

SISTEM SAMBUNGAN MOMEN TAHAN GEMPA PADA STRUKTUR BAJA BANGUNAN GEDUNG

Andi Saputra Siregar¹⁾, Iskandar Romey Sitompul²⁾, Reni Suryanita³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email : andi.saputrasiregar@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Based on SNI 1729 2015, there are two concepts in steel structure analysis and design, namely the concept of Load and Resilience Factor Design (LRFD) and Allowable Strength Design (ASD). The design of steel structures has to take into account the safety against earthquake loads according to the 2017 earthquake hazard map which is an update to the previous earthquake map published in 2010. This study aims to obtain the most effective type of steel structure connection in resisting earthquake loads by comparing 3 types of flexural connections between beam and column. The type of connection examined with study were bolted flange plate moment connection and end plate moment connections using stiffeners with four bolts and eight bolts. In this research a 10 floors building with steel structure is modelled. The dimensions of the building are 20 m x 15 m and the height of each story is 3.5 m except for the first story which is 4.5 m. The structure is analyzed by using SAP2000 version 21 software with LRFD and ASD methods. The building is located in the city of Pekanbaru with soft soil conditions. Based on the design result, it was found that the most suitable type of moment connection on the model is end plate moment connection using a stiffener with eight bolts, with a bearing capacity of the end plate of 4403.59 kN. From the structural analysis using the Direct Analysis Method (DAM) it is found that the internal forces in the structure are smaller when using a new earthquake hazard map. Finally, the connection design for this model by using ASD method is about 40% less efficient than by using the LRFD method.

Keywords : LRFD, ASD, moment connections, earthquake hazard map 2017

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya terletak pada daerah dengan tingkat kerawanan terhadap gempa yang tinggi. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia beberapa tahun terakhir banyak mengakibatkan kerusakan sarana dan prasarana fisik. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan (PUPR) meluncurkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Peta ini merupakan pemutakhiran dari peta gempa sebelumnya yang terbit pada tahun 2010. Perubahan intensitas gempa di suatu wilayah akan berdampak pada desain dan perencanaan struktur bangunan tahan gempa di wilayah tersebut. Semakin besar beban gempa yang terjadi, maka respon struktur akan semakin besar.

Dalam kaitannya dengan rekayasa dan perancangan bangunan konstruksi gedung bertingkat, struktur baja merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat baik. Perencanaan struktur rangka baja yang tahan terhadap beban gempa, salah satunya di bagian sambungan didesain untuk bisa menjalani deformasi jauh melampaui batas elastis bahan tanpa kehilangan kapasitas kekuatan yang cukup signifikan.

Sambungan merupakan bagian penting dalam sistem struktur bangunan gedung yang tidak dapat diabaikan. Banyak bangunan memiliki elemen struktur yang berukuran besar dan memiliki kapasitas daya dukung yang besar, namun ketika terjadi bencana gempa mengalami keruntuhan disebabkan kegagalan pada

sistem sambungan. Penelitian terkait dengan kinerja sistem sambungan pada bangunan gedung dengan menggunakan konstruksi baja masih sedikit dilakukan hingga saat ini. Sehubungan dengan hal ini, maka dirasakan perlu untuk meneliti sistem sambungan seperti apa yang paling efektif untuk diaplikasikan pada gedung dengan material konstruksi baja di kota pekanbaru.

Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural telah ditetapkan berdasarkan (SNI 1729 2015). Analisis struktur baja memiliki dua konsep perhitungan yaitu konsep Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) dan konsep Desain Kekuatan Izin (DKI). Analisis struktur baja harus memperhitungkan keamanan terhadap beban gempa yang telah ditentukan. Sehubungan dengan perubahan peta gempa tersebut di atas berpengaruh terhadap hasil perencanaan struktur termasuk desain sambungan. Sejauh mana perubahan hasil desain terkait perubahan peta bahaya gempa tersebut di atas dapat dilihat pada studi dan kajian di dalam penelitian ini.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Peta Gempa Indonesia

Kementrian PUPR bersama para ahli gempa melakukan pemutakhiran peta gempa Indonesia dan diberi nama Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017. Peta gempa 2017 ini mengacu pada analisis PSHA (Probabilistic Seismic Hazardm Analysis) yang merupakan peta percepatan puncak di batuan dasar PGA (Peak Ground Acceleration). PGA memiliki delapan periode ulang, periode ulang yang dipergunakan, yaitu 50, 100, 200, 500, 1000, 2500, 5000, dan 10000 tahun. Analisis terhadap hasil perhitungan PSHA oleh Tim Pusat Studi Gempa (2017) menunjukkan akan muncul guncangan yang semakin bertambah tinggi di suatu area seiring dengan semakin bertambah panjang rentang waktu penghitungan. Hal ini terjadi karena semakin panjang waktu maka semakin banyak gempa dengan magnitudo lebih besar yang muncul.

