

Studi Desain Elemen Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729 : 2015 dan SNI 1729 : 2020

Sari Rama Indah, Maizuar*, Yovi Chandra, T. Mudi Hafli, Burhanuddin

¹Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh Indonesia

*Corresponding Author: maizuar@unimal.ac.id

Abstrak – Berdasarkan keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 232/KEP/BSN/7/2020 ditetapkan SNI 1729:2020 sebagai revisi dari SNI 1729:2015. Perbedaan mendasar kedua standar tersebut terdapat pada Pasal E7 tentang desain komponen struktur tekan dengan elemen langsing di mana pada SNI 1729:2015 digunakan luasan gross (A_g) dan pada SNI 1729:2020 digunakan luasan efektif (A_e) untuk menentukan nilai kekuatan nominal tekan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari perubahan perumusan terhadap kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Pada penelitian ini bangunan yang didesain berupa gedung 5 lantai yang berfungsi sebagai perkantoran dengan tipe struktur yang digunakan yaitu struktur rangka pemikul momen biasa (SRPMB) yang didesain sesuai metode load resistance factor design (LRFD) dengan menggunakan bantuan software ETABS 18.1.1. Profil baja yang digunakan yaitu profil IWF 450.200.9.14 sebagai struktur tekan dengan elemen langsing, H 350.350.12.19 sebagai struktur tekan tanpa elemen langsing dan IWF 350.175.7.11 sebagai struktur lentur dan geser. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kekuatan nominal tekan rencana profil IWF 450.200.9.14 sebagai struktur tekan dengan elemen langsing yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 mengalami penurunan dari 1828,7626 kN menjadi 1780,6193 kN dengan persentase penurunan yaitu sebesar 2,63%, nilai kekuatan tekan profil H 350.350.12.19 sebagai struktur tekan tanpa elemen langsing serta nilai kekuatan nominal lentur dan geser profil IWF 350.175.7.11 yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 memiliki nilai yang sama.

Kata Kunci: Struktur Baja, SRPMB, LRFD, kekuatan Nominal Rencana, ETABS

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini, standar mutu untuk perencanaan elemen struktur baja yang digunakan di Indonesia adalah SNI 1729:2015. Namun, berdasarkan keputusan Kepala BSN Nomor 232/KEP/BSN/7/2020 ditetapkan SNI 1729:2020 “Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural” sebagai revisi dari SNI 1729:2015. Selain itu, Kepala BSN juga memutuskan bahwa SNI yang direvisi masih tetap berlaku sepanjang belum dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

SNI 1729:2015 merupakan adopsi identik dengan metode terjemahan dari AISC 360-10, sedangkan SNI 1729:2020 merupakan adopsi identik dengan metode terjemahan dari AISC 360-16. Secara umum kedua

standar tersebut memiliki persyaratan yang sama, tetapi diketahui terdapat perubahan perumusan dalam menentukan nilai kekuatan nominal. Perbedaan yang cukup mendasar pada kedua standar tersebut terdapat pada perumusan untuk komponen struktur dengan elemen langsing yang dibahas dalam pasal E7. Pada pasal E7 SNI 1729:2015, digunakan luasan gross (A_g) untuk menentukan kuat tekan nominal. Tetapi pada pasal E7 SNI 1729:2020, digunakan luasan efektif (A_e) untuk menentukan kuat tekan nominal.

Untuk mengetahui pengaruh dari perubahan perumusan terhadap kekuatan nominal rencana elemen struktur bangunan baja maka dilakukanlah penelitian tentang studi desain elemen struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Selain itu, melalui analisis ini diharapkan akan diketahui informasi besar

kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian “Studi desain elemen struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020” yaitu:

1. Apakah perbedaan luasan *gross* (A_g) dengan luasan efektif (A_e) pada elemen tekan?
2. Berapa besar kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 sesuai dengan LRFD?
3. Apa pengaruh dari perubahan perumusan parameter pada SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 terhadap kekuatan nominal rencana elemen struktur bangunan baja?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian “Studi desain elemen struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020” yaitu:

1. Mengetahui perbedaan luasan *gross* (A_g) dengan luasan efektif (A_e) pada elemen tekan.
2. Mengetahui besar kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 sesuai dengan LRFD.
3. Mengetahui pengaruh dari perubahan perumusan parameter pada SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 terhadap kekuatan nominal rencana elemen struktur bangunan baja.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan Batasan masalah dalam penelitian “Studi desain elemen struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020” yaitu:

1. Desain struktur yang direncanakan berupa bangunan gedung 5 lantai yang berfungsi sebagai gedung perkantoran.
2. Bangunan yang didesain berlokasi di Pontianak dengan kelas situs tanah yang digunakan adalah tanah lunak.
3. Bangunan didesain berdasarkan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB).
4. Elemen struktur yang didesain adalah kolom dan balok.
5. Profil baja yang digunakan adalah profil IWF dan H berdasarkan pada produk katalog PT. Gunung Raja Paksi.
6. Jenis sambungan yang digunakan adalah sambungan baut.
7. Mutu material baja yang digunakan yaitu ASTM A913/A913M grade 65 dan mutu baut A325.
8. Tidak memasukkan perhitungan struktur bawah bangunan.

