya maksimum  $f_1$  dihitung sebagai berikut:

$$f_1 = \frac{2p}{a.B} \text{ (ksi)} \quad (2.5)$$

Dengan :

a = Panjang tegangan yang terjadi,  $3(N/2 - e)$  (in<sup>2</sup>)

2. Perhitungan untuk eksentrisitas ( $e$ ) besar.

Jika eksentrisitas ( $e$ ) besar, disarankan penggunaan baut jangkar untuk mengurangi pemanjangan komponen akibat beban momen. Panjang distribusi tegangan ( $\alpha$ ) ditentukan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{f' \pm \sqrt{[f'^2 - 4\left(\frac{fp.B}{6}\right)(P.\alpha + M)]}}{\left(\frac{fp.B}{3}\right)} \text{ (in)} \quad (2.6)$$

Dengan :

$\alpha$  = jarak dari jangkar dan titik tengah kolom,  $(N' - \frac{N}{2})$  (in)

$$f' = f' = \frac{fp.B.N}{2} \text{ (ksi)}$$

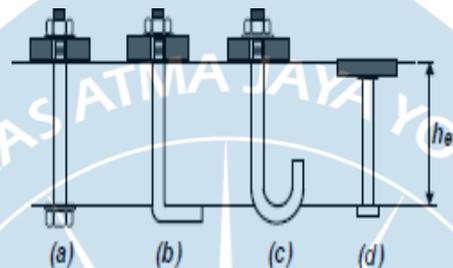
$F_p$  = Gaya tekan ijin (ksi)

$P$  = Gaya vertikal (kip)

$M$  = Gaya momen (kip)

### 2.2.3 Baut Angkur

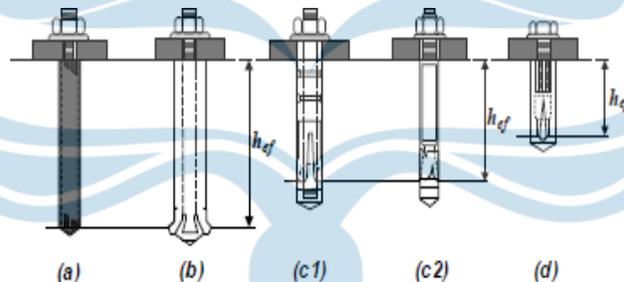
Pemasangan baut jangkar di pelat dasar adalah wajib. Meskipun secara teoritis tidak diperlukan, misalnya dalam kasus beban kompresi konsentris, baut angkur harus dipasang untuk mengantisipasi tegangan atau gaya geser yang tidak terduga selama konstruksi (Dewobroto, 2016). Dalam SNI 2847 (2019) tentang beton, tergantung pada pemasangan baut angkur dibagi menjadi dua bagian:



Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/Analytical-approach-of-anchor-rod-stiffness-and-Tsavidaridis-Shaheen>

**Gambar 2.9 Cast jangkar:**

**A). Sekrup kepala hex dengan ring, b). sekrup L, c). J-baut dan d) ujung baut.**



Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/Analytical-approach-of-anchor-rod-stiffness-and-Tsavidaridis-Shaheen>

**Gambar 2.10 Jangkar tanaman postcast:**

**A). jangkar perekat, b). Jangkar ujung melebar, c). Jangkar ekspansi yang dikendalikan torsi, c1). tipe lengan, c2). tipe pin dan d) doublet ekspansi terkontrol perpindahan tipe tetesan air mata**

Adapun spesifikasi baut angkur dan properti baut angkur dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, yaitu:

**Tabel 2.1: Properti material baut angkur (Dewobroto 2016)**

Spesifikasi material	Grade mutu	Dia. (in)	Fu desain ksi (MPa)	Fu min. (ksi)	Fy min. ksi (MPa)	Elongasi min. %	Reduksi A min. %
AWS D1.1	B	½-1	60 (414)	60	50 (345)	20	50
ASTM A307	A	≤ 4	60 (414)	60	-	19	-
	C	≤ 4	58 (400)	58-80	36 (248)	23	-
ASTM A354	BC	≤ 4	125 (865)	125	109 (752)	16	50
	BD	≤ 4	125 (862)	150	130 (896)	14	40
ASTM A449	1	≤ 1	120 (827)	120	92 (693)	14	35
		1-1,5	105 (724)	105	81 (558)	14	35
		> 1,5	90 (620)	90	58 (400)	14	40
ASTM F1554	36	≤ 2	58 (400)	58-80	36 (248)	23	40
	55	≤ 2	75 (517)	75-95	55 (379)	21	30
	105	≤ 2	125 (862)	125-150	105 (724)	15	45

Catatan: 1 Ksi = 6.895 MPa (N/mm<sup>2</sup>)

