BAB VII
STRUKTUR RANGKA GEDUNG TINGGI

7.1 Tinjauan Pustaka

Pada struktur bangunan tingkat tinggi harus mampu menahan gaya dalam arah vertikal (gravitasi), maupun gaya dalam arah horisontal (gempa). Dari kedua gaya ini, gaya dalam arah vertikal hanya sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, biasanya direncanakan dengan faktor keamanan yang memadai. Sehingga, struktur umumnya tidak runtuh akibat gaya dalam arah vertikal (Tamba & Panjaitan, 2025). Sedangkan gaya gempa horisontal menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan *(failure)*. Struktur beton bertulang dipilih sebagai salah satu bahan konstruksi pada perencanaan Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu IAIN Kudus dikarenakan ketersediaan bahan pembuat beton mudah didapat, memberikan harga yang relatif lebih ekonomis dan lebih monolit daripada menggunakan bahan struktur kayu ataupun baja yang sudah jarang ataupun sulit didapat. Pemilihan metode perencanaan Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu IAIN Kudus ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan pertimbangan pendetailannya menghasilkan struktur dengan daktilitas penuh yang memiliki kemampuan dalam berdeformasi inelastis tanpa kehilangan kekuatan.

Perencanaan bangunan gedung bertingkat harus mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (Standar Nasional Indonesia (2019). Selain itu, analisa struktur juga merupakan faktor penting dalam perencanaan bangunan gedung, karena dari analisa struktur akan dihasilkan gaya-gaya seperti momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial yang dapat digunakan sebagai acuan dalam mendesain elemen-elemen struktur, yang diharapkan mampu menahan semua beban yang ada. Beban-beban yang bekerja pada struktur antara lain beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*), dan juga beban akibat gempa (*earth quake*).

Ketika terjadi gempa, struktur beton bertulang pada gedung bertingkat akan mengalami keruntuhan. Keruntuhan yang terjadi akibat adanya gempa pada umumnya adalah keruntuhan geser. Bagian dari struktur bangunan tahan gempa yang paling besar nilai keruntuhan gesernya yaitu pada daerah hubungan balok-kolom. Hubungan balok-kolom merupakan pertemuan antara bagian tulangan balok dengan tulangan kolom yang saling mengikat tegak lurus satu sama lain menjadi sebuah sendi pada bangunan gedung. Oleh karena itu, pertemuan antara balok-kolom merupakan daerah yang kritis dan sering mengalami kegagalan struktur. Dalam hal ini, perencanaan hubungan balok-kolom pada struktur beton bertulang terutama pada bangunan bertingkat tinggi harus didesain dengan matang dan teliti untuk menghindari keruntuhan secara tiba-tiba ketika terjadi gempa.

7.1.1 Pelat

Pelat Pelat lantai adalah bagian dari struktur bawah bangunan yang berfungsi untuk mentransfer beban dari bagian atas bangunan ke struktur bawah, seperti kolom atau dinding penopang (Handayani & Romadhon, 2025). Berdasarkan jenisnya, pelat lantai dibedakan menjadi dua jenis yaitu pelat satu arah dan juga dua arah.

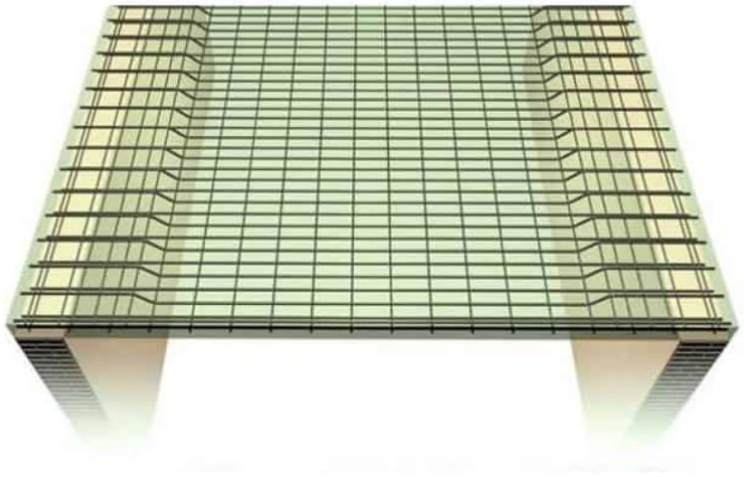
a. Pelat satu arah

Dikatakan pelat satu arah apabila pelat beton ditumpu oleh balok hanya pada kedua sisinya yang sejajar (Munawar M. C, 2014). Pada kondisi ini pelat akan