9. Tidak memasukkan perhitungan desain tangga.
10. Tidak mendesain sambungan secara mendetail.
11. Perletakkan seluruhnya diasumsikan sebagai perletakkan jepit.
12. Beban yang diperhitungkan bekerja pada struktur adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa.
13. Perhitungan desain beban gempa menggunakan metode respon spektra.
14. Perhitungan kekuatan perlu menggunakan bantuan *software* ETABS v18.1.1.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Persyaratan Struktur Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Persyaratan struktur rangka pemikul momen biasa (SRPMB) untuk bangunan gedung baja diatur dalam pasal E1 SNI 7860:2015 dan SNI 7860:2020. Pada pasal tersebut dituliskan bahwa untuk sistem struktur rangka pemikul momen biasa (SRPMB) tidak ada persyaratan khusus dan tidak ada pembatasan pada rasio lebar terhadap tebal komponen struktur di luar yang disyaratkan dalam SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 [1,2].

2.2 Konsep Load Resistance Factor Design (LRFD)

Load resistance factor design (LRFD) didasari dengan konsep yaitu *limit state* (keadaan batas). Pada LRFD, beban bekerja dikalikan dengan faktor beban untuk menghasilkan beban terfaktor yang akan digunakan sebagai beban pada struktur. Selain itu, ciri khas dari LRFD adalah penggunaan faktor reduksi sebagai faktor keamanan dalam proses desain [3]. Berdasarkan pasal B3.3 SNI 1729:2015 dan pasal B3.1 SNI 1729:2020, konsep LRFD dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\phi R_n \geq R_u \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- ϕ : Faktor reduksi
- R_n : Kekuatan nominal (N)
- R_u : Kekuatan perlu (N)

2.3 Desain Kolom Baja

Kolom adalah suatu elemen tekan aksial dan merupakan struktur utama dari bangunan yang berfungsi untuk memikul beban vertikal [6]. Berdasarkan pasal E1 SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020, komponen struktur yang mengalami tekan harus memenuhi persyaratan berikut.

$$\phi_c \times P_n \geq P_u \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Øc : Faktor reduksi tekan (LRFD = 0,90)
- Pn : Kuat tekan nominal (N)
- Pu : Kuat tekan perlu (N)

2.3.1 Desain kolom tekan tanpa elemen langsing

Kolom sebagai struktur tekan tergolong langsing apabila salah satu atau seluruh penampang profil tidak memenuhi persyaratan rasio kelangsingan elemen tekan pada Tabel B1.4a SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Kekuatan tekan nominal (Pn) untuk komponen kolom tekan tanpa elemen langsing yang mengalami tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk torsi-lentur diatur pada pasal E3 dan E4 SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Adapun perbandingan persyaratan pada pasal E3 dan E4 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Perbandingan perumusan kuat tekan kolom nonlangsing

Pasal	SNI 1729:2015	SNI 1729:2020
E3	<p>Kekuatan nominal tekan (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ag$ <p>Tegangan kritis (Fcr)</p> <p>a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} \leq 2,25$)</p> $Fcr = \left[0,658 \frac{Fy}{Fe} \right]$ <p>b) Bila $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} > 2,25$)</p> $Fcr = 0,877Fe$	<p>Kekuatan nominal tekan (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ag$ <p>Tegangan kritis (Fcr)</p> <p>a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} \leq 2,25$)</p> $Fcr = \left[0,658 \frac{Fy}{Fe} \right]$ <p>b) Bila $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} > 2,25$)</p> $Fcr = 0,877Fe$
E4	<p>Kekuatan nominal tekan (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ag$ <p>Tegang kritis (Fcr)</p> $Fcr = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2 + GJ} \right] \frac{1}{I_x + I_y}$	<p>Kekuatan nominal tekan (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ag$ <p>Tegang kritis (Fcr)</p> $Fcr = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2 + GJ} \right] \frac{1}{I_x + I_y}$

2.3.2 Desain kolom tekan dengan elemen langsing

Kolom sebagai struktur tekan tergolong nonlangsing apabila penampang profil memenuhi persyaratan rasio kelangsingan elemen tekan pada Tabel B1.4a SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Kekuatan tekan nominal (Pn) untuk komponen kolom tekan dengan elemen langsing yang mengalami tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk torsi-lentur dalam interaksi dengan tekuk lokal diatur pada pasal E5 SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Adapun perbandingan persyaratan pada pasal E5 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Perbandingan perumusan kuat tekan kolom langsing

