

TUGAS AKHIR
ANALISA RASIO ELEMEN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG KONDOTEL
AMARSVATI LOMBOK BERDASARKAN SNI 1729:2015 DAN SNI 03-1729-2002

Ratio Analysis of Steel Structural Elements on Amarsvati Lombok Condotel
based on SNI 1729: 2015 and SNI 03-1729-2002

Tugas Akhir
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

ARIF KURNIADI
F1A013023

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2018

ARTIKEL ILMIAH

ANALISA RASIO ELEMEN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG KONDOTEL
AMARSVATI LOMBOK BERDASARKAN SNI 1729:2015 DAN SNI 03-1729-2002

Ratio Analysis of Steel Structural Elements on Amarsvati Lombok Condotel
based on SNI 1729: 2015 and SNI 03-1729-2002

Oleh :

Arif Kurniadi
F1A 013 023

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama



I Wawan Sugiarta, ST., MT.
NIP. 19690620 199702 1 001

Tanggal : November 2018

2. Pembimbing Pendamping



Fathmah Mahmud, ST., MT.
NIP. 19711109 200012 2 001

Tanggal : November 2018

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Jauhar Fajrin, ST., M.Sc (Eng.), Ph.D.
NIP. 19740607 199802 1 001

ARTIKEL ILMIAH
ANALISA RASIO ELEMEN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG KONDOTEL
AMARSVATI LOMBOK BERDASARKAN SNI 1729:2015 DAN SNI 03-1729-2002

Ratio Analysis of Steel Structural Elements on Amarsvati Lombok Condotel
based on SNI 1729: 2015 and SNI 03-1729-2002

Oleh :

Arif Kurniadi
F1A 013 023

Telah diperiksa dan disetujui oleh :
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada tanggal 9 November 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat sarjana S-1
Jurusan Teknik Sipil

1. Penguji I



Harivadi, ST., MSc(Eng)., Ph.D.
NIP. 19731027 199802 1 001

Tanggal : 11 November 2018

2. Penguji II



Suparjo, ST, MT.
NIP. 19670814 199412 1 001

Tanggal : November 2018

3. Penguji III



Shofia Rawiana, ST., MT.
NIP. 19660305 199412 2 001

Tanggal : November 2018



Mataram, November 2018
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

Akmaludin, ST., M.Sc (Eng)., Ph.D.
NIP. 19681231 199412 1 001

PERBANDINGAN PERANCANGAN GEDUNG STRUKTUR BAJA BERDASARKAN SNI 1729:2015 DAN SNI 03-1729-2002 (STUDI KASUS: HOTEL AMARSVATI LOMBOK)

Arif Kurniadi¹, I Wayan Sugiarta², Fathmah Mahmud²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

INTISARI

Standar perencanaan suatu struktur perlu diperbaharui mengikuti perkembangan riset dan teknologi terbaru. Standar perencanaan baja di Indonesia, meliputi dasar perencanaan, perilaku tegangan, dan pengaruh stabilitas tertuang dalam SNI 1729 tentang *Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural*. Peraturan terbaru dikeluarkan pada tahun 2015 menggantikan peraturan sebelumnya pada tahun 2002. Pada peraturan tahun 2015 terdapat beberapa perubahan persamaan dan konsep perencanaan. Studi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rasio kapasitas baja struktural yang direncanakan dengan berdasarkan kedua peraturan tersebut.

Proses analisa perhitungan struktur baja pada gedung kondotel Amarsvati dengan menggunakan standar perencanaan SNI 1729:2015 dan SNI-03-1729-2002 secara umum dianalisa 2 gedung dengan beban *Notional* (SNI-2015) dan tanpa beban *Notional* (SNI-2002). Pada gedung dengan beban *Notional* (SNI-2015) dianalisa dengan metode stabilitas *Effective Length Method (ELM)* dan *Direct Analysis Method (DAM)* yang sudah terprogram secara otomatis pada opsi program *ETABS*. Struktur didesain untuk memenuhi beban-beban yang bekerja mengikuti standar yang berlaku pada SNI 1723:2013 (pembebanan) dan SNI 1726:2012 (beban gempa). Hasil dari analisis tersebut berupa gaya geser dasar maksimum, simpangan maksimum, dan gaya-gaya dalam struktur digunakan sebagai acuan untuk menghitung tiap-tiap elemen struktur baja.

Dari hasil analisa, penggunaan peraturan, SNI 1729:2015 memiliki hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan SNI 03-1729-2002. Dalam perencanaan gedung bertingkat. SNI 2015 memberikan gaya dalam struktur yang lebih teliti (beban *Notional*) dan kuat tegangan profil yang lebih tinggi (metode DAM). Pada elemen balok, rasio kapasitas kuat lentur dan kuat geser SNI 2015 lebih besar hingga 3,1% dan 3,8% dibandingkan dengan SNI 2002. Pada kolom, rasio kapasitas kuat aksial-momen SNI 2015 lebih kecil sebesar 23,45% untuk metode stabilitas DAM dan 4,81% untuk metode ELM dibandingkan dengan SNI 2002. Sedangkan pada sambungan momen *extended end plate*, perhitungan menggunakan SNI 2015 memiliki kapasitas kinerja sambungan lebih tinggi 1,9% dan berat lebih ringan 2,1% dibandingkan dengan SNI 2002. Penggunaan stabilitas metode DAM pada struktur bertingkat mempengaruhi kapasitas kuat aksial kolom hingga 20,15% lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas kuat aksial kolom metode ELM.

Kata kunci : Rasio Kapasitas, SNI, Standar Perencanaan. Struktur Baja

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Material baja merupakan salah satu dari banyak material yang sering digunakan sebagai material utama dalam pekerjaan struktur konstruksi. Hal ini tak terlepas dari sifat material baja yang memiliki kekuatan tinggi, relatif kaku, dan sangat daktail. Material baja secara alami memiliki rasio kuat berbanding berat yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan struktur yang ringan. Jadi tidaklah mengherankan dalam setiap proyek-proyek konstruksi baik jembatan atau gedung, baja selalu dibutuhkan, meskipun tentu saja volume yang digunakan tidak selalu harus mendominasi atau mayoritas.

Maka dari itu pentinglah memahami material baja lebih dalam, khususnya dalam bidang rekayasa. Rekayasa sendiri merupakan

penerapan ilmu dan teknologi untuk menyelesaikan suatu permasalahan manusia diselesaikan lewat pengetahuan, matematika dan pengalaman praktis yang diterapkan untuk mendesain objek atau proses yang berguna. Paduan antara pengalaman praktis, matematika dan sains pada bidang rekayasa, membuat rekayasa berbeda dari kegiatan sains lainnya. Hal ini yang menyebabkan pentingnya suatu *code design* atau standar perencanaan dalam suatu kegiatan rekayasa. Standar perencanaan mempunyai kekuatan hukum untuk membedakan suatu kegagalan konstruksi apakah itu musibah yang dapat dihindarkan (*force majeure*) atau kelalaian insinyur. Suatu standar perencanaan hanya diakui "benar" pada masanya. Karena dengan berjalannya waktu, berkembangnya sains dan

bertambahnya “pengalaman” maka standar perencanaan juga mengalami penyesuaian.

Standar perencanaan baja di Indonesia yang meliputi dasar perencanaan, perilaku tagangan dan pengaruh stabilitas struktur baja tertuang dalam SNI 1729 tentang *Spesifikasi Untuk Bangunan Baja Struktural*. Peraturan terbaru dikeluarkan pada tahun 2015 menggantikan peraturan sebelumnya yang dipublikasikan pada tahun 2002. Standar perencanaan terbaru yaitu SNI 1729-2015 ini mengadopsi penuh peraturan AISC-360-10. Sehingga terdapat beberapa perbedaan yang cukup signifikan dibanding peraturan sebelumnya. Maka dari itu studi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rasio kapasitas bangunan baja struktural yang direncanakan dengan kedua Peraturan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada dalam perbandingan perencanaan gedung struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2012 dengan studi kasus hotel Amarsvati Lombok adalah

- 1) Bagaimana perhitungan gedung struktur baja yang sesuai dengan SNI 03-1729-2002 “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung” dan SNI:1729-2015 “Spesifikasi untuk Gedung Baja Struktural” ?
- 2) Bagaimana perbandingan kuat ratio masing-masing elemen struktur kolom, balok & sambungan momen pada gedung struktur baja berdasarkan SNI 1729-2002 dengan SNI 1729-2015 ?
- 3) Bagaimanakah pengaruh perancangan dengan metode stabilitas ELM dan DAM pada gedung truktur tinggi ?