Sehubungan dengan perubahan peta gempa, dari peta gempa 2010 diperbaharui menjadi peta gempa 2017 menjadi acuan bagi perencana dalam mendesain struktur bangunan syarat aman terhadap gempa.

B.2 Koefisien Modifikasi Respon

Tabel 1. Koefisien Modifikasi Respon (RSNI3 1726, 201X)

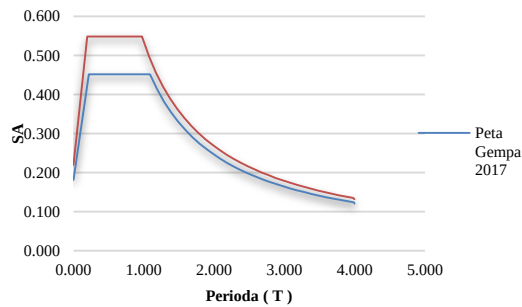
Sistem Penahan – Gaya Gempa		R	C _d
Sistem Rangka Pemikul Momen			
a.	Rangka baja pemikul momen khusus	8	5,5
b.	Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	5,5
c.	Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	4
d.	Rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3
e.	Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	5,5
f.	Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	4,5
g.	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	2,5

Berdasarkan Tabel 1, sistem struktur yang digunakan adalah SRPMK (Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus) dengan koefisien modifikasi respon adalah 8.

B.3 Ketentuan Pembebanan

Beban-beban yang diperhitungkan di dalam analisis penelitian ini adalah:

- Beban mati, total beban mati tambahan yang digunakan adalah 3,41 kN/m² yang mencakup *Mechanical & Electrical*, plesteran, keramik, dinding pasangan bata merah 1/2 batu, plafon dan penggantung.
- Beban hidup, bangunan struktur difungsikan sebagai apartemen dengan beban hidup sebesar 1,92 kN/m² dan atap 0,96 kN/m² menurut SNI 1727 2013.
- Respon spektrum gempa, peta gempa yang digunakan adalah peta gempa tahun 2010 dan tahun 2017 dengan nilai percepatan spektrum respons pada peta 2017 untuk S₁ dan S_s sebesar 0,299 dan 0,236, sedangkan pada peta gempa 2010 untuk S₁ dan S_s sebesar 0,441 dan 0,274. Gambar 1 memperlihatkan grafik respon spektrum gempa rencana sesuai RSNI3 1726 201X yang digunakan pada penelitian ini, dimana terdapat perbedaan untuk nilai S_a dan Perioda (T) antara peta gempa 2017 dan 2010.



Gambar 1. Perbandingan Respon Spektra Berdasarkan RSNI31726 201X Menggunakan Peta Gempa Tahun 2010 dan Tahun 2017 untuk Lokasi Pekbaru dengan Kondisi Tanah Lunak

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 di atas persentase selisih perbandingan Peta bahaya gempa 2017 mengalami penurunan sebesar S_1 (g) 32% dan S_s (g) 13%. Sehingga analisis struktur menghasilkan respon struktur yang lebih kecil jika menggunakan peta gempa 2017

B.4 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban yang dilakukan dalam analisis struktur baja dengan menggunakan metode DFBK dan DKI adalah sebagai berikut:

- a. Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)
 - 1) 1,4D
 - 2) 1,2D + 1,6L + N
 - 3) 1,2D + 1,0E + 1 L + N
 - 4) 0,9D + 1,0E + N
- b. Desain Kekuatan Izin (DKI)
 - 1) D
 - 2) D + L
 - 3) D + (0,6W or 0,7E) + N
 - 4) D + 0,75L + 0,75(0,7E) + N

B.5 Persyaratan Desain

- a. Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)
DFBK mensyaratkan dalam kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK. Desain harus dilakukan sesuai dengan persamaan berikut,

$$R_u \leq \phi R_n \quad (1)$$

Keterangan,

R_u = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

R_n = kekuatan nominal (*nominal strength*)