**Tabel 2.2: Properti baut angkur (Dewobroto 2016)**

Φ angkur d <sub>a</sub> (in)	A <sub>g</sub> in <sup>2</sup>	n <sub>t</sub> ulir/in	A <sub>se,N</sub> , A <sub>se,v</sub> in <sup>2</sup>	Luasan tumpu kepala baut atau nut, A <sub>brg</sub> (in <sup>2</sup> )			
				Square	Heavy Sq.	Hex	Heavy H.
1/4	0.049	20	0.032	0.142	0.201	0.117	0.167
3/8	0.110	16	0.078	0.280	0.362	0.164	0.299
½	0.196	13	0.142	0.464	0.569	0.291	0.467
5/8	0.307	11	0.226	0.693	0.822	0.454	0.671
3/4	0.442	10	0.334	0.824	1.121	0.654	0.911
7/8	0.601	9	0.462	1.121	1.465	0.891	1.188
1	0.785	8	0.606	1.465	1.855	1.163	1.501
1 1/8	0.994	7	0.763	1.854	2.291	1.472	1.851
1 1/4	1.227	7	0.969	2.228	2.773	1.817	2.237
1 3/8	1.485	6	1.160	2.769	3.300	2.199	2.659
1 ½	1.767	6	1.410	3.295	3.873	2.617	3.118
1 ¾	2.405	5	1.900	-	-	-	4.144
2	3.142	4.5	2.500	-	-	-	5.316

Catatan: 1 in<sup>2</sup> = 645.16 mm<sup>2</sup>

### 2.2.3.1 Kuat Baut Angkur Terhadap Geser

Kekuatan geser desain  $\phi V_s a$  dari baut jangkar bergantung pada material dan dimensinya. Kekuatan geser jangkar baut cor tepi:

$$\phi V_s a = \phi A_{se,v} f_u t_a \quad (2.7)$$

Baut jangkar pejantan memiliki kekuatan geser yang lebih tinggi daripada baut jangkar hex atau kait. Ini karena aksi tekan baut yang dilas ke pelat baja. Baut jangkar cor di tempat:

$$\phi V_s a = \phi 0.60 A_{se,v} f_u t_a \quad (2.8)$$

Dimana:

$V_{sa}$  = kuat geser nominal baut angkur.

$\phi$  = faktor reduksi kuat baut angkur terhadap geser.  
 = 0,65 (baja daktail)  
 = 0,60 (baja getas)

$A_{se.V}$  = Luas penampang efektif terhadap geser. Untuk tipe pasca pasang  $A_{se.N}$  sesuai spesifikasi pabrik. Untuk angkur berulir dapat dihitung sebagai:

$$A_{se.V} = \frac{\pi}{4} \left( d_a - \frac{0,9743}{n_t} \right)^2 \quad (2.9)$$

$$A_{se.V} = \frac{\pi}{4} (d_a - 0,9382P)^2$$

$n_t$  = jumlah (ulir/mm)

$P$  = pitch, (mm/ulir).

$f_{uta}$  = kuat tarik baut angkur yang disyaratkan, tidak lebih dari nilai terkecil 1.9 $f_{ya}$  atau 860 MPa.

### 2.2.3.2 Spasi dan Jarak Tepi Minimum Pada Baut Angkur

Dalam SNI 1729-2015, untuk kelonggaran minimum, jarak antara pusat standar, oversize atau celah harus tidak kurang dari 2 2/3 kali diameter atau jarak bebas 3D yang diinginkan, dan jarak bebas tepi minimum harus tidak kurang dari yang dapat digunakan. Nilai pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Jarak tepi minimum, dari pusat lubang standart ke tapi dari bagian yang disambung**