C. Tujuan

Adapun tujuan dari perbandingan perencanaan gedung struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2002 dengan studi kasus hotel Amarsvati Lombok adalah sebagai berikut :

- 1) Menghasilkan perbandingan struktur baja berdasarkan SNI 03-1729-2002 “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung” dan SNI:1729-2015 “Spesifikasi untuk Gedung Baja Struktural”.
- 2) Membandingkan rasio tegangan ijin portal gedung yang terdiri dari balok, kolom, dan sambungan berdasarkan SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015.
- 3) Mengetahui pengaruh perancangan dengan metode stabilitas ELM dan DAM pada gedung truktur tinggi..

D. Batasan Masalah

Untuk menghindari luasnya pembahasan dalam perbandingan perencanaan gedung struktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1729:2002 dengan studi kasus hotel Amarsvati Lombok ini diberi batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Denah Struktur Gedung Bangunan yang menjadi studi kasus dalam tugas akhir ini adalah Gedung Hotel Amarsvati Resort
- 2) Peraturan
 - a. SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015
 - b. Pembebanan struktur berdasarkan SNI 1727-2013 yaitu tentang “*Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*”
 - c. Gaya-gaya gempa menyesuaikan peraturan terbaru yaitu SNI 1726-2012 tentang “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*” dan SNI 03-7860-2015 tentang “*Ketentuan Seismik untuk Struktur Bangunan Gedung Baja*”
 - d. Perencanaan Sambungan mengacu pada SNI 03-7972-2013 tentang “*Sambungan Terprakualifikasi untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah pada Aplikasi Seismik*”
- 3) Analisa Perancangan
 - a. Sistem struktur yang digunakan mengikuti jenis strukur eksisting, yaitu SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus)
 - b. Desain struktur yang direncanakan pada bagian portal, yaitu terdiri dari balok, kolom dan sambungan balok kolom
 - c. Sambungan antara balok dan kolom menggunakan sambungan baut mutu tinggi tipe *extended end plate*
 - d. Perhitungan pembebanan untuk beban gempa menggunakan metode respon spektrum
 - e. Batas simpangan struktur ijin diabaikan
 - f. Tidak memasukkan perhitungan bangunan bawah yaitu pondasi

II. DASAR TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Peraturan SNI baja terbaru telah dipublikasikan yaitu SNI 1729:2015 yang mengacu pada AISC 360 2010. Dalam SNI 1729:2015, terdapat metode desain stabilitas yang baru yaitu *Direct Analysis Method (DAM)* sebagai alternatif dari *Effective Length Method (ELM)* yang telah digunakan selama ini. Secara umum, peraturan SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015 memiliki banyak perbedaan terutama pada desain komponen

struktur tekan, lentur, dan sambungan. (Phiegiarto dan Tjanniadi, 2015)

Perancangan stabilitas struktur adalah kombinasi analisis untuk menentukan kuat perlu penampang dan merancanginya agar mempunyai kekuatan yang mencukupi. Untuk itu, AISC (2010) mengajukan *Direct Analysis Method* (DAM), yang sebelumnya adalah cara alternatif pada *code* lama (AISC 2005). Dengan DAM pengaruh pembebanan struktur dapat dicari dengan memperhitungkan pengaruh *imperfection* (nonlinier geometri) dan inelastic (nonlinier material) yang terjadi. Cara perancangan struktur baja yang dipakai saat ini, *Effective Length Method*, didasarkan analisa struktur elastik-linier. Pemakaiannya terbatas pada struktur yang rasio pembesaran momen akibat perpindahan titik nodal, $\Delta_{2nd\ order}/\Delta_{1st\ order} \leq 1.5$ (AISC 2005). Jika melebihi batasan tersebut berarti struktur relatif sangat langsing, yang mana pengaruh non-linier geometri akan menjadi signifikan. Sedangkan cara DAM tidak ada pembatasan, sehingga cocok digunakan untuk perancangan struktur baja modern, yang pada umumnya langsing akibat proses optimasi atau mengikuti estetika bangunan. (Dewobroto, 2016)

Pada tahun 2011, Dewobroto melakukan perbandingan perhitungan DAM dan ELM dengan program komputer SAP2000 dan program Numerik untuk memeriksa kecocokan program SAP2000 dalam merencanakan kolom dengan stabilitas DAM. Diperoleh hasil bahwa program SAP2000 mampu memperhitungkan stabilitas kolom dengan metode DAM. Serta perbedaan rasio kolom pada struktur portal sederhana dengan metode stabilitas ELM dan DAM $\pm 7\%$. Phiegiarto dan Tjanniadi (2015) melakukan perbandingan perhitungan SNI 03-1729-2002 dengan SNI 1729:2015. Dalam studinya, juga dibandingkan rasio kuat kolom antara metode ELM dan DAM pada struktur portal sederhana. Kemudian didapatkan hasil perbandingan rasio antara kedua metode adalah 6,7%. Tidak berbeda jauh dari perbandingan yang dilakukan oleh Dewobroto.

Adhari (2015) juga melakukan perbandingan perencanaan struktur bangunan baja tahan gempa berdasarkan SNI 03-1729-2002 dengan SNI 1729:2015 pada struktur baja yang berfungsi sebagai bengkel alat berat 258 m x 32 m x 13,8 m di proyek relokasi Kompleks KPI Tlmika, Papua. Hasilnya menunjukkan bahwa kapasitas penampang menahan gaya aksial mengalami peningkatan nilai dengan kisaran nilai peningkatan hingga 50%. Namun kapasitas penampang menahan gaya geser dan momen tidak mengalami peningkatan nilai.

B. Landasan Teori

1) Perencanaan Berdasarkan SNI

Pada tahun 2015 Badan Standar Nasional menerbitkan peraturan terbaru mengenai standar perencanaan baja struktural, yaitu SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural. Itu berarti memerlukan waktu 13 tahun sejak *code* sebelumnya, SNI 03-1729-2002 digunakan. Hal penting lagi adalah bahwa *code* SNI baja terbaru ini pada dasarnya adalah **adopsi penuh** dengan cara menerjemahkan dengan *code* Amerika terkini, yaitu AISC (2010).

Materi AISC (2010) jika dipelajari ternyata berubah mendasar. Jika sebelumnya (AISC 2005 dan *code* sebelumnya), strategi perencanaan dapat didasarkan pada analisis struktur yang dapat diselesaikan secara manual (kalkulator). Walaupun memakai komputer hanya untuk otomatisasi atau kecepatan hitungan. Adapun cara baru, DAM (AISC 2010) harus tergantung ketersediaan komputer. Oleh sebab itu cara lama tetap diakui dan dimuat di Appendix 7 (AISC 2010) sebagai cara alternatif. Karena masih mungkin dipakai, maka dibedakan dengan memberi nama *Effective Length Method* (ELM).

Jadi ELM merujuk pada cara perencanaan struktur baja yang dimuat pada AISC (2005) dan versi-versi sebelumnya. Jadi metode utama yang diunggulkan saat ini adalah *Direct Analysis Method* (DAM). Suatu cara perencanaan baru, yang analisis stabilitasnya perlu analisis struktur berbasis komputer. Jadi kalau tidak ada komputer, maka cara baru tersebut akan tidak praktis, bahkan bisa dikatakan sulit digunakan. Dalam kenyataannya, untuk kasus-kasus umum, ke dua cara : DAM atau ELM memberikan hasil yang tidak berbeda satu dengan lainnya. Hanya pada kasus khusus, yaitu yang stabilitasnya menentukan, maka keunggulan cara DAM yang baru, akan terlihat signifikan dibanding cara ELM (yang lama). (Dewobroto, 2016)

2) Effective Length Method

ELM merujuk pada cara perencanaan struktur baja yang dimuat pada AISC (2005) dan versi-versi sebelumnya. Jadi metode utama yang diunggulkan saat ini adalah *Direct Analysis Method* (DAM). Suatu cara perencanaan baru, yang analisis stabilitasnya perlu analisis struktur berbasis komputer. Jadi kalau tidak ada komputer, maka cara baru tersebut akan tidak praktis, bahkan bisa dikatakan sulit digunakan. Dalam kenyataannya, untuk kasus-kasus umum, ke dua cara : DAM atau ELM memberikan hasil yang tidak berbeda satu dengan lainnya. Hanya pada kasus khusus, yaitu yang

stabilitasnya menentukan, maka keunggulan cara DAM yang baru, akan terlihat signifikan dibanding cara ELM (yang lama).