ϕ = faktor ketahanan (*resistance factor*), faktor reduksi kekuatan umumnya nilai $\phi < 1$

ϕR_n = kekuatan desain (*design strength*)

- b. Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Kekuatan Izin (DKI)

Desain berdasarkan Kekuatan Izin (DKI) mensyaratkan kekuatan izin dari setiap komponen struktur sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DKI. Desain harus dilakukan sesuai dengan persamaan berikut,

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega} \quad (2)$$

Keterangan,

R_a = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DKI

R_n = kekuatan nominal (*nominal strength*)

Ω = faktor keamanan (*safety factor*), umumnya nilai $\Omega > 1$

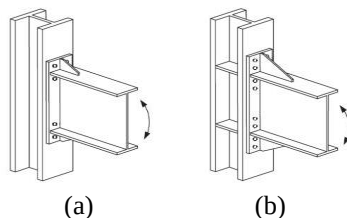
R_n/Ω = kekuatan izin (*allowable strength*)

B.6 Perencanaan Sambungan Baja Struktur Tahan Gempa

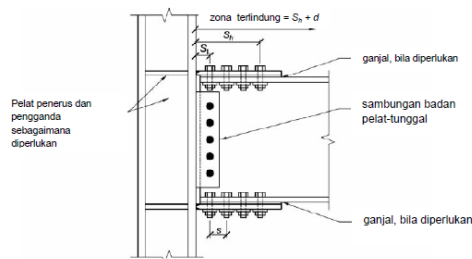
Perencanaan struktur baja harus sesuai dengan persyaratan spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural SNI 1729 2015 yang mengadopsi AISC 2010, dengan ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural SNI 7860 2015 yang mengadopsi AISC 341-10 dan sambungan terpraktualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismik SNI 7972 2013 yang mengadopsi AISC 358-16. Sambungan yang ada dalam standar ini dirancang menurut ketentuan desain faktor beban (DFBK) dan ketahanan (DKI). Tipe sambungan yang sudah

terpraktualifikasi dalam SNI 7972 2013 untuk digunakan dalam penyambungan balok ke sayap kolom pada Rangka Momen Khusus (RMK) dan Rangka Momen Menengah (RMM) di dalam batas yang disyaratkan. Berikut tipe sambungan tahan gempa:

- Pelat Ujung Diperpanjang menggunakan pengaku dengan empat-baut. (Gambar 2. (a))
- Pelat Ujung Diperpanjang menggunakan pengaku dengan delapan-baut. (Gambar 2. (b))
- Pelat Sayap Berbaut. (Gambar 3.)



Gambar 2. Sambungan momen plat ujung dengan atau tanpa perkuatan (SNI 7972, 2013)



Gambar 3. Sambungan Momen Pelat Sayap Berbaut (SNI 7972, 2013)

C. METODOLOGI PENELITIAN

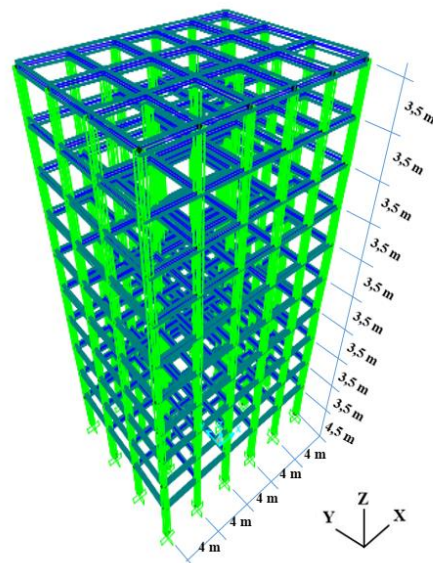
C.1 Data Struktur

Analisis desain struktur baja yang dilakukan pada penelitian mengacu pada Pemodelan struktur mengacu pada SNI 1729 2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, RSNI3 1726 201X (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung), SNI 1727 2013 (Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur), dan PPPURG 1987 (Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung). Pemodelan struktur dalam tiga dimensi dengan tinggi bangunan 10