Gambar 7. 1 Pelat Lantai
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

melentur atau mengalami lendutan dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan. Pelat beton akan lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Apabila pelat ditumpu balok pada keempat sisinya, maka dihitung rasio bentang panjang (Ly) terhadap bentang pendek (Lx). Jika rasio bentang panjang (Ly) terhadap bentang pendek (Lx) lebih besar atau sama dengan 2, maka pelat lantai tersebut termasuk dalam pelat satu arah dimana beban akan dilimpahkan dalam arah bentang pendek (Lx). Contoh pelat satu arah adalah atap teras (kantilever) atau balkon.

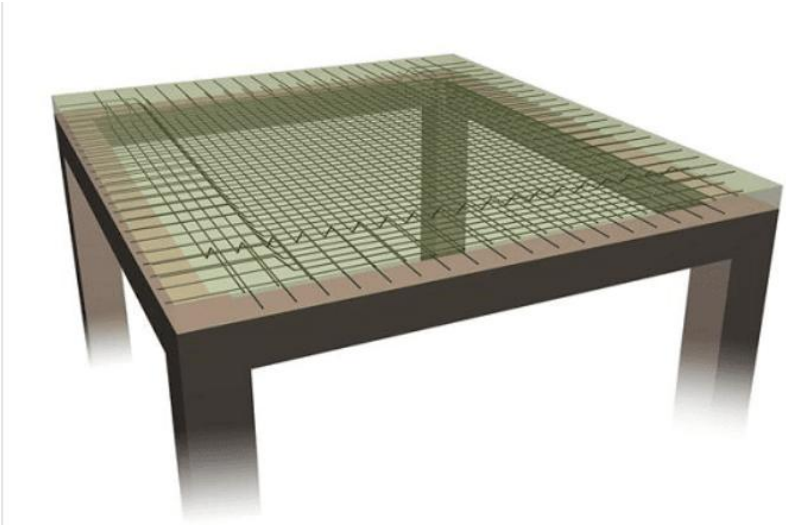


Gambar 7. 2 Contoh Pelat Satu Arah
Sumber : https://www.sisipil.com/pelat-satu-arah-pelat-dua-arah/

b. Pelat dua arah

Pada sistem struktur ini pelat beton ditumpu oleh balok pada keempat sisinya. Beban yang diterima pelat akan didistribusikan pada keempat balok penumpu kemudian diteruskan kepada kolom. Pada kondisi ini balok penumpu dapat memperkecil lendutan yang terjadi pada pelat lantai. Pada sistem pelat dua arah, rasio bentang panjang (Ly) terhadap bentang pendek (Lx) kurang dari 2 (Ly/Lx

< 2).



Gambar 7. 3 Contoh pelat dua arah
Sumber : https://www.sisipil.com/pelat-satu-arah-pelat-dua-arah/

7.1.2 Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen dari pelat menuju struktur kolom dan diteruskan ke pondasi. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser. Balok pada stuktur bangunan merupakan stuktur melintang yang menopang beban horizontal yang juga berfungsi untuk menambah kekuatan lentur pada pelat, menambah kekuatan horizontal pada bangunan, dan sebagai pengikat kolom (Ariani et al., 2023) Penulangan pada balok terdiri dari tulangan tumpuan dan tulangan lapangan. Tulangan tumpuan memiliki jarak seperempat bentang (¼ L) dengan jarak antar tulangan yang rapat dan terletak di tepi- tepi bentang. Sedangkan tulangan lapangan memiliki jarak setengah sisanya dengan jarak antar tulangan lebih renggang dan terletak di tengan bentang (½ L).



Gambar 7. 4 Balok
Sumber : Data Pribadi,2025

7.1.3 Kolom

Kolom dapat didefinisikan sebagai komponen struktur vertikal yang menahan gaya tekan aksial akibat menopang bebab di atasnya. Kolom berfungsi untuk mendistribusikan beban dari balok menuju ke pondasi. Berdasarkan bentuknya, kolom terbagi menjadi 3 macam yaitu kolom dengan penampang segi empat, kolom dengan penampang bundar, dan kolom komposit yang merupakan gabungan dari beton dan profil baja.