3) Direct Analysis Method

Direct Analysis Method (DAM) digunakan untuk mengatasi keterbatasan analisa struktur linear yang tidak bisa mengakses stabilitas. Dengan menggunakan *DAM* maka pengaruh pembebanan pada struktur dapat ditentukan teliti karena telah memperhitungkan pengaruh ketidaksempurnaan geometri dan reduksi kekakuan selama proses analisis struktur itu sendiri.

Beban *notional* merupakan beban lateral yang diberikan pada titik nodal di semua level, berdasarkan proporsi beban vertikal yang bekerja di level tersebut, yang diberikan pada sistem struktur penahan beban gravitasi melalui rangka atau kolom vertikal, atau dinding, untuk mensimulasi pengaruh adanya cacat bawaan (*initial imperfection*). Beban *notional* (N_i) diperhitungkan berdasarkan beban gravitasi (Y_i) yang bekerja pada tiap tingkat dari struktur. Besarnya beban *notional* ini dapat dihitung sebagai berikut

$$N_i = 0.002 Y_i \quad (2-9)$$

,dimana Y_i merupakan beban gravitasi total dan N_i adalah beban *notional* yang dikenakan pada tingkat i

Nilai 0,002 pada persamaan 2.9 di atas merepresentasikan nilai toleransi rasio kemiringan tingkat maksimum sebesar 1/500 yang mengacu pada *AISC Code of Standard Practice*. Nilai yang lebih kecil dapat digunakan bila besarnya kemiringan aktual struktur diketahui.

Kekakuan efektif yang diberikan tanda * dapat dihitung sebagai berikut:

$$EA^* = 0.8 (EA) \quad (2-10)$$

$$EI^* = 0.8 \tau b (EI) \quad (2-11)$$

dimana :

$$\tau = 1.0 \quad \text{untuk } P \leq 0.5 P_y$$

$$\tau = \frac{4P}{P_y} \left(1 - \frac{P}{P_y}\right) \quad \text{untuk } P > 0.5 P_y$$

Kekakuan lentur efektif pada persamaan dikalikan dengan faktor τb (yang besarnya lebih kecil atau sama dengan 1). Nilai τb ini sangat bergantung dari gaya aksial yang bekerja pada komponen sehingga dibutuhkan iterasi untuk menghitung faktor ini. Untuk menghindari adanya iterasi maka dalam AISC diperkenankan untuk menambahkan beban *notional*, $N_i = 0.001 Y_i$ pada penggunaan beban *notional* untuk memperhitungkan ketidaksempurnaan geometri.

4) Struktur Balok Lentur Baja

Istilah balok lentur umumnya merujuk pada stuktur yang ditempatkan secara horizontal, dan dibebani pada arah vertikal, tegak lurus nya. Pada desain komponen

struktur untuk lentur, SNI 1729:2015 mengalami banyak perubahan untuk menghitung kekuatan lentur nominal (M_n) dibandingkan dari SNI 03-1729-2002 seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 1 Perbandingan Kekuatan Lentur Nominal (M_n) pada struktur lentur

SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
Kekuatan lentur nominal (M_n) dihitung dengan rumus yang selalu sama untuk semua jenis profil berdasarkan tekuk local dan tekuk lateral	Kekuatan lentur nominal (M_n) sudah dibagi-bagi per pasal tergantung pada jenis profil (profil I,siku, kanal, HSS) dan kekompakan profil.

Pada SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015, faktor ketahanan (ϕ_b) yang digunakan sama. Untuk perhitungan faktor modifikasi tekuk torsi-lateral (C_b) pada komponen struktur simetris tunggal dan simetris ganda, kedua peraturan menggunakan rumus yang sama akan tetapi pada SNI 1729:2015 tidak ada lagi batasan untuk hasil perhitungan C_b .

5) Struktur Kolom Baja

Pada desain komponen struktur untuk tekan, SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015 untuk menghitung kekuatan tekan nominal (P_n) menggunakan rumus yang sama. Akan tetapi, pada perhitungan tegangan kritis (F_{cr}) terdapat perubahan ketentuan dan faktor ketahanannya (ϕ_c) berbeda, seperti yang terlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2 Perbandingan Tegangan Kritis (F_{cr}) dan Faktor ϕ_c pada Struktur Tekan

SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih kecil daripada nilai λ_r , maka kekuatan tegangan kritis sebagai berikut : $\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{Lk}{r} \sqrt{\frac{f_y}{E}}}$ $F_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$ $\phi_c = 0.85$	-Tekuk Lentur $\phi_c = 0.90$ Tegangan kritis, F_{cr} , yang ditentukan sebagai berikut: (a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{E}\right] F_y$ (b) Bila $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $F_{cr} = 0.877 F_e$
untuk $\lambda_c < 0.25$, maka $\omega = 1$ untuk $0.25 < \lambda_c < 1.2$, maka $\omega = \frac{1.43}{1.6 - 0.67 \lambda_c}$ untuk $\lambda_c \geq 0.25$, maka $\omega = 1.25 \lambda_c^2$	-Tekuk Torsi dan Tekuk Torsi-Lentu Tegangan kritis, F_{cr} , akan ditentukan sebagai berikut : (a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ $F_{cr} = Q \left[0.658 \frac{F_y}{E}\right] F_y$ (b) Bila $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{Q F_y}}$ $F_{cr} = 0.877 F_e$

6) Sambungan

Tabel 3 Perbandingan Desain Sambungan Baut

SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kekuatan geser dan tarik desain (ϕRn) menggunakan rumus yang berbeda.</p> <p>Baut dalam geser $V_d = \phi_r V_n = \phi_r r_1 f_u^b A_b$ Baut dalam tarik $T_d = \phi_r T_n = \phi_r 0.75 f_u^b A_b$</p>	<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kekuatan geser dan tarik desain menggunakan rumus yang sama (ϕRn) menurut Pasal J3.6 :</p> <p>$R_n = F_n A_b$</p>
<p>kombinasi gaya tarik dan geser dalam sambungan tipe tumpuan</p> <p>$f_{uv} = \frac{V_u}{n A_b} \leq r_1 \phi_r f_u^b m$</p> <p>$T_d = \phi_r T_n = \phi_r f_t A_b \geq \frac{T_u}{n}$</p>	<p>kombinasi gaya tarik dan geser dalam sambungan tipe tumpuan</p> <p>$R_n = F'_{nt} A$</p> <p>$\phi = 0.75$</p>
<p>Ukuran jarak tepi minimum baut ditemukan dari tepi dipotong dengan tangan, mesin, atau bukan hasil potongan</p>	<p>Ukuran jarak tepi minimum baut ditentukan diameter baut pada Tabel J3.4M.</p>

7) Pembebanan

Dalam perencanaan suatu struktur gedung harus diperhitungkan beban-beban yang bekerja di atasnya. Berdasarkan SNI 1727-2013 dan SNI 1726-2012, struktur sebuah gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap kombinasi dari beban-beban berikut :

a). Beban Mati (D)

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding, partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektur dan struktural lainnya serta layan terpasang lain termasuk berat keran

b). Beban Hidup (L)

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban struktural dan beban lingkungan (SNI 1727-2013). Beban hidup yang digunakan dalam perencanaan bangunan gedung atau struktur lain harus digunakan beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghuni dan penggunaan bangunan gedung, tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang telah ditetapkan.

c). Beban Gempa (E)

Menurut SNI 1726-2012, pengaruh gempa rencana harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

d). Beban Angin (W)

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) serta seluruh komponen dan klading gedung, harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan menurut Pasal 26 sampai Pasal 31 SNI 1727 2013

e). Beban Hidrodinamika Kolam (H)

Pada saat terjadinya guncangan pada tangki air terjadi peningkatan tekanan dasar, dimana dinding penahan air akan menerima tekanan lateral hidrodinamik dan dasar tangki akan menerima tekanan hidrodinamik arah vertikal. Pada perhitungan tekanan hidrodinamik yang terjadi akibat pengaruh goyangan gempa, besarnya tekanan hidrodinamik yang terjadi merupakan penjumlahan tekanan impulsif, tekanan konvektif, dan tekanan inersia dinding.