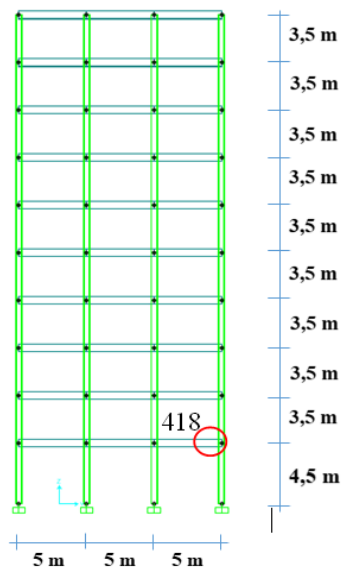
lantai. Tinggi lantai dasar 4,5 m dan lantai 2-10 mempunyai tinggi yang sama (tipikal), yaitu 3,5 meter dan lebar arah x 4 m dan y 5 m. Profil baja yang digunakan yaitu,

- Kolom: Profil IWF 478 x 447 x 60 x 60
 - Balok : Profil IWF 406 x 403 x 24 x 16
- Sebelum melakukan pemodelan menggunakan software SAP2000, perlu diatur mengenai analisis yang digunakan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah konsep DFBK dan DKI. Tahapan penggunaan analisis DFBK dan DKI sebagai berikut:
- Pada lembar kerja yang telah disiapkan pilih Tool Design – Steel Frame Design – View/ Revise Preference.
 - Mengubah Design Code menjadi AISC 360-10. Kemudian pilih Design Provision menjadi LRFD atau ASD, Selanjutnya tekan “ok” pada tool revise preference.
 - Setelah mengubah code pada software SAP2000, kemudian mendesain struktur gedung baja dengan empat pemodelan, yaitu dengan menggunakan ketentuan desain DFBK (LRFD) dan DKI (ASD) untuk peta bahaya gempa tahun 2017 dan peta bahaya gempa tahun 2010.
 - Merencanakan sambungan balok-kolom tahan gempa di momen terbesar balok pada sumbu utama kolom di lantai dasar.

C.2 Model Struktur



Gambar 4. Struktur Baja 10 Lantai 3D

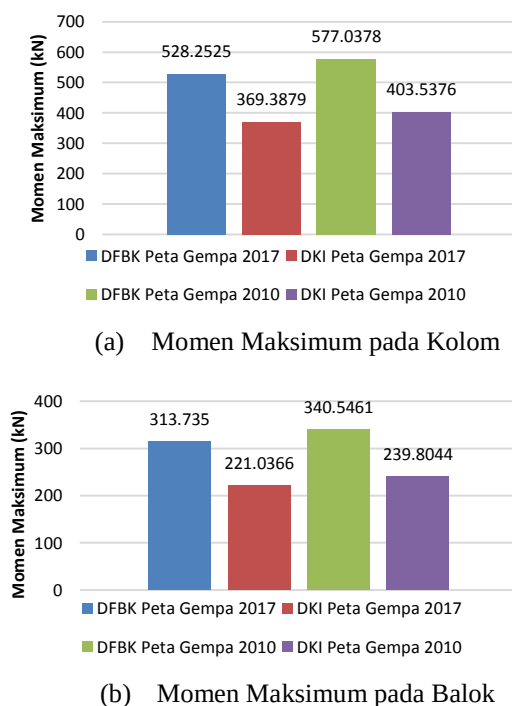


Gambar 5. Perencanaan Sambungan Balok-Kolom Tahan Gempa

Perencanaan sambungan balok-kolom tahan gempa berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 di atas dapat dijelaskan bahwa sambungan yang direncanakan pada balok ke sumbu utama kolom dengan momen terbesar, yaitu balok 418 di lantai dasar.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Rekapitulasi Momen Maksimum pada Kolom dan Balok



Gambar 6. Perbandingan Momen Maksimum

Berdasarkan Gambar 6 di atas dari hasil analisis struktur didapatkan nilai masing-masing momen maksimum balok dan kolom tiap lantai menggunakan konsep desain DFBK dan konsep desain DKI dengan peta bahaya gempa tahun 2010 dan tahun 2017.

Hasil perbandingan konsep desain adalah nilai momen maksimum pada kolom konsep DFBK dengan peta gempa tahun 2017 adalah 528,253 kNm, sedangkan konsep DKI dengan peta gempa tahun 2017 adalah 369,388 kNm. Hasil perbandingan nilai momen maksimum kolom menggunakan konsep DFBK diperoleh 43 % lebih besar dibandingkan konsep DKI.