Dalam bangunan gedung terdapat 2 jenis kolom yaitu kolom induk dan kolom praktis. Kolom induk merupakan kolom utama yang berfungsi untuk menyanggah atau menahan beban utama yang berada pada gedung. Kolom induk didesain dengan dimensi yang lebih besar daripada kolom praktis dengan jarak 3,5 meter. Sedangkan kolom praktis Kolom praktis merupakan kolom yang berfungsi sebagai struktur kolom pembantu,pada hal ini sebenarnya kolom praktis termasuk dalam pekerjaan arsitek bukan termasuk pada bagian pekerjaan struktur, akan tetapi mengingat kondisi nya sebagai kolom menahan beban dapat dimasukkan juga dalam pekerjaan struktur, biasanya pekerjaan kolom praktis dapat dilakukan pada antara kolom-kolom utama dan biasanya tulangan kolom praktis dapat di stek pada beton plat atau balok yang sudah di cor dengan cara coring atau dengan cara di bor untuk memasukkan besi tulangan atau stek besi (Sary R. K et al., 2024). Kolom praktis

didesain dengan dimensi yang lebih kecil daripada kolom induk yang dipasang dengan jarak 3-4 meter.

Syarat perancangan kolom menurut SNI-03-2874-2002 ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom yaitu kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua bagian yaitu atap, struktur, dan momen yang berasal dari beban hidup dan beban mati, dan momen dari beban tersebut dapat diperhitungkan sebelumnya. Momen yang bekerja pada setiap kolom atau setiap level elevasi pada lantai harus didistribusikan terlebih dahulu pada kolom di bawah dan diatas pelat lantai. Dasar-dasar utama perhitungan yaitu kuat keperluan dan kuat perancangan.

7.1.4 Shearwall

Shearwall (dinding geser) adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan Tingkat tinggi. *Shearwall* merupakan dinding yang berfungsi sebagai pengaku yang menerus sampai ke pondasi dan juga merupakan dinding inti untuk memperkaku seluruh bangunan yang dirancang untuk menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa bumi.

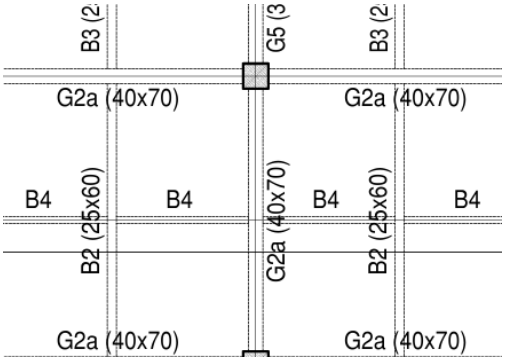


Gambar 7. 5 *Shearwall*
Sumber : Data Pribadi, 2025

7.2 Hubungan Balok dan Kolom

Demi menunjang kenyamanan dan keamanan gedung, selain memiliki kekuatan selama masa layan, gedung tersebut juga harus memiliki kekuatan dalam menghadapi bencana berupa gempa bumi (Hernadi & Alstony, 2023) Kejadian gempa di Indonesia banyak menyebabkan struktur gedung mengalami kerusakan terutama akibat dari hubungan balok-kolom yang tidak memenuhi syarat detailing untuk struktur tahan gempa yang telah diatur dalam SNI 2847-2019. Hubungan balok-kolom struktur rangka beton bertulang merupakan komponen penting yang harus dibangun dengan tepat untuk mempertahankan perilaku daktail dan respons inelastis selama gempa bumi besar terjadi. Sehingga, pada saat terjadi bencana seperti gempa bumi, struktur bangunan tersebut tidak mengalami kegagalan struktur. Salah satu alasan terjadinya kegagalan bermula di area sambungan adalah akibat lemahnya sambungan balok kolom dan pemasangan tulangan balok tidak terjangkar cukup panjang ke kolom.

7.2.1 Data Perencanaan



Gambar 7. 6 Sambungan Balok G2A dan kolom K1B
Sumber : Data Proyek, 2025

Berikut merupakan data perencanaan Balok G2A dan Kolom K1A.