III. METODOLOGI

A. Objek Kajian

Objek kajian dari tugas akhir ini adalah membahas tentang perbandingan gedung truktur baja berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 03-1729-2002. Gedung yang menjadi studi kasus adalah gedung Amarsvati Resort. Perhitungan akan dibantu dengan program ETABS.

B Data Analisa Struktur Gedung

Data yang digunakan dalam perencanaan ini berupa data sekunder yang terdiri dari:

- a). Data struktur eksisting
 1. Denah bangunan
 2. Potongan melintang dan memanjang
- b). Data profil baja struktur

C Kerangka Berfikir

Dilakukan beberapa kegiatan yang dianggap penting sebagai modal awal dalam melakukan studi secara keseluruhan. Kegiatan tersebut antara lain studi literatur. Literatur yang digunakan dalam tugas akhir ini antara lain hasil penelitian para pakar dibidang bangunan baja, tugas akhir yang sejenis, peraturan perencanaan elemen baja yaitu : Tata cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002), Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Struktur Baja (SNI 1729:2015), peraturan-peraturan

yang berlaku mengenai bangunan gedung, buku-buku pembelajaran tentang bangunan tinggi tahan gempa dan buku struktur baja. Sedangkan hal-hal yang berkaitan dengan model nantinya akan disesuaikan dengan ketentuan teknis yang disyaratkan.

D. Metodologi Desain

Pada tugas akhir ini, akan digunakan 3 model gedung struktur baja. Masing –masing gedung akan dilakukan pemodelan dengan analisis portal *open* frame dengan jenis struktur SPMK (Struktur Pemikul Momen Khusus). Model yang pertama akan dianalisa menggunakan peraturan perencanaan struktur gedung baja SNI 03-1729-2002. Sedangkan pada model kedua dan ketiga akan dianalisa menggunakan peraturan perencanaan struktur gedung baja SNI 1729-2015 dengan metode stabilitas ELM dan DAM. Analisa beban gempa dilakukan dengan metode dinamis respon spektrum. Perhitungan spektrum respons desain menggunakan situs yang telah disediakan oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU) melalui <http://puskim.pu.go.id>.

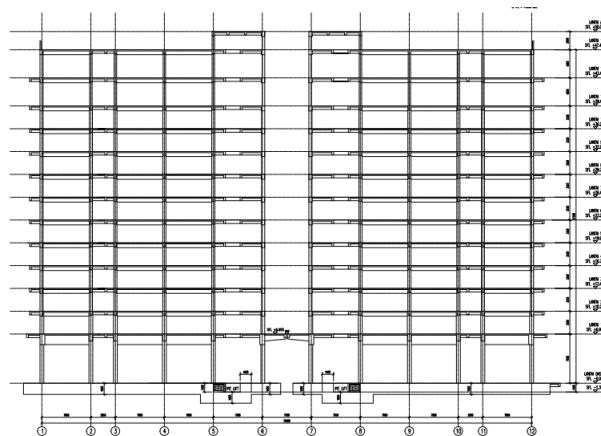
E. Data Perencanaan

Data umum bangunan

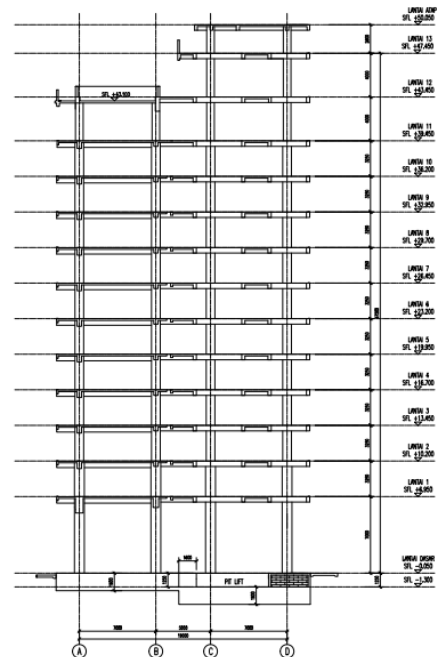
- a). Nama Gedung : Gedung Kondominium Hotel Amarsvati Lombok
- b). Fungsi : Penginapan dan Pertemuan
- c). Zona Gempa : 5
- d). Jumlah Lantai : 13
- e). Tinggi Gedung : +50,05 m

Struktur yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah struktur baja dengan spesifikasi sebagai berikut:

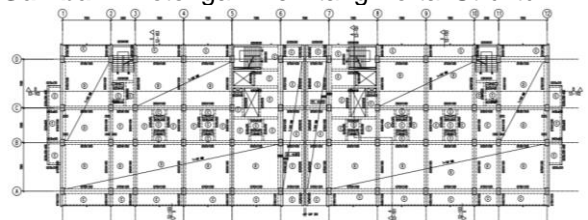
- Jenis baja = BJ 37
- Tegangan leleh baja, F_y = 340 Mpa
- Tegangan ultimate baja, F_u = 370 Mpa
- Berat jenis baja = 7850 Kg/m³



Gambar 1 Potongan Memanjang Portal Struktur

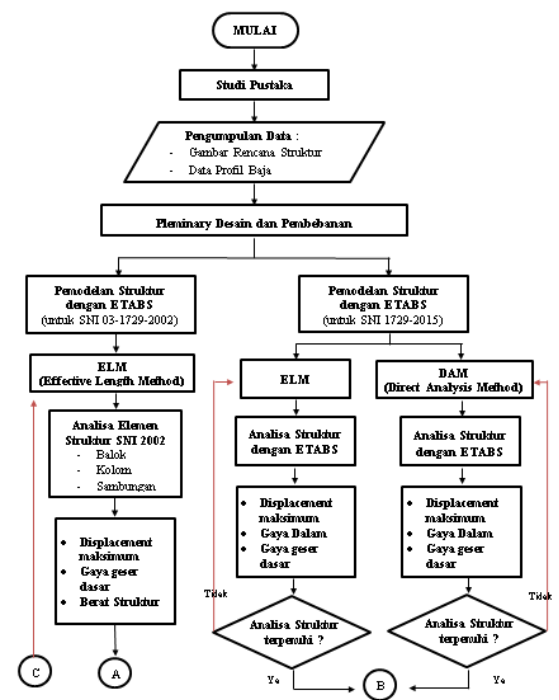


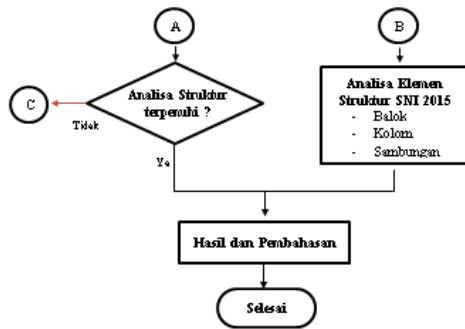
Gambar 2 Potongan Melintang Portal Struktur



Gambar 3 Gambar denah Hotel Amarsvati

F. Bagan Alir





Gambar 4 Bagan Alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Material Struktur

Struktur gedung Amarsvati didesain menggunakan data material dengan mutu bahan dan persyaratan yang sesuai dengan standar peraturan yang ada sebagai berikut :

Beton f'_c 30 (untuk kebutuhan plat) :

- Kuat beton, (f'_c) = 30 MPa
- $E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 25742,96$ MPa
- Angka poisson = 0,2
- Modulus Geser = $\frac{E_c}{2x(1+v)} = 10726,233$

Baja profil (BJ 37) :

- Tegangan leleh (f_y) = 240MPa
- Tegangan putus baja (f_u) = 370 MPa
- $E_s = 200000$ MPa
- Angka poisson = 0,2
- Modulus geser = $\frac{E_s}{2x(1+v)} = 76923,08$

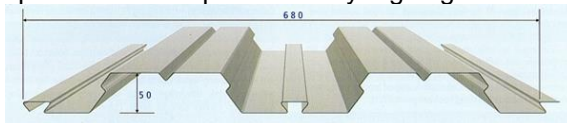
Adapun profil penampang baja yang dipakai dalam kasus ini menggunakan profil baja standar JIS dari perusahaan **Nippon Steel & Sutimoto Metal**. Hal ini dipilih mengingat produk dengan standar JIS banyak menjadi acuan dalam produsen baja dalam negeri seperti PT. Karakatau Wijatama dan PT. Gunung Garuda.