Pasal	SNI 1729:2015	SNI 1729:2020
E7	<p>Kekuatan tekan nominal (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ag$ <p>Tegangan kritis (Fcr)</p> <p>a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{QFy}}$ (atau $\frac{QFy}{Fe} \leq 2,25$)</p> $Fcr = Q \left[0,658 \frac{QFy}{Fe} \right] Fy$ <p>b) Bila $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{QFy}}$ (atau $\frac{QFy}{Fe} > 2,25$)</p> $Fcr = 0,877Fe$ <p>Faktor reduksi neto (Q)</p> $Q = Qs \times Qa$	<p>Kekuatan tekan nominal (Pn)</p> $Pn = Fcr \times Ae$ <p>Tegangan kritis (Fcr)</p> <p>a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} \leq 2,25$)</p> $Fcr = \left[0,658 \frac{Fy}{Fe} \right]$ <p>b) Bila $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ (atau $\frac{Fy}{Fe} > 2,25$)</p> $Fcr = 0,877Fe$ <p>Luasan efektif (Ae)</p> $Ae = Ag - (b - be)t$

2.4 Desain Balok Baja

Balok merupakan struktur yang menahan beban dinding, distribusi beban plat lantai, distribusi beban hidup ataupun beban lainnya. Komponen balok merupakan struktur yang mengalami lentur dan geser, sehingga dalam analisisnya balok akan dianggap sebagai sebuah struktur lentur dan geser [6].

2.4.1 Desain balok baja sebagai struktur lentur

Sebelum mendesain balok sebagai struktur lentur, profil balok terlebih dahulu harus diklasifikasikan menjadi profil kompak ataupun nonkompak. Pengklasifikasian profil balok dapat dilihat pada Tabel B1.4b SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Desain balok baja sebagai struktur lentur dibahas dalam pasal F SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Ketentuan umum struktur lentur yaitu:

$$\phi b \times Mn \geq Mu \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- Øb : Faktor reduksi lentur (LRFD = 0,90)
- Mn : Kuat lentur nominal (Nmm)
- Mu : Kuat lentur perlu (Nmm)

Adapun perbandingan perumusan kekuatan lentur nominal (Mn) yang diatur dalam SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan perumusan kuat lentur balok

Pasal	SNI 1729:2015	SNI 1729:2020
F2	Kekuatan lentur nominal	Kekuatan lentur nominal

Pasal	SNI 1729:2015	SNI 1729:2020
	(Mn)	(Mn)
	1. Leleh	1. Leleh
	$M_n = M_p = F_y \times Z_x$	$M_n = M_p = F_y \times Z_x$
	2. Tekuk torsi lateral	2. Tekuk torsi lateral
	$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$	$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$

Tegangan leleh (Fy) baja : 450 MPa
 Tegangan putus (Fu) baja : 550 MPa
 Sambungan : Baut
 Mutu sambungan : A325
 Kuat tarik (Fnt) : 620 MPa
 Kuat geser (Fnv) : 469 Mpa

Model struktur gedung yang direncanakan terdiri dari 2 model yaitu model 1 berupa gedung dengan kolom langsing dan model 2 berupa gedung dengan kolom nonlangsing. Model struktur gedung rencana dapat dilihat pada gambar berikut.

2.4.2 Desain balok sebagai struktur geser

Setelah kapasitas momen lentur memenuhi ketentuan desain elemen lentur, maka penampang badan (web) harus dievaluasi juga untuk memenuhi kekuatan desain elemen geser [7]. Desain balok baja sebagai struktur geser dibahas dalam pasal G SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 dengan ketentuan umum sebagai berikut.

$$\phi_v \times V_n \geq V_u \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- ϕ_v : Faktor reduksi geser (LRFD = 0,90)
- V_n : Kuat geser nominal (N)
- V_u : Kuat geser perlu (N)

Adapun perbandingan perumusan untuk kuat geser nominal yang diatur dalam SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pebandingan perumusan kuat geser balok

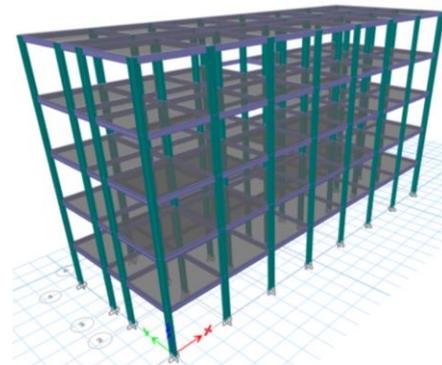
Pasal	SNI 1729:2015	SNI 1729:2020
G1	Kekuatan geser nominal (Vn) $V_n = 0,6 \times F_y \times A_w \times C_v$	Kekuatan geser nominal (Vn) $V_n = 0,6 \times F_y \times A_w \times C_v$