1. BALOK G2A
   a. DIMENSI = 400 mm x 700 mm
   b. BENTANG = 8000 mm
   c. KONFIGURASI TUL. TUMPUAN = (ATAS : 8D 22), (SAMPING : 4D 10) (BAWAH : 4D 22)

d. KONFIGURASI TUL. SENGKANG = 2D 10 - 100

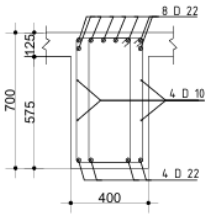
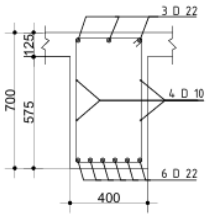
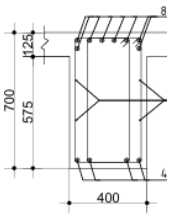
e. MUTU BAJA = BJTS 420B (Fy = 420 Mpa)

f. SELIMUT BETON = 40 mm

g. TINGGI EFEKTIF BALOK (d) = h – cc – ds – db/2

= 639 mm

h. KUAT TEKAN BETON = 30 Mpa

BALOK KODE	TULANGAN	TUMPUAN KIRI $\frac{1}{4}$ L	LAPANGAN $\frac{1}{2}$ L	TUMPUAN KANAN $\frac{1}{2}$
BALOK G2a (40/70)	TULANGAN ATAS	8 D 22	3 D 22	8 D 22
	TULANGAN SAMPING	4 D 10	4 D 10	4 D 10
	TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22
	TULANGAN SENGKANG (BEUGEL)	2 D10 - 100	D10 - 150	2 D10 - 100
	SELIMUT BETON	40 mm	40 mm	40 mm
	GAMBAR PENULANGAN			

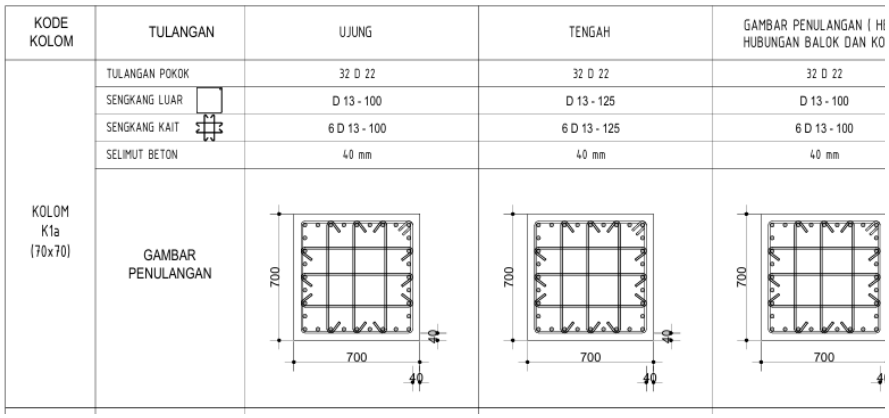
Gambar 7. 7 Detail Balok G2A
Sumber : Data Proyek, 2025

2. KOLOM K1A

1. DIMENSI = 700 mm x 700 mm

2. TINGGI KOLOM = 4000 mm

3. TINGGI BERSIH = 3300 mm



Gambar 7. 8 Detail Kolom K1A
Sumber: Dokumen Pribadi, 2025

7.2.2 Gaya pada Balok

Untuk melakukan perencanaan kapasitas geser pada hubungan balok kolom, dibutuhkan data gaya pada balok meliputi Mpr^{+}, Mpr^{-}, dan Ve. Gaya dalam pada balok didapatkan dengan melakukan perhitungan asumsi pendekatan hasil dari kapasitas lentur dan geser nominal. Dilakukan contoh perhitungan untuk balok dengan dimensi terbesar pada joint tersebut, yaitu balok G2A.