B. Dimensi Komponen Struktur

Dimensi komponen struktur yang digunakan dalam perencanaan gedung Amarsvati ditentukan dalam preliminary desain pada masing-masing komponen struktur.

1) Pelat Lantai

Pelat lantai pada kasus ini menggunakan pelat tipe deck dari PT FUMIRA dengan nama produk *compodeck*. Berikut merupakan spesifikasi dari pelat deck yang digunakan :



Gambar 5 Pelat "Compodeck" dari PT FUMIRA

Tabel 4 Material Deck

Thickness (mm)	Weight (kg/m ²)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Inertia (I) (mm ⁴ / m)	W (deck) mm ³ / m
1,05	10,95	550	570	6,28 x 10 ⁵	2,45 x 10 ⁴
Slab Depth mm	Rib Depth mm	Shear Stud (Hs) mm	Luas Tulangan m ²		
70	50	85	7		

2) Dimensi Balok

Dimensi balok dibedakan berdasarkan bentang dan gaya dalam yang terjadi pada struktur. Berikut dimensi balok struktur yang digunakan.

Tabel 5 Dimensi Profil Baja Balok Struktur

LANTAI	BALOK		
	B 1	B 2	B 3
14	WF 300.150.5.9	WF 194.150.6.9	-
13	WF 350.175.7.11	WF 300.150.6.5.9	-
12	WF 350.175.9.12	HY 450.200.9.16	WF 350.175.7.11
11	WF 350.175.7.11	WF 350.175.7.11	WF 350.175.7.11
10	HY 400.200.9.12	HY 400.200.9.12	HY 400.200.9.12
9	HY 400.200.9.12	HY 400.200.9.12	HY 400.200.9.12
8	HY 400.200.9.16	HY 450.200.9.16	HY 400.200.9.16
7	HY 400.200.9.16	HY 450.200.9.16	HY 400.200.9.16
6	HY 400.200.9.16	HY 450.200.9.16	HY 400.200.9.16
5	HY 450.200.9.16	HY 500.200.9.16	HY 450.250.9.16
4	HY 450.200.9.16	HY 500.200.9.16	HY 450.250.9.16
3	HY 450.200.9.16	HY 500.200.9.16	HY 450.250.9.16
2	HY 450.200.9.16	HY 500.200.12.22	HY 450.200.12.16
1	HY 450.200.9.16	HY 500.200.12.22	HY 450.200.12.16

3) Dimensi Kolom

Dimensi kolom dibedakan berdasarkan bentang dan gaya dalam yang terjadi pada struktur. Tabel dibawah ini menunjukkan tipe profil yang digunakan sebagai kolom struktur :

Tabel 6 Dimensi Profil Baja Kolom Struktur

LANTAI	KOLOM	
	K1	K2
14	-	W 12x12 - 308
13	W 12x12 - 315	W 12x12 - 308
12	W 12x12 - 356	W 12x12 - 333
11	W 12x12 - 356	W 12x12 - 333
10	W 12x12 - 356	W 12x12 - 333
9	W 12x12 - 365	W 12x12 - 356
8	W 12x12 - 365	W 12x12 - 356
7	W 12x12 - 365	W 12x12 - 356
6	W 12x12 - 365	W 12x12 - 356
5	HC 458.442.55.50	HC 408.417.30.25
4	HC 458.442.55.50	HC 408.417.30.25
3	HC 458.442.55.50	HC 408.417.30.25
2	HC 508.442.55.75	HC 478.437.50.60
1	HC 508.442.55.75	HC 478.437.50.60

4) Elemen Struktur Balok (Lentur)

Pada perhitungan struktur balok, setiap elemen penampang balok perlu diperiksa kekuatannya terhadap dua gaya, yakni gaya momen (lentur) dan gaya geser. Masing-masing perhitungan kekuatan (lentur dan geser) perlu dilakukan mengikuti kaidah dan persamaan pada masing-masing SNI. Berikut adalah hasil dari perhitungan masing-masing elemen balok.

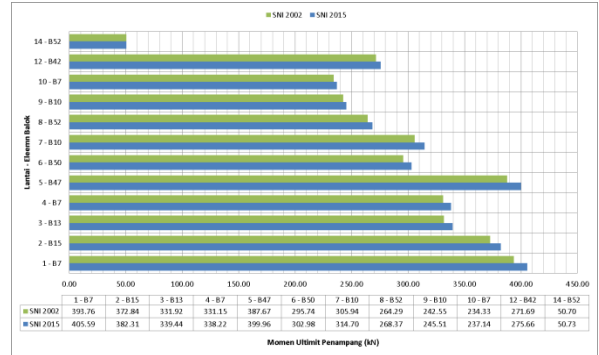
Tabel 7 Perbandingan hasil perhitungan balok SNI 2015 & SNI 2002

Lantai - Elemen	Profil	SNI 2015				SNI 2002				Selisih Kinerja	
		Mu	Mn	Vu	Vn	Mu	Mn	Vu	Vn	Lentur	Geser
1 - B7	WF 500.200.12.22	405.589	589.034	159.16	777.6	393.762	589.034	153.142	777.6	2.9%	3.8%
		0.689		0.205		0.668		0.197			
2 - B15	WF 500.200.12.22	382.306	589.034	151.511	777.6	372.838	589.034	148.647	777.6	2.5%	1.9%
		0.649		0.195		0.633		0.191			
3 - B13	WF 500.200.9.16	339.437	440.987	137.218	583.2	331.917	440.987	134.973	583.2	2.2%	1.6%
		0.770		0.235		0.753		0.231			
4 - B7	WF 500.200.9.16	338.221	440.987	136.854	583.2	331.151	440.987	134.731	583.2	2.1%	1.6%
		0.767		0.235		0.751		0.231			
5 - B47	WF 450.250.9.16	399.958	459.892	201.18	524.88	387.67	459.892	195.756	524.88	3.1%	2.7%
		0.870		0.383		0.843		0.373			
6 - B50	WF 400.200.9.16	302.977	331.237	171.795	466.56	295.736	331.237	168.662	466.56	2.4%	1.8%
		0.915		0.368		0.893		0.362			
7 - B10	WF 450.200.9.16	314.701	384.897	131.766	526.78	305.936	384.897	129.12	526.78	2.8%	2.0%
		0.818		0.2501		0.795		0.2451			
8 - B52	WF 400.200.9.16	268.365	331.237	131.187	466.56	264.287	331.237	129.948	466.56	1.5%	0.9%
		0.810		0.281		0.798		0.279			
9 - B10	WF 400.200.9.12	245.508	269.848	108.479	466.56	242.552	269.848	107.59	269.848	1.2%	-71.5%
		0.910		0.233		0.899		0.399			
10 - B7	WF 400.200.9.12	237.1	269.8	104.8	466.6	234.3	269.848	104.0	269.8	1.2%	-71.5%
		0.879		0.225		0.868		0.385			
11 - B49	WF 350.175.7.11	156.1	181.6	89.7	317.5	154.2	181.623	89.1	317.5	1.3%	0.7%
		0.860		0.283		0.849		0.281			
12 - B42	WF 400.200.9.16	275.662	331.237	181.066	467.56	271.686	331.237	179.898	467.56	1.4%	0.6%
		0.8322		0.3873		0.8202		0.3848			
13 - B46	WF 350.175.7.11	184.5	251.1	112.7	317.5	179.3	251.15	111.1	317.5	2.8%	1.4%
		0.735		0.355		0.714		0.350			
14 - B52	WF 300.150.6,5,9	50.73	112.8	61.35	252.7	50.70	112.769	61.35	252.7	0.0%	0.0%
		0.450		0.243		0.450		0.243			