3. Metode Penelitian

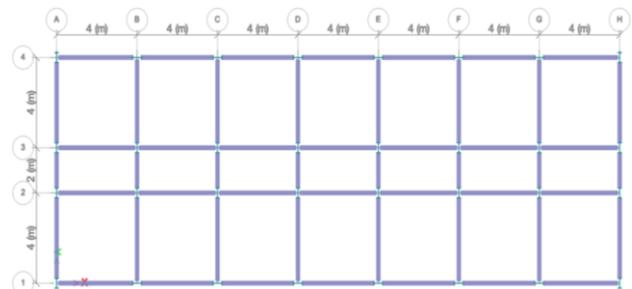
3.1 Data Perencanaan

Bangunan yang didesain menggunakan data-data perencanaan sebagai berikut:

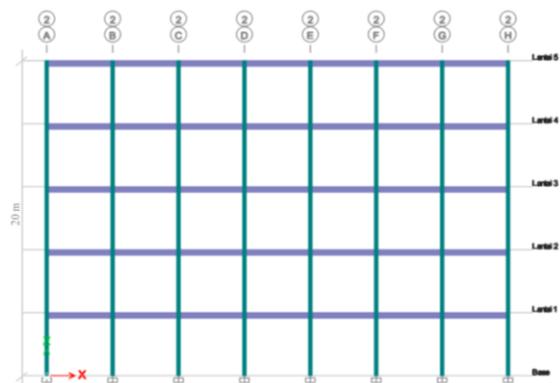
- Jenis struktur bangunan : SRPMB
- Fungsi bangunan : Perkantoran
- Lokasi : Pontianak
- Dimensi
 - Panjang : 28 m
 - Lebar : 10 m
 - Tinggi : 20 m
- Jumlah lantai : 5 lantai
- Jenis profil baja : Profil IWF dan H
- Mutu baja : ASTM A913M grade 65



Gambar 1 Model 3D



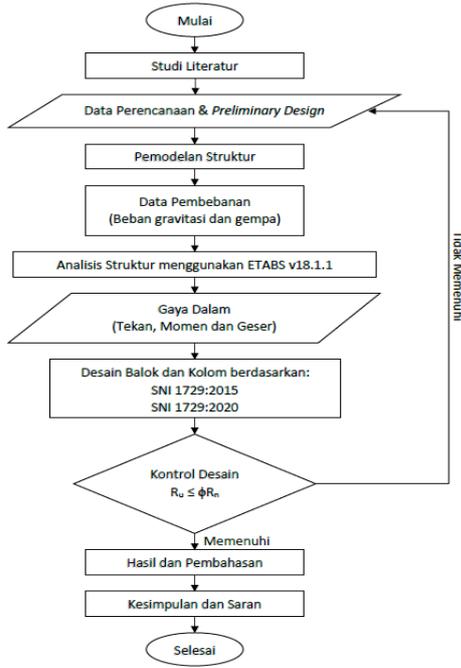
Gambar 2 Denah gedung rencana



Gambar 3 Potongan memanjang gedung

3.2 Diagram Alur Penelitian

Urutan atau alur pengerjaan dalam menyelesaikan penelitian disajikan dalam diagram berikut.



Gambar 4 Diagram alur penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai referensi atau rujukan untuk menyelesaikan penelitian yang didapatkan dari buku, jurnal serta peraturan yang berlaku. Peraturan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. SNI 1729:2015 tentang spesifikasi untuk bangunan baja struktural.
2. SNI 1729:2020 tentang spesifikasi untuk bangunan baja struktural.
3. SNI 7860:2015 tentang ketentuan seismik untuk struktur baja bangunan gedung.
4. SNI 7860:2020 tentang ketentuan seismik untuk struktur baja bangunan gedung.
5. SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
6. SNI 1729:2019 tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembebanan

Beban-beban yang akan dihitung dalam penelitian ini yaitu beban mati, beban hidup dan beban gempa. Besar estimasi beban-beban yang digunakan yaitu sebagai berikut.

1. Beban mati, merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang. Dalam penelitian ini, beban mati yang digunakan dibedakan menjadi dua yaitu beban mati sendiri dan beban mati tambahan.

Tabel 5 Beban mati tambahan pada pelat lantai dan atap

Beban mati tambahan (Lt 1 - 4)		
Komponen Gedung	Berat	Satuan
Adukan semen per 2 cm tebal	0,4120	kN/m ²
Keramik per 1 cm tebal	0,2354	kN/m ²
Plafond	0,1079	kN/m ²
Penggantung plafond	0,0687	kN/m ²
Plumbing	0,2453	kN/m ²
Mekanikal & elektrik	0,3924	kN/m ²
Total beban mati tambahan (Lt 1 - 4)	1,4617	kN/m²
Beban mati tambahan (Lt 5 atau atap)		
Komponen Gedung	Berat	Satuan
Plafond	0,1079	kN/m ²
Penggantung plafond	0,0687	kN/m ²
Plumbing	0,2453	kN/m ²
Mekanikal & elektrik	0,3924	kN/m ²
Total beban mati tambahan (Lt 5 atau atap)	0,8142	kN/m²

Tabel 6 Beban mati tambahan pada balok

Beban mati tambahan (Lt 1 - 4)		
Komponen Gedung	Berat	Satuan
Dinding pasangan 1/2 bata merah	2,4525	kN/m ²
Tinggi dinding	4	m
Beban mati tambahan pada balok (Lt 1 - 4)	9,81	kN/m

2. Beban hidup, merupakan beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan. Beban hidup yang digunakan tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan dalam Tabel 4-1 SNI 1727:2020.