1. Desain Lentur

   a) As Pasang

      As Pasang = jumlah tulangan x π/4 x D2

      As Pasang = $8 \times \frac{\pi}{4} \times r^2$

      As Pasang = $8 \times \frac{3,14}{4} \times 22^2$

      As Pasang = 3041,1 mm2

2. Tinggi Balok Tegangan Balok (a)

   a) $a = \frac{As \times fy}{0,85 \times fc \times B}$

      $a = \frac{3041,06 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400}$

      a = 125,22

   (SNI 2847:2019 pasal 22.2.2.4.1)

Mn = As x fy x (d – a/2)

Mn = 3041 x 420 x (639 -125,22/2)

Mn = 732,2 kNm

3. Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral (c)

(SNI 2847:2019 tabel 22.2.2.4.3)

Tabel 7. 1 SNI 2847 : 2019

Tabel 22.2.2.4.3 – Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen

f_c', MPa	β_1	
$17 \le f_c' \le 28$	0,85	a)
$28 < f_c' < 55$	$0{,}85 - \frac{0{,}05(f_c' - 28)}{7}$	b)
$f_c' \ge 55$	0,65	c)

Sumber: SNI 2847:2019 tabel 22.2.2.4.3

a) $\beta 1$ untuk fc 30

$$B1 = 0{,}85 - 0{,}05\left(\frac{30-28}{7}\right)$$

$$\beta 1 = 0{,}835$$

(SNI 2847:2019 pasal 22.2.2.4.1)

Tabel 7. 2 SNI 2847:2019 pasal 22.2.2.4.1

22.2.2.4.1 Tegangan beton **$0{,}85f_c'$** diasumsikan terdistribusi rata terhadap zona tekan ekuivalen yang dibatasi ujung penampang dan garis yang paralel terhadap sumbu netral, yang terletak pada jarak ***a*** dari serat tekan terjauh, seperti persamaan berikut:

$$a = \beta_1 c \qquad (22.2.2.4.1)$$

Sumber: SNI 2847:2019 pasal 22.2.2.4.1

b) $c = \frac{a}{\beta 1}$

$$c = \frac{125{,}22}{0{,}835}$$

$c = 149,84$ mm

4. Regangan Tarik Netto (εt)

   (SNI 2847:2019 pasal 22.2.1.2)

   a) $\varepsilon t = \frac{(d-c)}{c \times 0,003}$

   $\varepsilon t = \frac{(639-149,96)}{149,96}\ x\ 0,003 = \varepsilon t = 0,0098$

Tabel 7. 3 SNI 2847:2019

Regangan tarik netto (ε_t)	Klasifikasi	ϕ			
		Jenis tulangan transversal			
		Spiral sesuai 25.7.3		Tulangan lainnya	
$\varepsilon_t \le \varepsilon_{ty}$	Tekanan terkontrol	0,75	a)	0,65	b)
$\varepsilon_{ty} < \varepsilon_t < 0,005$	Transisi[1]	$0,75+0,15\ \frac{(\varepsilon_t-\varepsilon_{ty})}{(0,005-\varepsilon_{ty})}$	c)	$0,65+0,25\ \frac{(\varepsilon_t-\varepsilon_{ty})}{(0,005-\varepsilon_{ty})}$	d)
$\varepsilon_t \ge 0,005$	Tegangan terkontrol	0,90	e)	0,90	f)

[1] Untuk penampang transisi, diperbolehkan memakai nilai faktor kekuatan sama dengan penampang terkontrol tekan

Sumber : SNI 2847:2019 Tabel 21.2.2

$\phi = 0,9$

Sehingga kapasitas lentur yang tereduksi Adalah (ϕ Mn)

$\phi\ Mn = 0,9 \times 736,2$

$\phi\ Mn = 662,58$ kNm

5. Desain Geser

   a) Tinggi balok tegangan balok probable (apr^+ dan apr^-)

      Apr = 1,25 x a

      Apr = 1,25 x 125,22

      Apr $^{(-)}$ = 156,525 mm

      Apr = 1,25 x 62,61

      Apr $^{(+)}$ = 78,26 mm

   b) Tegangan baja propable

      Fpr = 1,25 x 420

= 525 Mpa

c) Momen propable (Mpr^+ dan Mpr^-)

Mpr = As x Fpr x (d – Apr /2)

Mpr = 3041,06 x 525 x (639 - 156,53 / 2)

Tabel 7. 4 Penulangan Lentur

Penulangan lentur	As pasang (mm^2)	a (mm)	Φ Mn kNm	Mu kNm
Tumpuan Negatif	3041,1	125,22	662,58	616,59
Tumpuan Positif	1520,5	62,61	349,28	360,113