Hasil perbandingan konsep peta bahaya gempa adalah nilai momen maksimum pada kolom dengan peta gempa tahun 2010 konsep desain DFBK adalah 577,039 kNm, nilai momen maksimum pada kolom dengan peta gempa tahun 2017 konsep desain DFBK adalah 528,253 kNm. Hasil perbandingan diperoleh 9,24 % nilai momen maksimum pada kolom konsep peta gempa tahun 2010 lebih besar dibandingkan peta gempa tahun 2017.

D.2 Hasil Perhitungan Sambungan Balok-Kolom Tahan Gempa

Tabel 2. Hasil Perhitungan Sambungan 8ES Konsep DFBK dengan Peta Bahaya Gempa Tahun 2017

No	Langkah Perencanaan	Hasil Perencanaan	Keterangan
1	Momen maksimum pada sendi plastis	$M_{pr} = 1095,20 \text{ kNm}$	-
2	Lokasi sendi plastis	$S_h = 298 \text{ mm}$	-
3	Gaya geser pada lokasi sendi plastis	$V_h = 623,71 \text{ kN}$	-
4	Momen maksimum pada muka kolom	$M_f = 1281,06 \text{ kNm}$	-
5	Diameter baut yang dibutuhkan dengan mutu baut A325	$d_{b \text{ req'd}} = 30 \text{ mm}$	-

No	Langkah Perencanaan	Hasil Perencanaan	Keterangan
6	Kekuatan baut akibat efek ungkit (<i>prying</i>) dalam menahan gaya tarik dari plat (ϕM_{np}) Baut ASTM A325 $f_{nt} = 620$ Mpa dan $f_{nv} = 372$ Mpa	$1547,47 \text{ kNm} \geq M_f$	Memenuhi
7	Ketebalan pelat ujung yang disyaratkan $F_{yp} = 240$ Mpa dan $F_{up} = 370$ Mpa	$38 \geq t_p \geq 13$ $t_{p \text{ req'd}} = 29$ mm	Memenuhi
8	Gaya terfaktor pada sayap balok	$F_{fu} = 2204,93$ kN	-
9	Dimensi pengaku pada pelat ujung	$t_s = 12$ mm $h_{st} = 172$ mm $L_{st} = 298$ mm	-
10	Kuat runtuh geser dari baut pada sayap desak ($n\phi R_n$)	$1577,71 \text{ kN} \geq V_h$	Memenuhi
11	Kegagalan tumpu/sobek pada plat ujung (ϕR_n)	$4403,59 \text{ kN} \geq V_h$	Memenuhi
12	Kegagalan tumpu/sobek pada sayap kolom (ϕR_n)	$9110,88 \text{ kN} \geq V_h$	Memenuhi
13	Tebal dan panjang las rencana pada sayap balok ke plat ujung	Tebal las $w = 10$ mm $L_w = 836$ mm (total panjang las) $L_{w \text{ eff}} = 836$ mm	-
14	Tebal dan panjang las rencana pada badan balok ke plat ujung	Tebal las $w = 8$ mm $L_w = 1132$ mm (total panjang las) $L_{w \text{ eff}} = 1038,04$ mm	-
15	Kekuatan sambungan las pada sayap balok ke plat ujung (ϕR_{nw})	$1281,99 \text{ kN} \geq V_h$	Memenuhi
16	Kekuatan sambungan	$1273,46 \text{ kN} \geq V_h$	Memenuhi

No	Langkah Perencanaan	Hasil Perencanaan	Keterangan
	las pada badan balok ke plat ujung (ϕR_{nw})		
17	Kekuatan sayap kolom tanpa pengaku (ϕR_n)	$8928,57 \text{ kN} \geq F_{fu}$	Memenuhi
18	Kuat leleh lokal badan kolom yang tidak diperkuat pada posisi sayap balok (ϕR_n)	$8136 \text{ kN} \geq F_{fu}$	Memenuhi
19	Kuat tekuk badan kolom yang tidak diperkuat pada posisi sayap desak balok (ϕR_n)	$102943,39 \text{ kN} \geq F_{fu}$	Memenuhi
20	Kekuatan lipat badan kolom tanpa pengaku pada sayap tekan balok (ϕR_n)	$18252,19 \text{ kN} \geq F_{fu}$	Memenuhi

Tabel 3. Hasil Perhitungan Ratio Desain Sambungan 8ES Konsep DFBK dengan Peta Bahaya Gempa Tahun 2017