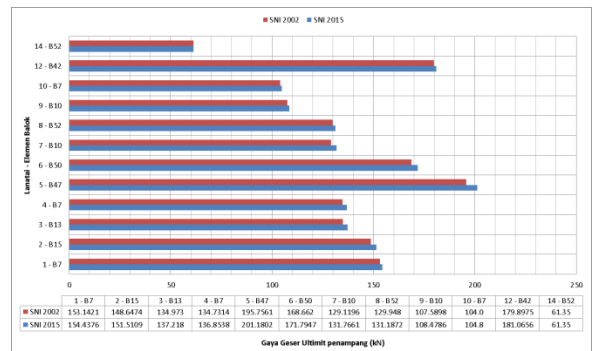
Pada dasarnya tidak ada yang berubah dari perhitungan kekuatan elemen lentur dan geser dari SNI 2002 dan SNI 2015. Persamaan kuat elemen lentur menggunakan kompak yang digunakan tetap menggunakan persamaan $M_n = M_p = M_y \times Z_x$ tanpa mempertimbangkan pengaruh *LTB* (tekuk torsi lateral) dengan asumsi pelat lantai sebagai pengaku lateral. Sedangkan untuk persamaan kuat geser terdapat perubahan yakni penambahan koefisien geser, C_v pada peraturan SNI 2015. Koefisien geser ini ditentukan berdasarkan parameter h/t_w . Namun karena h/t_w penampang memenuhi persyaratan $h/t_w \leq 1,10(k_v E/F_y)$, maka koefisien geser ditetapkan dengan nilai $C_v = 1$. Sehingga tidak berpengaruh terhadap kuat geser penampang. Oleh karena itu, dapat dilihat pada Tabel 4.9 bahwa kuat lentur nominal dan kuat geser nominal memiliki nilai yang sama.

Adapun perbedaan yang terjadi pada kuat ratio penampang disebabkan oleh adanya perbedaan gaya momen lentur dan geser penampang pada struktur yang diakibatkan oleh **beban lateral tambahan** pada kolom tiap lantai pada semua kondisi pembebanan. Pasal C2-2 SNI 1729-2015 menjelaskan bahwa perhitungan struktur harus mempertimbangkan kondisi ketidaksempurnaan awal (*imperfection geometry*). Salah satunya dengan menggunakan beban lateral tambahan, Beban Notional sebesar $N_i = 0,002 \alpha Y_i$.

Adanya beban *Notional* pada peraturan SNI 1729-2015 inilah yang membuat perbedaan gaya momen lentur dan gaya geser terjadi pada penampang elemen balok. Perbedaan nilai gaya momen lentur dan gaya geser penampang elemen balok dapat dilihat pada diagram batang Gambar 6 dan 7



Gambar 6 Perbandingan gaya momen ultimit pada penampang balok

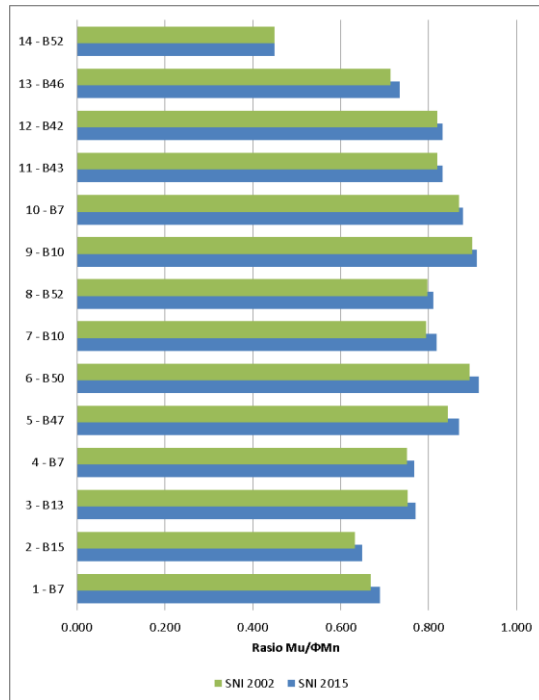


Gambar 7 Perbandingan gaya geser ultimit pada penampang balok

Dari Gambar 6 dan 7 di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai gaya momen dan gaya geser pada penampang balok yang sama akibat adanya beban lateral tambahan, beban *Notional*. Perbedaan nilai gaya momen dan gaya geser pada elemen penampang balok berturut-turut mencapai hingga **3,1%** dan **3,8%**. Perbedaan ini juga mempengaruhi nilai pada kuat rasio elemen balok.

Tabel 8 Rekapitulasi perbandingan rasio kapasitas momen lentur elemen balok

Lantai - Elemen	Profil	SNI 2015	SNI 2002	Rasio
1 - B7	WF 500.200.12.22	0.689	0.668	2.9%
2 - B15	WF 500.200.12.22	0.649	0.633	2.5%
3 - B13	WF 500.200.9.16	0.770	0.753	2.2%
4 - B7	WF 500.200.9.16	0.767	0.751	2.1%
5 - B47	WF 450.250.9.16	0.870	0.843	3.1%
6 - B50	WF 400.200.9.16	0.915	0.893	2.4%
7 - B10	WF 450.200.9.16	0.818	0.795	2.8%
8 - B52	WF 400.200.9.16	0.810	0.798	1.5%
9 - B10	WF 400.200.9.12	0.910	0.899	1.2%
10 - B7	WF 400.200.9.12	0.879	0.868	1.2%
11 - B43	WF 350.175.7.11	0.832	0.820	1.4%
12 - B42	WF 400.200.9.16	0.8322	0.8202	1.4%
13 - B46	WF 350.175.7.11	0.7346	0.7138	2.8%
14 - B52	WF 300.150.6,5,9	0.450	0.450	0.0%



Gambar 8 Perbandingan rasio kapasitas lentur elemen balok

Dari Gambar 8 dan Tabel 8 diketahui bahwa rasio kapasitas momen lentur SNI 2015 (batang biru) lebih besar hingga **3,1%** dibandingkan dengan rasio kapasitas momen lentur SNI 2002 (batang hijau). Dengan tidak adanya perbedaan nilai kemampuan penampang dalam menahan gaya momen (kuat lentur) pada kedua SNI. Maka perbedaan rasio ini menunjukkan bahwa pada perhitungan SNI 2015, elemen penampang balok struktur harus memikul gaya yang lebih besar dibandingkan dengan perhitungan menggunakan SNI 2002.

Hal ini bukan menunjukkan kekurangan SNI 2015, karena gaya yang lebih besar tersebut dihasilkan oleh perhitungan beban *Notional*, yaitu beban yang digunakan untuk mempertimbangkan efek *imperfection geometry* (ketidaktepatan batang) pada struktur elemen baja. Sementara pada SNI 2002 efek *imperfection geometry* (ketidaktepatan batang) tidak diperhitungkan sama sekali. Sehingga dapat dikatakan SNI 2015 pada elemen balok menghasilkan perencanaan elemen balok yang lebih akurat dibandingkan dengan SNI 2002.