Sumber: Dokumen Pribadi, 2025

Mpr $^{(-)}$ = 895245109,027 Nmm = 895,24 kNm

Mpr $^{(+)}$ = As x Fpr x (d – Apr /2)

$Mpr^{(+)}$ = 1520,5 x 525 x (639-78,26/2)

Mpr $^{(+)}$ = 478753725,875 Nmm = 478,75 kNm

d) Geser Propable (Vpr)

$$Vpr = \frac{(Mpr\ (+) + Mpr\ (-))}{Ln}$$

$$Vpr = \frac{(478{,}75 + 895{,}24\ )}{7{,}3}$$

$$Vpr = 188{,}21\ \text{N}$$

e) Gaya Geser Desain (Ve)

Gaya geser desain yang diasumsikan bekerja pada muka – muka joint dan balok dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor di sepanjang bentangnya. Asumsi gaya gravitasi tributari terfaktor pada bentang tersebut adalah 216 kN.

(SNI 2847:2019 pasal 18.6.5.1)

Tabel 7. 5 SNI 2847:2019

18.6.5 *Kekuatan geser*

18.6.5.1 *Gaya desain* – Gaya geser desain V_e harus dihitung dari tinjauan gaya-gaya pada bagian balok di antara kedua muka *joint*. Momen-momen dengan tanda berlawanan yang terkait dengan kekuatan momen lentur maksimum yang mungkin terjadi, M_{pr}, harus diasumsikan bekerja pada muka-muka *joint* dan balok dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor di sepanjang bentangnya.

Sumber: SNI 2847:2019 pasal 18.6.5.1

Ve = Vpr + Vg

Ve = 188,21 + 216

Ve = 404,21 N

6. Tahanan Geser Beton (Vc)

Tabel 7. 6 SNI 2847:2019

18.6.5 *Kekuatan geser*

18.6.5.1 *Gaya desain* – Gaya geser desain V_e harus dihitung dari tinjauan gaya-gaya pada bagian balok di antara kedua muka *joint*. Momen-momen dengan tanda berlawanan yang terkait dengan kekuatan momen lentur maksimum yang mungkin terjadi, M_{pr}, harus diasumsikan bekerja pada muka-muka *joint* dan balok dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor di sepanjang bentangnya.

18.6.5.2 *Tulangan transversal*
Tulangan transversal sepanjang daerah yang diidentifikasi dalam 18.6.4.1 harus didesain untuk menahan geser dengan mengasumsikan $V_c = 0$ bilamana kedua a) dan b) terpenuhi:

a) Gaya geser akibat gempa yang dihitung sesuai 18.6.5.1 mewakili setidaknya setengah kekuatan geser perlu maksimum dalam bentang tersebut.
b) Gaya tekan aksial terfaktor P_u termasuk pengaruh gempa kurang dari $A_g f'_c/20$.

Sumber: SNI 2847:2019 Pasal 18.6.5.2

Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.6.5.2 bahwa tahanan geser beton dapat dianggap 0 jika Vpr mempunyai nilai lebih dari sama dengan 0,5 Ve.

a) Vpr ≥ 0,5 Ve

188,21 ≥ 0,5 x 404,21

188,21 ≥ 202,105

b) $Pu = \frac{Ag\ x\ Fc}{20}$

$Pu = \frac{(400x700)\ x\ 30}{20}$

$Pu = 420$

(pada point (a) Tidak memenuhi, maka Vc harus diperhitungkan)

Vc = 0,017 $\sqrt{fc}\ d.\ b$

Vc = 0,017 √30 x 639 x 400

Vc = 237.996 N

7. Kuat Geser Nominal dari Tulangan Geser (Vs) mengacu pada pasal 22.5.10.5.3

Tabel 7. 7 SNI 2847:2019

22.5.10.5.3 V_s untuk tulangan geser di ketentuan 22.5.10.5.1 dihitung dengan Pers. (22.5.10.5.3):

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \qquad (22.5.10.5.3)$$

Sumber: SNI 2847:2019 pasal 22.5.10.5.3

a) Jumlah kaki tulangan Tumpuan (Nv) = 4

Tabel 7. 8 SNI 2847:2019

22.5.10.5.5 Untuk setiap sengkang persegi, sengkang, sengkang pengekang (*hoop*), atau ikat silang (*crosstie*). A_v adalah luas efektif semua kaki tulangan atau kawat dengan spasi ***s***.