No	Cek Desain	D/C Ratio	Keterangan	Referensi
1	(No prying bolt) Kekuatan baut akibat efek ungkit (<i>prying</i>) dalam menahan gaya tarik dari plat	0,8278	Memenuhi	Hal. 20-3.9 Muraay dan Sumner, 2003
2	Kuat patah geser dari baut pada sayap desak	0,3953	Memenuhi	J3-1 hal. 129. SNI 1729, 2015
3	Kegagalan tumpu/sobek pada plat ujung	0,1416	Memenuhi	J3-6a hal. 132. SNI 1729, 2015
4	Kegagalan tumpu/sobek pada sayap kolom	0,0685	Memenuhi	J3-6a hal. 132. SNI 1729, 2015
5	Kekuatan yang tersedia diizinkan, sambungan las sayap balok ke plat ujung	0,4865	Memenuhi	J2-4 hal. 121. SNI 1729, 2015
6	Kekuatan yang tersedia diizinkan, sambungan las	0,4898	Memenuhi	J2-4 hal. 121. SNI 1729, 2015

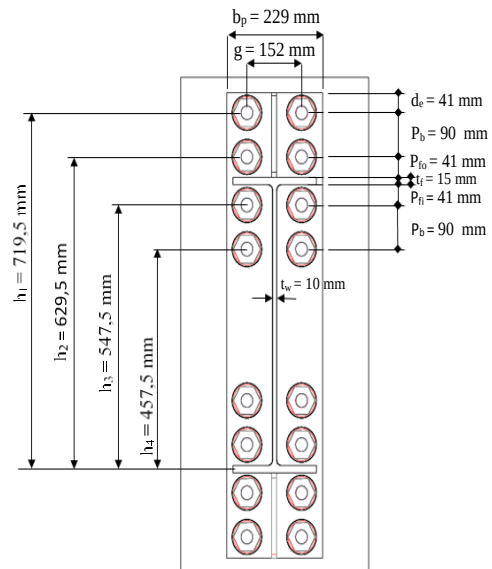
No	Cek Desain	D/C Ratio	Keterangan	Referensi
	badan balok ke plat ujung			
7	Kekuatan sayap kolom yang tidak diperkuat terhadap leleh lentur	0,2470	Memenuhi	6.10-15 hal. 37. SNI 7972, 2013
8	Kekuatan pelelehan badan kolom lokal dari badan kolom tanpa pengaku pada sayap balok	0,2710	Memenuhi	6.10-16 hal. 37. SNI 7972, 2013
9	Kekuatan tekuk badan kolom tanpa pengaku pada sayap tekan balok	0,0214	Memenuhi	6.10-18 hal. 38. SNI 7972, 2013
10	Kekuatan lipat badan kolom tanpa pengaku pada sayap tekan balok	0,1208	Memenuhi	6.10-21 hal. 38. SNI 7972, 2013

Tabel 4. Rekapitulasi Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tipe-tipe Sambungan Momen Konsep DFBK beban gempa tahun 2017.

No	Tipe Sambungan Momen	Kapasitas Daya Dukung	Syarat Memenuhi Tipe Sambungan	Keterangan
1	Tipe Sambungan Momen Pelat-Ujung 4ES	Daya Dukung Pelat-Ujung 4ES (ϕR_n) yaitu 3120,88 kN	Perbandingan gaya geser pada lokasi sendi plastis (V_h) 589,561 kN: (ϕR_n) $\geq$ (V_h)	Memenuhi untuk model gedung baja beraturan 10 lantai
2	Tipe Sambungan Momen Pelat-Ujung 8ES	Daya Dukung Pelat-Ujung (ϕR_n) 8ES yaitu 4403,59 kN	Perbandingan gaya geser pada lokasi sendi plastis (V_h) 623,71 kN, (ϕR_n) $\geq$ (V_h)	Memenuhi untuk model gedung baja beraturan 10 lantai
3	Tipe Sambungan Momen Pelat Sayap Berbaut	Gaya dalam Pelat Sayap yaitu (ϕR_n) 910,20 kN	Pelat penyambung untuk keruntuhan tarik pecah (F_{pr}) 2787,70 kN, (ϕR_n) $\geq$ (F_{pr})	Tidak Memenuhi untuk model gedung baja beraturan 10 lantai