Tabel 7 Beban hidup

Beban hidup (Lt 1 - 4)		
Fungsi Ruangan	Berat	Satuan
Ruang kantor	2,4	kN/m ²
Ruang pertemuan	4,79	kN/m ²
Toilet	4,79	kN/m ²
Koridor di atas lantai 1	3,83	kN/m ²
Beban hidup (Lt 5 atau atap)		
Fungsi Ruangan	Berat	Satuan
Atap dak	0,96	kN/m ²

3. Beban gempa, berdasarkan pada SNI 1726:2019 dengan metode respon spektra untuk lokasi di Pontianak dengan kelas situs tanah lunak (SE). Data yang dibutuhkan untuk desain beban gempa diambil dari website <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.

Tabel 8 Data beban gempa

Data Desain Spektra Indonesia	
Daerah	Pontianak
Lintang	-0,06242779
Bujur	109,3545519
Jenis Tanah KDS	Tanah Lunak (SE)
	C
Variabel	Nilai
PGA (g)	0,0874
Ss (g)	0,1693
S1 (g)	0,0500
FA	2,4000
FV	4,2000
SMS (g)	0,4063
SM1 (g)	0,2100
SDS (g)	0,2709
SD1 (g)	0,1400
TO (detik)	0,1034
Ts (detik)	0,5168

4.2 Dimensi Komponen Struktur

Dimensi komponen struktur yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari hasil *preliminary design* pada masing-masing komponen struktur. dimensi komponen struktur yang digunakan sebagai berikut.

1. Pelat lantai
Pelat lantai yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pelat lantai beton yang memiliki tebal 150 mm dengan mutu beton yang digunakan yaitu 30 MPa.
2. Balok
Profil balok yang digunakan yaitu profil IWF 350.175.7.11 dengan mutu ASTM A913/A913M grade 65.
3. Kolom
Profil kolom yang digunakan yaitu profil IWF 450.200.9.14 untuk kolom langsing dan profil H 350.350.12.19 untuk kolom nonlangsing dengan mutu ASTM A913/A913M grade 65.

4.3 Desain Kolom

Kolom akan didesain sebagai struktur tekan berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 dengan nilai kekuatan perlu yang digunakan diperoleh dari hasil analisis struktur menggunakan ETABS. Hasil dari desain kekuatan nominal rencana kolom yaitu sebagai berikut.

1. Desain kolom langsing
Dalam penelitian ini profil kolom yang tergolong langsing yaitu profil IWF 450.200.9.14. Kekuatan perlu untuk desain kolom langsing dapat dilihat pada Tabel 9.

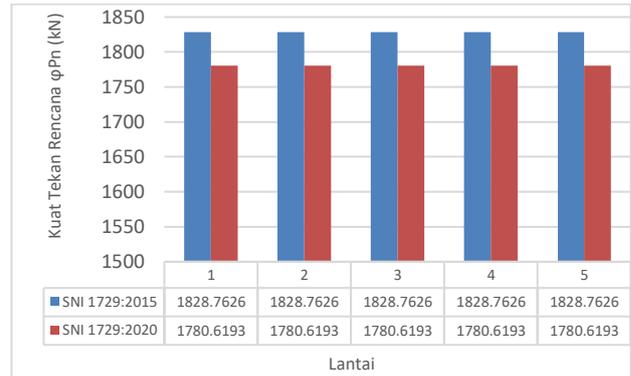
Tabel 9 Kuat tekan perlu kolom langsing

Lantai	Profil	Mutu	Kode kolom	Kuat tekan maks (kN)	Komb
1	IWF 450.200.9.14	ASTM A913/A913M	C15	919,9038	4
2	IWF 450.200.9.14	ASTM A913/A913M	C15	689,1628	4
3	IWF 450.200.9.14	ASTM A913/A913M	C15	456,4971	4
4	IWF 450.200.9.14	ASTM A913/A913M	C15	251,1494	4
5	IWF 450.200.9.14	ASTM A913/A913M	C15	70,4127	4

Berdasarkan Tabel 9, kekuatan tekan maksimum pada kolom langsing yang digunakan yaitu kekuatan tekan terbesar di masing-masing lantai. Pada setiap lantai kuat tekan maksimum terjadi di kolom C15 pada kombinasi beban ke 4.