Sumber: SNI 2847:2019 pasal 22.5.10.5.5

Av = $4\ \frac{\pi}{4}\ ds^2$

Av = $4\ \frac{3,14}{4}\ 10^2$

Av = 314,2 mm^2

b) Jarak Sengkang = 100 mm

$$Vs = \frac{av\ x\ fy\ x\ d}{s}$$

$$Vs = \frac{3{,}14\ x\ 420\ x\ d}{100}$$

Vs = 843.249 N

Pada SNI 2847 : 2019 pasal 12.5.3.2 untuk factor reduksi kapasitas geser yaitu 0,75.

Tabel 7. 9 SNI 2847 : 2019

12.5.3.2 Nilai ϕ harus diambil sebesar 0,75, kecuali nilai yang lebih kecil disyaratkan pada 21.2.4.

Sumber: SNI 2847 : 2019 pasal 12.5.3.2

8. Kapasitas Geser Nominal (Vn)

(Pada SNI 2847:2019 pasal 22.6.1.3)

Tabel 7. 10 SNI 2847:2019

22.6.1.3 Kekuatan geser nominal untuk komponen dua arah dengan tulangan geser selain kepala geser (*shearhead*) dihitung dengan persamaan:

$$V_n = V_c + V_s \qquad (22.6.1.3)$$

Sumber: SNI 2847:2019 pasal 22.6.1.3

ϕ Vn = 0,75 x (Vc + Vs)

ϕ Vn = 0,75 x (237,996 + 843,249)

ϕ Vn = 810,43 kN

Cek ϕ Vn $\geq Ve$

Cek 810,43 $\geq$ 404,21 (OKE)

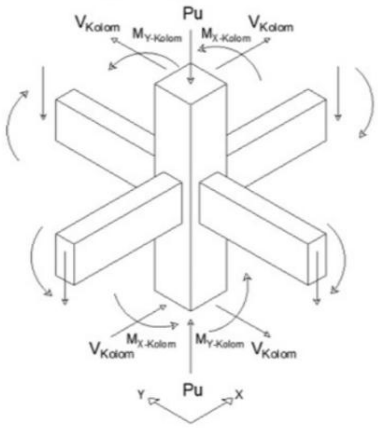
Sehingga asumsi gaya gravitasi tributari terfaktor pada bentang balok tersebut Adalah 810,43 kN **sudah memenuhi.**

Tabel 7. 11 Rekapitulasi Desain Geser Balok G2A

Mpr^+ (kNm)	Mpr^- (kNm)	ϕVn (kN)	Ve (kN)
478,75	895,24	810,43	404,21

Sumber: Dokumen Pribadi, 2025

7.2.3 Perhitungan Hubungan Balok dan Kolom



Gambar 7. 9 Hubungan Balok dan kolom
Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-the-1-D-SCN-grid-used-in-this-work-to-model-the-simulation-domain_fig2_351583428

Hubungan balok dan kolom harus direncanakan agar mampu menahan gaya lentur, geser, dan gaya aksial yang bekerja secara bersamaan, terutama pada bangunan bertingkat dan bangunan tahan gempa. Pada struktur beton bertulang, hubungan ini diwujudkan melalui penulangan yang saling mengikat, seperti tulangan tarik balok yang diteruskan ke dalam kolom dan diperkuat dengan sengkang kolom. Detail sambungan yang baik akan memastikan terjadinya transfer gaya yang efektif serta mencegah terjadinya kegagalan lokal pada titik pertemuan balok dan kolom. Dilakuakn contoh perhitungan pada lantai 3 As 6 E Gedung kuliah terpadu IAIN Kudus.

1. Lebar Efektif Joint

Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.8.4.63 lebar efektif joint diambil nilai terkecil dari dua point syarat yaitu :

a) Lebar balok (b_b) ditambah tinggi joint

Lebar efektif joint (b_j) = (bb) + (h)

= 400 + 700

= 1100 mm

b) Dua kali jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom.