Berdasarkan penjelasan pada Tabel 3 di Atas menghasilkan perbandingan, yaitu tipe-tipe sambungan momen tahan gempa yang memenuhi persyaratan untuk model gedung baja beraturan 10 lantai yaitu, tipe sambungan momen pelat-ujung dengan pengaku dengan empat-baut 4ES yang memiliki daya dukung pelat-ujung (ϕR_n) 3120,88 kN dan tipe sambungan momen

pelat-ujung dengan pengaku dengan delapan-baut 8ES yang memiliki daya dukung pelat-ujung 4403,59 kN. Dari kedua tipe sambungan tersebut dipilih salah satu tipe sambungan yang memiliki kapasitas daya dukung yang lebih kuat yaitu tipe sambungan momen pelat-ujung dengan pengaku dengan delapan-baut 8ES dipilih untuk model gedung baja beraturan 10 lantai pada kajian studi penelitian ini.



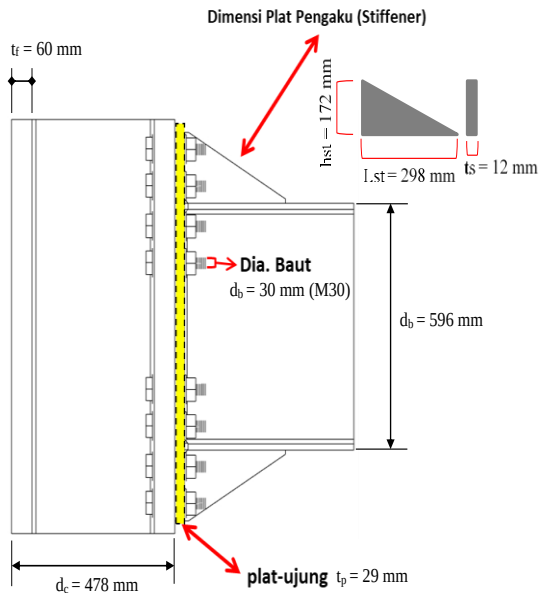
Gambar 7. Geometrik Sambungan Momen Seismik Pelat Ujung Yang Diperpanjang Menggunakan Pengaku Dengan Delapan Baut (8ES) Konsep DFBK dan DKI dengan Peta Bahaya Gempa Tahun 2017 dan Tahun 2010

Analisis perhitungan data geometrik pada Gambar 7 di atas tipe sambungan momen seismik pelat-ujung yang diperpanjang menggunakan pengaku dengan delapan-baut 8ES menghasilkan data geometrik sebagai berikut,

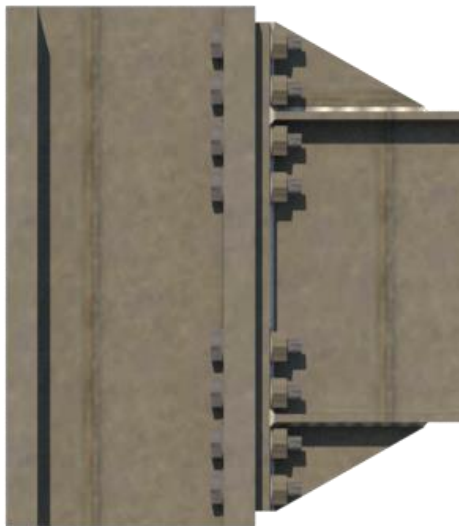
- $d = 596$ mm (tinggi penampang balok penyambung)
- $t_{bf} = 15$ mm (tebal badan balok)
- b_p = minimum dari tabel prakualifikasi nilai lebar pelat ujung untuk 8ES = 229 mm
- $g = 152$ mm (jarak horizontal antara baut-baut)
- $p_{fi} = 49$ mm (jarak vertikal dari bagian dalam dari suatu sayap tarik balok ke baris baut bagian dalam terdekat)

$p_{fo} = 49 \text{ mm}$ (jarak vertikal dari bagian luar dari suatu sayap tarik balok ke baris baut bagian luar terdekat)

$p_b = 90 \text{ mm}$ (jarak vertikal antara baris baut sebelah dalam dan sebelah luar dalam sambungan 8ES)



(a) Dimensi



(b) Gambar 3D

Gambar 8. Hasil Desain Sambungan Momen Seismik Pelat Ujung Yang Diperpanjang Menggunakan Pengaku Dengan Delapan Baut (8ES) Konsep DFBK dan DKI dengan Peta Bahaya Gempa Tahun 2017 dan Tahun 2010