Tabel 10 Kuat tekan nominal rencana kolom langsing

Lantai	Kekuatan Nominal Pn (kN)		Kuat Nominal Rencana $\phi Pn = 0,9 Pn$ (kN)		Cek	
	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020	$Pu \leq \phi Pn$	
					1729:2015	1729:2020
1	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	OK	OK
2	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	OK	OK
3	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	OK	OK
4	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	OK	OK
5	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	OK	OK



Gambar 5 Kuat tekan rencana kolom langsing

Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa kolom IWF 450.200.9.14 mutu ASTM A913/A913M terjadi penurunan kuat nominal tekan (Pn) yang menyebabkan terjadinya penurunan juga pada nilai kuat tekan rencana (ϕPn) dari SNI 1729:2015 ke SNI 1729:2020. Besar penurunan kuat tekan nominal tekan dan kuat nominal rencana dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Persentase penurunan kuat tekan rencana kolom langsing

Lantai	Pn (kN)		ϕPn (kN)		Selisih	Persentase Penurunan
	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020		
1	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	48,1433	2,63%
2	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	48,1433	2,63%
3	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	48,1433	2,63%
4	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	48,1433	2,63%
5	2031,9585	1978,4659	1828,7626	1780,6193	48,1433	2,63%

Berdasarkan Tabel 11, diketahui bahwa persentase penurunan kuat nominal tekan rencana untuk kolom langsing profil IWF 450.200.9.14 mutu ASTM A913/A913M yaitu sebesar 2,63%. Penurunan terjadi karena dalam desain kolom langsing berdasarkan SNI 1729:2015 digunakan luasan *gross* (A_g) sedangkan desain berdasarkan SNI 1729:2020 digunakan luasan efektif (A_e) untuk menghitung kuat tekan nominal. Penggunaan luasan efektif (A_e) untuk menghitung nilai kuat tekan nominal pada SNI 1729:2020, dimaksudkan untuk mengoptimalkan luasan profil langsing dimana bagian penampang yang langsing dari profil akan mengalami reduksi pada luasannya sehingga luasannya akan menjadi lebih kecil dari luasan awal. Hal tersebut menyebabkan luasan efektif (A_e) akan lebih kecil dari luasan *gross* (A_g). Selain itu, untuk desain elemen langsing berdasarkan SNI 1729:2015 nilai tegangan kritis (F_{cr}) dipengaruhi oleh nilai faktor reduksi neto (Q) sedangkan untuk desain elemen langsing berdasarkan SNI 1729:2020 nilai tegangan kritis (F_{cr}) tidak dipengaruhi oleh nilai faktor reduksi neto (Q).

2. Desain kolom nonlangsing
Profil kolom yang tergolong nonlangsing adalah profil H 350.350.12.19. Kekuatan perlu untuk desain kolom nonlangsing dapat dilihat pada Tabel 12.

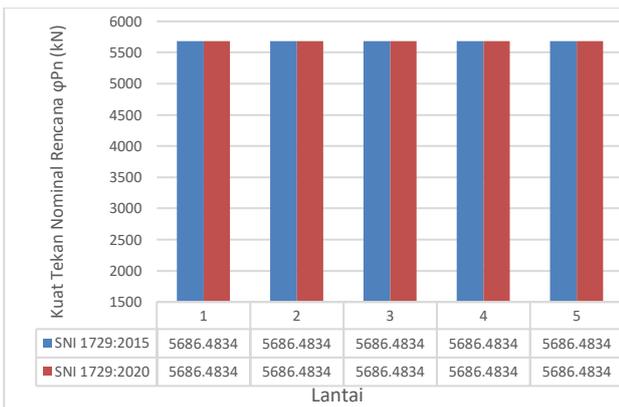
Tabel 12 Kuat tekan perlu kolom nonlangsing

Lantai	Profil	Mutu	Kode kolom	Kuat tekan maks (kN)	Komb
1	H 350.350.12.19	ASTM A913/A913M	C15	1043,7301	4
2	H 350.350.12.19	ASTM A913/A913M	C15	801,4113	4
3	H 350.350.12.19	ASTM A913/A913M	C15	542,7527	4
4	H 350.350.12.19	ASTM A913/A913M	C15	303,732	4
5	H 350.350.12.19	ASTM A913/A913M	C15	88,0493	4

Berdasarkan Tabel 12, kekuatan tekan maksimum pada kolom nonlangsing yang digunakan yaitu kekuatan tekan terbesar di masing-masing lantai. Pada setiap lantai kuat tekan maksimum terjadi di kolom C15 pada kombinasi beban ke 4.