5) Elemen Struktur Kolom

Pada perhitungan struktur kolom, setiap elemen penampang perlu diperiksa kekuatannya terhadap gaya aksial tekan, gaya momen (lentur), gaya geser dan pengaruh dari gabungan gaya tersebut (kapasitas aksial lentur). Masing-masing perhitungan kekuatan perlu dilakukan dengan mengikuti kaidah dan peraturan masing-masing SNI. Kedua

peraturan baik SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729-2015 mewajibkan perhitungan dengan mempertimbangkan pengaruh $P\delta$ (orde pertama) dan $P\Delta$ (orde kedua). Pada peraturan SNI 2015 terdapat dua macam pendekatan untuk memperhitungkan pengaruh $P\Delta$ dan $P\delta$, yakni metode *Direct Analysis Method* (DAM) dan *Effective Length Method* (ELM)

Seperti pada elemen balok sebelumnya, adanya beban lateral tambahan pada SNI 2015 juga mempengaruhi gaya-gaya yang terjadi pada elemen kolom. Namun perubahan nilai tidak signifikan. Pengaruh perubahan nilai kuat ratio yang paling mempengaruhi adalah adanya perubahan persamaan untuk memperhitungkan tegangan kritis (F_{cr}) pada peraturan SNI 2015. Pada SNI 2002, persamaan tegangan kritis (F_{cr}) ditentukan oleh besar parameter kelangsingan kolom (λ_c). Sementara pada SNI 2015 tegangan kritis (F_{cr}) ditentukan oleh kondisi tekuk yang terjadi, yakni apakah kolom mengalami tekuk lentur terlebih dahulu atau mengalami tekuk torsi terlebih dahulu.

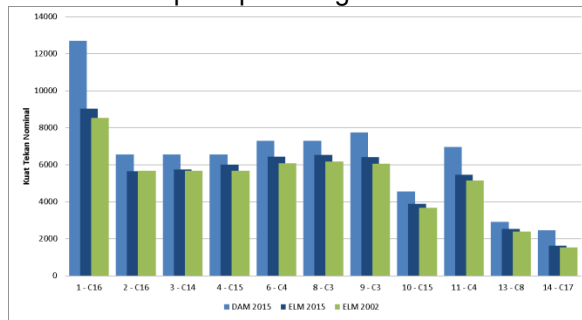
Tabel 9 Perbandingan kuat rasio elemen struktur kolom SNI 2002 dan SNI 2015

Lantai-Nama Elemen	Profil	Kapasitas Aksial Lentur - DAM - SNI 2015			Kapasitas Aksial Lentur - ELM - SNI 2015			Kapasitas Aksial Lentur - ELM - SNI 2002		
		P_r/P_c	8/9 (M _x /M _{cx})	8/9 (M _y /M _{cy})	P_r/P_c	8/9 (M _x /M _{cx})	8/9 (M _y /M _{cy})	P_r/P_c	8/9 (M _x /M _{cx})	8/9 (M _y /M _{cy})
		1 - C16	HC 478.437.50.60	0.284	0.071	0.364	0.481	0.0683	0.352	0.526
2 - C16	HC 408.417.30.25	0.493	0.210	0.126	0.614	0.2023	0.121	0.630	0.1990	0.125
3 - C14	HC 408.417.30.25	0.404	0.020	0.417	0.496	0.0189	0.404	0.531	0.0167	0.412
4 - C15	HC 408.417.30.25	0.339	0.063	0.396	0.437	0.0614	0.385	0.473	0.0614	0.392
5 - C15	HC 408.417.30.25	0.291	0.058	0.350	0.387	0.056	0.340	0.420	0.056	0.348
6 - C4	W-12X12 - 365	0.272	0.064	0.412	0.346	0.0675	0.446	0.388	0.0626	0.449
7 - C7	W-12X12 - 365	0.231	0.060	0.421	0.262	0.064	0.450	0.334	0.058	0.413
8 - C3	W-12X12 - 365	0.069	0.062	0.476	0.093	0.0602	0.464	0.101	0.0602	0.469
9 - C3	W-12X12 - 365	0.059	0.048	0.444	0.086	0.0478	0.399	0.093	0.0472	0.439
10 - C15	W-12X12 - 333	0.176	0.072	0.417	0.242	0.0700	0.409	0.263	0.0700	0.412
11 - C4	W-12X12 - 356	0.076	0.055	0.309	0.115	0.0571	0.338	0.122	0.0525	0.342
12 - C6	W-12X12 - 356	0.060	0.202	0.543	0.079	0.205	0.564	0.072	0.201	0.544
13 - C8	W-12X12 - 315	0.058	0.105	0.532	0.078	0.1060	0.558	0.083	0.0997	0.535
14 - C17	W-12X12 - 308	0.033	0.131	0.296	0.051	0.1310	0.304	0.064	0.1267	0.291

Pengaruh $P\delta$ (orde pertama) dan $P\Delta$ (orde kedua) pada kolom juga mempengaruhi reduksi kuat aksial nominal penampang. Metode stabilitas ELM atau cara lama pada SNI 2002 menggunakan analisis elastic-linier, yaitu faktor B_1 dan B_2 sebagai faktor pembesaran momen dari pengaruh beban terhadap deformasi $P\delta$ dan $P\Delta$.

Sedangkan metode stabilitas DAM berdasarkan *second order elastic analysis* dengan bantuan program komputer. Metode ini memperhitungkan pengaruh *imperfection* (non linier geometri) dan inelastisitas (nonlinier

material). Sehingga pengaruh deformasi dari $P\delta$ dan $P\Delta$ dapat diperhitungkan lebih akurat.



Gambar 9 Perbandingan kuat tekan kapasitas kolom SNI 2002 dan SNI 2015

Tabel 10 Rekapitulasi perbandingan kuat tekan nominal elemen kolom

Lantai-Nama Elemen	Profil	DAM - SNI 2015	ELM - SNI 2015	ELM - SNI 2002	ELM - 2002		ELM - 2015
					ELM - 2002	DAM - 2015	DAM - 2015
1 - C16	HC 478.437.50.60	0.719	0.901	0.940	4.1%	23.5%	20.1%
2 - C16	HC 408.417.30.25	0.829	0.938	0.954	1.8%	13.2%	11.6%
3 - C14	HC 408.417.30.25	0.841	0.919	0.959	4.2%	12.3%	8.5%
4 - C15	HC 408.417.30.25	0.798	0.882	0.927	4.8%	13.9%	9.6%
5 - C15	HC 408.417.30.25	0.699	0.783	0.823	4.8%	15.1%	10.8%
6 - C4	W-12X12 - 365	0.748	0.860	0.869	1.1%	14.0%	13.1%
7 - C7	W-12X12 - 365	0.712	0.777	0.805	3.5%	11.5%	8.3%
8 - C3	W-12X12 - 365	0.607	0.617	0.631	2.1%	3.8%	1.7%
10 - C15	W-12X12 - 333	0.665	0.721	0.745	3.1%	10.7%	7.9%
11 - C4	W-12X12 - 356	0.440	0.511	0.487	-4.9%	9.6%	13.9%
12 - C6	W-12X12 - 356	0.804	0.848	0.817	-3.8%	1.6%	5.1%
13 - C8	W-12X12 - 315	0.695	0.742	0.718	-3.4%	3.2%	6.3%
14 - C17	W-12X12 - 308	0.461	0.485	0.482	-0.7%	4.4%	5.1%
MAX					4.85%	23.45%	20.15%

Dari grafik batang Gambar 9 dan Tabel 10 di atas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari SNI 2002 dan SNI 2015 dalam menentukan kapasitas kuat tekan kolom. Perbedaan persamaan dalam mencari nilai F_{cr} dan penambahan Beban Notional menjadi faktor utama dalam perbedaan ini. Perbedaan metode stabilitas DAM dan ELM untuk memperhitungkan pengaruh deformasi dari $P\delta$ dan $P\Delta$ juga turut berpengaruh, karena penggunaan metode DAM dan ELM merubah nilai k dari rumus F_{cr} . Untuk metode stabilitas DAM menggunakan nilai $k=1$ dan metode ELM menggunakan nilai k berdasarkan kondisi kolom struktur dan *alignment chart*.