Berdasarkan Gambar 8 di atas hasil desain sambungan momen seismik pelat ujung yang diperpanjang menggunakan

pengaku dengan delapan baut (8es) konsep DFBK dan DKI dengan peta bahaya gempa tahun 2017 dan tahun 2010 diperoleh diameter baut (d_b) 30 mm, tebal plat-ujung (t_p) 29 mm, dimensi pengaku untuk tinggi (h_{st}) 172 mm, panjang pengaku (L_{st}) 298 mm dan tebal pengaku (t_s) 12 mm.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Perubahan peta gempa berdasarkan peta gempa yang terbaru berdampak pada analisis struktur dan desain sambungan. Tipe sambungan tahan gempa menurut SNI 7972 2013 ada 3 yaitu 4ES, 8ES dan PSB. Metode analisis yang digunakan menurut SNI 1729 2015 yaitu metode DFBK dan DKI. Berdasarkan studi yang dilakukan terhadap model gedung baja beraturan 10 lantai maka didapat beberapa kesimpulan berikut ini:

- Nilai parameter peta bahaya gempa tahun 2017 lebih kecil dibandingkan peta bahaya gempa tahun 2010 khusus untuk kota Pekanbaru dengan kondisi tanah lunak. Hal ini disebabkan pada peta bahaya gempa 2017 percepatan tanah dasar S_1 sebesar 0,299 dan S_s sebesar 0,236, sedangkan pada peta gempa 2010 S_1 sebesar 0,441 dan S_s sebesar 0,274. Peta bahaya gempa 2017 mengalami penurunan sebesar S_1 (g) 32% dan S_s (g) 13%. Sehingga analisis struktur menghasilkan respon struktur yang lebih kecil jika menggunakan peta gempa 2017.
- Berdasarkan perubahan peta gempa berpengaruh pada perencanaan sambungan tahan gempa, yaitu pada peta gempa tahun 2010 menghasilkan momen maksimum lebih besar dibandingkan peta gempa tahun 2017.
- Hasil perbandingan konsep desain adalah nilai momen maksimum pada kolom konsep DFBK dengan peta gempa tahun 2017 adalah 528,253 kNm, sedangkan konsep DKI dengan peta gempa tahun 2017 adalah 369,388 kNm. Hasil perbandingan nilai momen maksimum kolom menggunakan

konsep DFBK diperoleh 43 % lebih besar dibandingkan konsep DKI. Maka berdasarkan hasil dari penelitian ini desain DFBK lebih efisien dibandingkan metode DKI.

- d) Tipe sambungan momen seismik pelat ujung yang diperpanjang menggunakan pengaku dengan empat baut (4ES) menurut metode DFBK menghasilkan kapasitas daya dukung pelat-ujung 3120,88 kN dan metode DKI 1871,90 kN sedangkan untuk delapan baut (8ES) metode DFBK menghasilkan kapasitas daya dukung pelat-ujung 4403,59 kN dan metode DKI 2935,73 kN. Dari penjelasan tersebut maka tipe sambungan yang paling kuat untuk model gedung baja beraturan 10 lantai pada penelitian ini yaitu sambungan momen seismik pelat ujung yang diperpanjang menggunakan pengaku dengan delapan baut (8ES).

momen khusus dan menengah baja pada aplikasi sesimik.

- Badan Standar Nasional (2013). SNI 1727:2013. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
- Badan Standar Nasional. (2015). SNI 1729:2015. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
- Badan Standar Nasional. (2015). SNI 7860:2015. Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- Badan Standar Nasional. (201X). RSNI3 1726:201X. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung).
- Pusat Studi Gempa Nasional. (2010). Peta Hazard Gempa Indonesia 2010.
- Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017

E.2 Saran

- Menambah variasi kondisi tanah lainnya yaitu batuan, tanah keras dan tanah sedang untuk melakukan analisis serupa.
- Menambah variasi model dengan jumlah tingkat yang lebih banyak dan berbeda tiap model.
- Menambahkan variasi model sambungan struktur baja tahan gempa berdasarkan peraturan yang telah ditetapkan.
- Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan profil kolom yang berbeda, seperti profil *King Cross*, profil *Box*, dan lain-lain.
- Untuk penelitian selanjutnya lebih baik menggunakan skala gempa di daerah rawan seperti Aceh, Padang, dan Yogyakarta.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. (2013). SNI 7972:2013. Sambungan terpraktualifikasi untuk rangka