Tabel 13 Kuat tekan nominal rencana kolom nonlangsing

Lantai	Kekuatan Nominal Pn (kN)		Kuat Nominal Rencana $\phi Pn = 0,9 Pn$ (kN)		Cek $Pu \leq \phi Pn$	
	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020
	1	6318,3149	6318,3149	5686,4834	5686,4834	OK
2	6318,3149	6318,3149	5686,4834	5686,4834	OK	OK
3	6318,3149	6318,3149	5686,4834	5686,4834	OK	OK
4	6318,3149	6318,3149	5686,4834	5686,4834	OK	OK
5	6318,3149	6318,3149	5686,4834	5686,4834	OK	OK



Gambar 6 Kuat tekan rencana kolom nonlangsing

Berdasarkan Tabel 13 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa kolom profil H 350.350.12.19 mutu ASTM A913/A913M yang didesain sebagai struktur tekan tanpa elemen langsing memiliki nilai kuat tekan rencana (ϕPn) tetap sama antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Hal ini karena dimensi profil termasuk elemen nonlangsing sehingga tidak terjadi perbedaan desain kolom antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020.

4.4 Desain Balok

Balok akan didesain sebagai struktur lentur dan geser berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020 dengan nilai kekuatan perlu yang digunakan diperoleh dari hasil analisis struktur menggunakan ETABS. Hasil dari desain kekuatan nominal rencana balok yaitu sebagai berikut.

1. Desain balok sebagai struktur lentur

Balok yang didesain sebagai struktur lentur yaitu balok profil IWF 350.175.7.11. Momen perlu balok dapat dilihat pada Tabel 14.

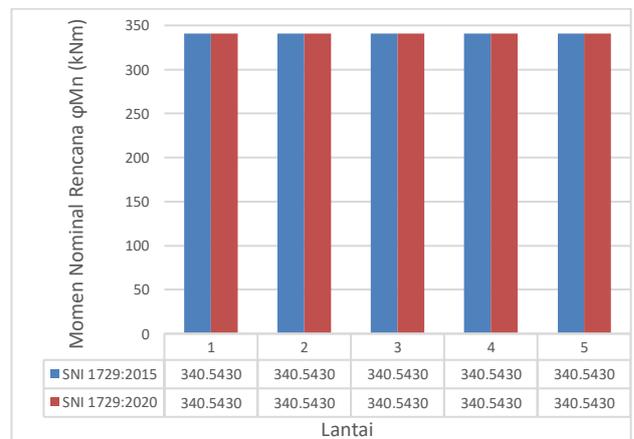
Tabel 14 Momen perlu balok

Lantai	Profil	Mutu	Kode Balok	Momen	
				Mu maks (kNm)	Komb
1	IWF 350.175.7.11	A913M	B1	160,6329	12
2	IWF 350.175.7.11	A913M	B1	191,0182	12
3	IWF 350.175.7.11	A913M	B1	172,6013	12
4	IWF 350.175.7.11	A913M	B1	139,4577	12
5	IWF 350.175.7.11	A913M	B1	97,9930	12

Berdasarkan Tabel 14, momen maksimum pada balok yang digunakan yaitu momen atau gaya lentur terbesar di masing-masing lantai. Pada setiap lantai momen maksimum terjadi di balok B1 pada kombinasi beban ke 12.

Tabel 15 Kuat lentur nominal rencana balok

Lantai	Momen Nominal Mn (kN)		Momen Rencana $\phi Mn = 0,9 Mn$ (kN)		Cek $Mu \leq \phi Mn$	
	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020
	1	340,5430	340,5430	306,4887	306,4887	OK
2	340,5430	340,5430	306,4887	306,4887	OK	OK
3	340,5430	340,5430	306,4887	306,4887	OK	OK
4	340,5430	340,5430	306,4887	306,4887	OK	OK
5	340,5430	340,5430	306,4887	306,4887	OK	OK



Gambar 7 Kuat lentur nominal balok

Berdasarkan Tabel 15 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa balok profil IWF 350.175.7.11 mutu ASTM A913/A913M yang didesain sebagai struktur lentur memiliki nilai kuat lentur rencana (ϕMn) tetap sama antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Hal ini karena tidak terjadi perbedaan desain balok sebagai struktur lentur antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020.

2. Desain balok sebagai struktur geser
Selain didesain sebagai struktur lentur, balok dengan profil IWF 350.175.7.11 juga didesain sebagai struktur geser. Kekuatan geser balok yang digubakan dapat dilihat pada Tabel 16.