Lebar efektif joint (b_j) = (bb) + 2 (x)

= 400 + 2 (0)

= 400 mm

Diambil nilai terkecil, maka lebar efektif joint Adalah 400 mm.

c) Tinggi Joint (h_j) = 700

Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.4 bahwa tinggi joint (h_j) tidak boleh kurang dari setengah tinggi balok yang merangka pada joint, maka:

$H_j \geq \frac{1}{2} h_{balok}$

$700 \geq \frac{1}{2} h_{balok}$

$700 \geq 350$

Karena hj yang direncanakan lebih dari setengah tinggi balok, maka nilai 700 mm sudah memenuhi untuk digunakan sebagai tinggi joint.

d) Luas Penampang efektif (A_j) = bj x h

= 400 x 700

= 280000 mm^2

Didapatkan luas efektif joint sebesar 28000 mm^2

e) Luas penampang baja tulangan tumpuan balok

Luas tulangan tumpuan atas (As^-) $= n\ x\ \frac{\pi}{4}\ x\ d^2$

$= 8\ x\ \frac{\pi}{4}\ x\ 22^2$

= 3039,52 mm^2

Luas tulangan tumpuan bawah (As^+) $= n\ x\ \frac{\pi}{4}\ x\ d^2$

$= 4\ x\ \frac{\pi}{4}\ x\ 22^2$

= 1519,76 mm^2

1. Gaya Geser Kontribusi Balok

Menurut SNI 2847:2019 Pasal 18.8.2.1 bahwa gaya – gaya pada tulangan longitudinal balok di muka joint harus dihitung dengan mengasumsikan tegangan leleh pada tulangan muka joint adalah 1,25fy.

a) Tegangan propable tulangan (F_{pr}) $= 1{,}25\ fy$

$= 1{,}25\ x\ 420$

$=\ 525$ MPa

b) Gaya Tulangan Tumpuan (Fs^-) $=\ (\ As^-\ )$ x (F_{pr})

$= 3039{,}52\ x\ 525$

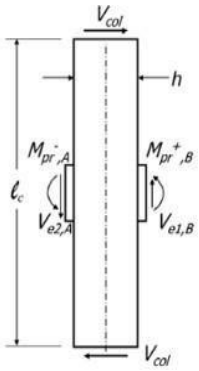
$=\ 1.595.748$ MPa

2. Gaya Geser Kolom

Untuk mencari nominal gaya geser kolom (Vcol) digunakan metode beam hinging, dimana pada kondisi tersebut kondisi gaya geser balok pada kedua sisi sendi plastis sampai setengah dari lebar kolom diikutsertakan. Hal ini digunakan untuk mencapai kondisi ultimit dari kapasitas geser sebuah joint.

Dibutuhkan data dari perhitungan balok pada subab sebelumnya diantaranya adalah:

1. Gaya geser kolom (Vcol).



Gambar 7. 10 Skematik Bean Hinging
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

$$Vcol = \frac{\sum M_{pr}}{Ln}$$

$$Vcol = \frac{478753725{,}875 \; + \; 895245109{,}027}{3200}$$

$$Vcol = \; 429343{,}8 \; N$$

2. Gaya Geser Total Joint

$$Vb = \; Fs^{-}$$

$$Vu = \; Vb \; - \; V_{\;col}$$

$$Vu = \; 1595748 \; - \; 429343{,}8$$

$$Vu = \; 1166404{,}2 \; N$$

3. Kuat Geser Joint

Hitung kuat geser joint 4 sisi (SNI 2847:2019 pasal 18.8.4.3)

$$\text{Vn} = 1{,}0 \times \lambda \times \sqrt{fc} \times A_j$$

$$\text{Vn} = 1{,}0 \times 1 \times \sqrt{30} \times \; 280.000$$

$$\text{Vn} = 153.362{,}2 \; N$$

4. Faktor reduksi untuk kuat geser joint adalah 0,85.

(SNI 2847:2019 pasal 21.2.4.3)

$\Phi Vn = 0{,}85 \times 1.533.623$

$\Phi Vn = 1.303.579{,}7\ N$

5. Cek reduksi kuat geser joint

$\Phi Vn \geq Vu$

$1.303.579{,}7 \geq 1166404{,}2$

Maka faktor reduksi untuk kuat geser joint sudah **memenuhi** menahan gempa (OK)