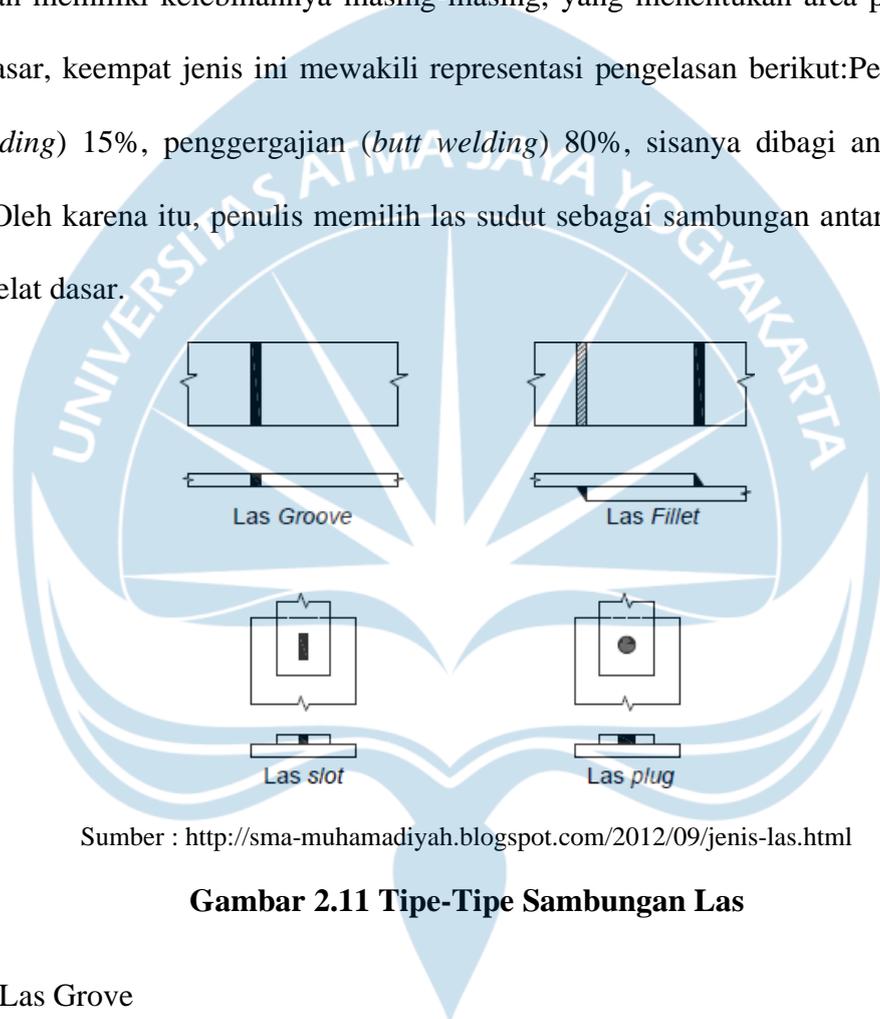
Diameter Baut (mm)	Jarak Tepi Minimum
16	22
20	26
22	28
24	30
27	34
30	38
36	46
Diatas 36	1,25d

## 2.2.4 Sambungan Las

Pengelasan adalah proses penyambungan bahan logam dengan cara memanaskannya pada temperatur yang sesuai agar bahan-bahan tersebut melebur menjadi satu bahan.

### 2.2.4.1 Jenis Pengelasan

Ada empat jenis pengelasan, yaitu: Alur, fillet, slot dan colokan. Setiap jenis pengelasan memiliki kelebihan masing-masing, yang menentukan area penerapannya. Secara kasar, keempat jenis ini mewakili representasi pengelasan berikut: Pengelasan alur (*butt welding*) 15%, penggergajian (*butt welding*) 80%, sisanya dibagi antara alur dan sumbat. Oleh karena itu, penulis memilih las sudut sebagai sambungan antara kolom baja dengan pelat dasar.



Sumber : <http://sma-muhamadiyah.blogspot.com/2012/09/jenis-las.html>

**Gambar 2.11 Tipe-Tipe Sambungan Las**

#### 1. Las Grove

Las ini digunakan untuk menyambung tulangan sejajar karena las ini harus mentransfer seluruh beban kerja dan oleh karena itu harus memiliki kekuatan yang sama dengan tulangan yang disambungkan.

#### 2. Pengelasan Fillet

Jenis pengelasan ini paling umum dibandingkan dengan jenis pengelasan lainnya, 80% lasannya adalah lasan fillet. Tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi.

### 3. Slot dan konektor

Jenis las ini sering digunakan bersamaan dengan las sudut. Manfaat utamanya adalah transfer gaya geser ke sambungan tembus ketika ukuran panjang las dibatasi oleh panjang yang tersedia untuk las sudut..

#### 2.2.4.2 Kinerja Pemotongan Las

Hambatan pada sambungan las terkadang terkena gaya geser. Efisiensi pemotongan memenuhi persamaan berikut:

$$V_n = A_{las} \cdot F_{exx} \text{ (kip)} \quad [2.10]$$

Dengan :

$A_{las}$  = Luas efektif las (in<sup>2</sup>)

$F^{exx}$  = Kelas kuat las baja (ksi)

#### 2.2.5 Beton

Beton adalah campuran pasir, kerikil, batu pecah atau agregat lainnya yang dicampur dengan pasta semen dan air untuk membentuk massa seperti batu. Kadang-kadang satu atau lebih campuran ditambahkan untuk membuat beton dengan sifat tertentu seperti kemampuan kerja, daya tahan dan waktu pengerasan.

Beton, seperti material sejenis batu lainnya, memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan kekuatan tarik yang sangat rendah. Karena beton memiliki kuat tekan yang sangat tinggi, analisis ini menggunakan beton sebagai pondasi, yang kemudian menahan gaya tekan kolom baja melalui distribusi beban pelat dasar.