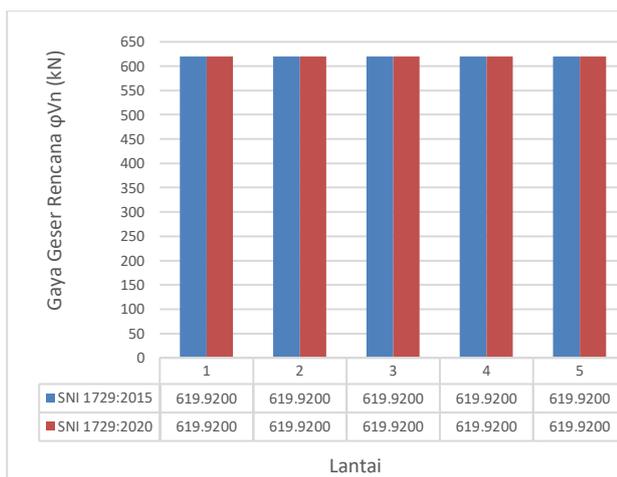
Tabel 16 Kuat geser perlu balok

Lantai	Profil	Mutu	Kode Balok	Gaya Geser	
				Vu maks (kN)	Komb
1	IWF 350.175.7.11	A913M	B2	132,5724	4
2	IWF 350.175.7.11	A913M	B2	149,5195	4
3	IWF 350.175.7.11	A913M	B2	139,6097	4
4	IWF 350.175.7.11	A913M	B2	121,6930	4
5	IWF 350.175.7.11	A913M	B2	68,4259	4

Berdasarkan Tabel, gaya geser maksimum pada balok yang digunakan yaitu gaya geser terbesar di masing-masing lantai. Pada setiap lantai gaya geser maksimum terjadi di balok B2 pada kombinasi beban ke 4.

Tabel 17 Kuat geser nominal rencana balok

Lantai	Gaya Geser Nominal Vn (kN)		Gaya Geser Rencana $\phi Vn = 1 Vn$ (kN)		Cek $Vu \leq \phi Vn$	
	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020	1729:2015	1729:2020
	1	619,9200	619,9200	619,9200	619,9200	OK
2	619,9200	619,9200	619,9200	619,9200	OK	OK
3	619,9200	619,9200	619,9200	619,9200	OK	OK
4	619,9200	619,9200	619,9200	619,9200	OK	OK
5	619,9200	619,9200	619,9200	619,9200	OK	OK



Gambar 8 Kuat geser nominal balok

Berdasarkan Tabel 17 dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa balok profil IWF 350.175.7.11 mutu ASTM A913/A913M yang didesain sebagai struktur geser memiliki nilai kuat geser rencana (ϕVn) tetap sama antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Hal ini karena tidak terjadi perbedaan desain balok sebagai struktur geser antara SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan yaitu Perbedaan antara luasan *gross* (A_g) dengan luasan efektif (A_e) pada elemen tekan yaitu luasan *gross* (A_g) merupakan luasan seluruh penampang profil tanpa adanya reduksi apapun sedangkan luasan efektif (A_e) pada elemen tekan merupakan luasan penampang profil yang telah mengalami reduksi akibat profil tergolong langsing. Luasan efektif (A_e)

dimaksudkan untuk mengoptimalkan luasan profil langsing dimana bagian penampang yang langsing dari profil akan mengalami reduksi pada luasannya sehingga luasannya akan menjadi lebih kecil dari luasan awal.

Kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 diperoleh hasil yaitu untuk struktur kolom langsing didapatkan nilai kekuatan rencana tekan (ϕP_n) sebesar 1828,7626 kN, untuk struktur kolom nonlangsing didapatkan nilai kekuatan nominal rencana tekan (ϕP_n) sebesar 5686,4834 kN dan untuk struktur balok yang menahan momen dan gaya geser didapatkan kekuatan nominal rencana lentur (ϕM_n) sebesar 306,4887 kNm serta kekuatan nominal rencana geser (ϕV_n) sebesar 619,9200 kN. Sedangkan kekuatan nominal rencana elemen struktur baja yang didesain berdasarkan SNI 1729:2020 diperoleh hasil yaitu untuk struktur kolom langsing didapatkan nilai kekuatan nominal rencana tekan (ϕP_n) sebesar 1780,6193 kN, untuk struktur kolom nonlangsing didapatkan nilai kekuatan nominal rencana tekan (ϕP_n) sebesar 5686,4834 kN dan untuk struktur balok yang menahan momen dan gaya geser didapatkan kekuatan rencana lentur (ϕM_n) maksimum sebesar 306,4887 kNm serta kekuatan rencana geser (ϕV_n) maksimum sebesar 619,9200 kN.

Perubahan perumusan desain kolom langsing sebagai struktur tekan menyebabkan terjadinya penurunan nilai kekuatan nominal rencana tekan (ϕP_n) yang didesain berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2020. Dari penelitian yang dilakukan, kolom IWF 450.200.9.14 yang merupakan struktur tekan dengan elemen langsing diperoleh nilai penurunan sebesar 2,63%.

REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional, SNI 7860:2015 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Jakarta, 2015.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, SNI 7860:2020 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Jakarta, 2020.
- [3] Y. Lesmana, Handbook for Beginner Analisa dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2015, Nas Media Pustaka, Yogyakarta, 2019.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1729:2015 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Jakarta, 2015.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1729:2020 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Jakarta, 2020.
- [6] I. A. Baskoro dan Harsoyo, *Perancangan Ulang Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta Menggunakan Struktur Baja Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*, Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, 2019.
- [7] W. Dewobroto, Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010, Edisi ke-2, Jurusan Teknik Sipil UPH, Tangerang, 2016.