Daya dukung beton yang dirancang adalah  $\phi_c P_p$  dan  $\phi_c = 0,65$ . Kekuatan dukung nominal  $P_p$  tergantung pada luas permukaan beton pondasi yang tersedia sebagai berikut:

Luas beton tumpuan = luas pelat landasan, maka:

$$P_p = 0,85f_c'A_1 \quad [2.11]$$

Atau dalam format tegangan tumpuan nominal maka

$$f_p(\max) = \phi_c 0,85f_c'(2) \quad [2.12]$$

Luas beton tumpuan > luas pelat landasan yang besarnya merata pada semua sisi.

Untuk itu kuat tumpu beton dapat ditingkatkan maksimum sampai dua kalinya:

$$P_p = 0,85f_c'A_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7f_c'A_1 \quad [2.13]$$

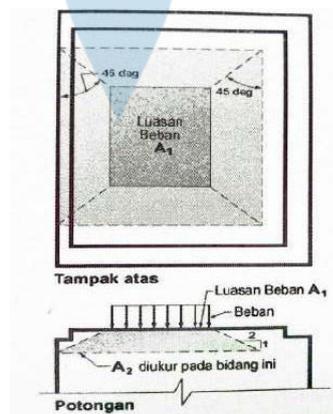
$$F_p(\max) = \phi_c 0,85f_c'\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7f_c' \quad [2.14]$$

Dimana:

$f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)

$A_1$  = luas beton yang dibebani oleh tekan konsentrasi (mm<sup>2</sup>)

$A_2$  = luas bawah piramida terpancung dengan luas atasnya  $A_1$ , dan sisi miringnya mempunyai rasio horizontal terhadap vertikal sebesar 2:1 (mm<sup>2</sup>)



Sumber : <https://encrypted-tbn2.gstatic.com>

**Gambar 2.12 Piramida terpancung terkait  $A_1$  dan  $A_2$**

### 2.2.6 Tegangan Regangan

Hubungan antara stres dan ketegangan seperti yang dijelaskan oleh Robert Hooke

dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad [2.15]$$

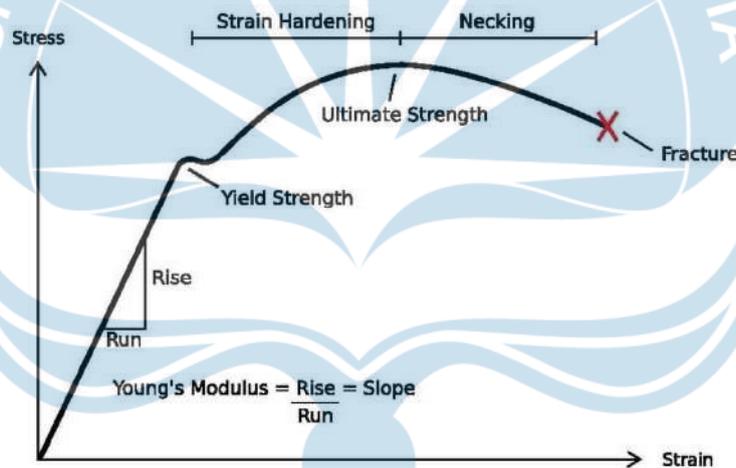
Dimana:

$\sigma$  = tegangan (MPa)

$E$  = modulus elastisitas (MPa)

$\varepsilon$  = regangan

Gambar di bawah ini menunjukkan diagram hubungan tegangan-regangan pada material baja.



Sumber : <https://ahmadsuudi.wordpress.com/2010/02/12/diagram-tegangan-regangan/>

**Gambar 2.13 Grafik tegangan-regangan baja**

Beberapa karakteristik materi dapat dilihat pada diagram di atas (Wijaya 2008):

1. Perilaku elastis: Perilaku elastis terjadi ketika tegangan yang diterapkan masih dalam rezim elastis. Dimana kurva yang terbentuk pada rentang elastis ini merupakan garis linier. Oleh karena itu, tegangan yang ada di area ini sebanding dengan tegangan yang ada. Titik akhir garis lurus ini disebut batas elastis.

2. Pencairan/leleh: Tegangan yang terjadi sedikit di atas rentang elastis akan mengakibatkan deformasi material secara permanen. Perilaku ini disebut peleburan. Titik luluh ini terjadi pada dua titik antara titik luluh bawah dimana tegangan tidak berubah tetapi regangan terus meningkat hingga titik luluh atas.
3. tegangan konsolidasi (*strain hardening*): Setelah material mencapai titik lebur atas, tegangan dapat ditingkatkan, menciptakan kurva yang terus meningkat tetapi mendatar menuju tegangan akhir.
4. *Neching/Leher*: Setelah melewati tegangan putus, kurva menurun hingga mencapai tegangan putus. Di bagian kurva ini, tegangan berkurang, sehingga tegangan meningkat, tetapi di beberapa titik luas permukaan berkurang.