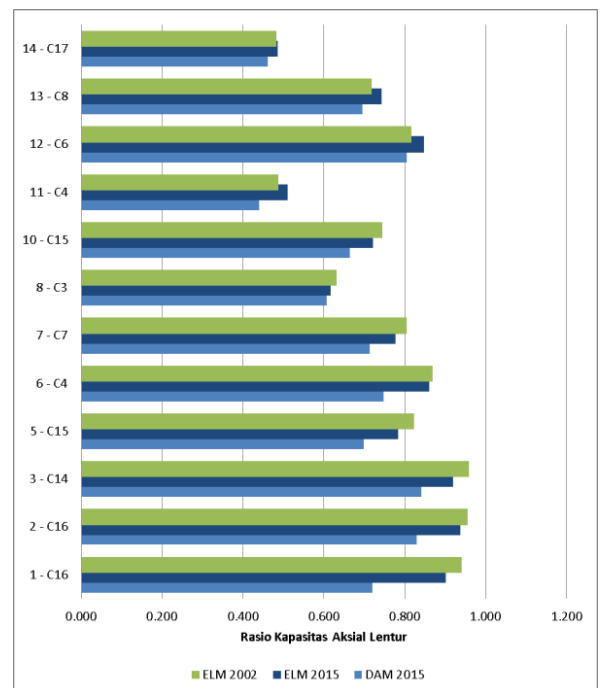
Perbedaan nilai yang signifikan dari penentuan kapasitas kuat tekan kolom nominal akan mempengaruhi juga rasio kapasitas aksial-lentur kolom. Untuk lebih jelasnya perbandingan nilai rasio dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 10.

Tabel 11 Rekapitulasi perbandingan rasio kapasitas aksial-lentur elemen kolom

Lantai-Nama Elemen	Profil	DAM - SNI 2015	ELM - SNI 2015	ELM - SNI 2002	ELM - 2002		ELM - 2015
					ELM - 2002	DAM - 2015	DAM - 2015
1 - C16	HC 478.437.50.60	0.719	0.901	0.940	4.1%	23.5%	20.1%
2 - C16	HC 408.417.30.25	0.829	0.938	0.954	1.8%	13.2%	11.6%

Lanjutan **Tabel 11**

Lantai-Nama Elemen	Profil	DAM - SNI 2015	ELM - SNI 2015	ELM - SNI 2002	ELM - 2002 - ELM - 2015	ELM - 2002 - DAM - 2015	ELM - 2015 - DAM - 2015
3 - C14	HC 408.417.30.25	0.841	0.919	0.959	4.2%	12.3%	8.5%
5 - C15	HC 408.417.30.25	0.699	0.783	0.823	4.8%	15.1%	10.8%
6 - C4	W-12X12 - 365	0.748	0.860	0.869	1.1%	14.0%	13.1%
7 - C7	W-12X12 - 365	0.712	0.777	0.805	3.5%	11.5%	8.3%
8 - C3	W-12X12 - 365	0.607	0.617	0.631	2.1%	3.8%	1.7%
10 - C15	W-12X12 - 333	0.665	0.721	0.745	3.1%	10.7%	7.9%
11 - C4	W-12X12 - 356	0.440	0.511	0.487	-4.9%	9.6%	13.9%
12 - C6	W-12X12 - 356	0.804	0.848	0.817	-3.8%	1.6%	5.1%
13 - C8	W-12X12 - 315	0.695	0.742	0.718	-3.4%	3.2%	6.3%
14 - C17	W-12X12 - 308	0.461	0.485	0.482	-0.7%	4.4%	5.1%
MAX					4.85%	23.45%	20.15%



Gambar 10 Perbandingan rasio kapasitas aksial-lentur kolom

Dari Gambar 10 dan Tabel 11 diketahui bahwa rasio kapasitas aksial lentur SNI 2015 (batang biru) untuk metode stabilitas ELM menghasilkan nilai rasio lebih kecil hingga 4,8% dibandingkan dengan rasio kapasitas aksial-lentur SNI 2002 (batang hijau). Jika dibandingkan dengan metode stabilitas DAM pada SNI 2015, bahkan nilai kapasitas rasio aksial-lentur lebih kecil hingga 23,45% dibandingkan dengan rasio kapasitas aksial-lentur SNI 2002. Dengan memperhatikan tabel 10 dapat diketahui bahwa perbedaan rasio ini berbanding lurus dengan meningkatnya tegangan nominal kuat tekan kolom hasil perhitungan SNI 2015.

Gambar 10 juga menunjukkan perbedaan rasio secara signifikan antara metode stabilitas DAM dan ELM terjadi pada kolom-kolom lantai bawah. Pada lantai bawah, perbedaan rasio mencapai hingga 20,15%. Sementara pada lantai atas perbedaannya tidak begitu signifikan, yakni hanya sekitar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas metode DAM

akan efektif digunakan pada struktur gedung berlantai banyak. Adapun jika digunakan pada struktur bertingkat rendah, tetap akan memberikan keuntungan dibandingkan menggunakan metode lama yakni ELM, meskipun perbedaan yang ada tidak begitu signifikan.

6) Sambungan Momen

Pada perhitungan sambungan momen *extended plate*, setiap sambungan perlu diperiksa kekuatan baut yang menahan balok, ketebalan pelat ujung, dan berbagai kondisi keruntuhan baik pada balok maupun kolom. Tatacara dan langkah perhitungan didasarkan pada peraturan SNI 7972:2013 yang mengatur secara khusus tentang kriteria sambungan momen. Masing-masing perhitungan kekuatan dan kondisi keruntuhan perlu diperiksa kembali mengikuti kaidah dan persamaan pada masing-masing SNI 1729 baik 2002 dan 2015

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f 0.75 f_u^b A_b \quad R_n = \phi F_n A_b$$

$$\phi_f = 0.75 \quad \phi = 0.75$$

SNI 2002 SNI 2015

Perbedaan pada kedua SNI dapat ditemukan pada persamaan untuk menghitung kuat tarik baut. Pada SNI 2015 nilai angka 0,75 sebagai faktor reduksi tambahan kuat tarik baut dihilangkan. Sehingga pada perhitungan kuat tarik baut SNI 2015 akan menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih besar. Perubahan ini dilakukan berdasarkan pertimbangan perkembangan teknologi untuk menentukan presisi sambungan, tegangan produksi baja, dan metode pengerjaan lapangan telah berkembang lebih baik dibanding pada saat peraturan SNI 2002. Berikut merupakan perbandingan hasil perhitungan sambungan *extended end plate*, pada balok WF 500.200.16.22 di lantai 1

Tabel 12 Hasil perhitungan sambungan momen konfigurasi 8 baut

	ΦBaut	ABaut (mm ²)	Tebal Pelat, (t _{pel})	b × h _{pelat}	Panjang Pengaku (mm)	Berat Sambungan (kg)	Φ _b M _{pl}
SNI 2015	Φ22	3043,061	21 mm	220 × 669	315,61	254,8	1870,094
SNI 2002	Φ24	3619,115	21 mm	220 × 679	333,21	260,4	2324,726

Tabel 12 menunjukkan bahwa berat sambungan hasil perhitungan SNI 2015 lebih ringan 2,1% dibandingkan dengan sambungan hasil perhitungan SNI 2002. Dengan berat sambungan yang lebih ringan menunjukkan keunggulan dari perhitungan SNI 2015, karena akan mengurangi biaya dan berat struktur tambahan gedung.

Kemudian untuk menghitung kinerja sambungan yang terjadi, digunakan nilai M_u penampang balok (M_u = 596,160 kNm) dibagi dengan kapasitas momen sambungan *end plate* (Φ_bM_{pl}) pada masing-masing peraturan.

Pada SNI 2015 didapatkan rasio kapasitas kinerja baut sebesar 0,318, sedangkan pada SNI 2002 didapatkan rasio sebesar 0,2564. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan kapasitas sambungan momen berdasarkan SNI 2015 lebih mendekati kapasitas momen penampang rencana dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan SNI 2002. Perbedaan ini menunjukkan keunggulan perhitungan sambunga SNI 2015 terkesan lebih “ekonomis” dibandingkan SNI 2002.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan untuk melakukan perbandingan SNI 1729:2015 dengan SNI 03-1729-2002 menggunakan pemodelan struktur gedung kondominium hotel Amarsvati dengn menggunakan program ETABS dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penggunaan peraturan SNI 1729:2015 secara keseluruhan memiliki hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan SNI 03-1729-2002.
- 2) Rasio kapasitas kuat lentur dan kuat geser maksimal SNI 1729:2015 lebih besar hingga 3,1% dan 3,8% dibandingkan dengan SNI 03-1729-2002.
- 3) Rasio kapasitas kuat aksial-momen SNI 1729:2015 lebih kecil sebesar 23,45% untuk metode stabilitas DAM dan 4,81% untuk metode ELM dibandingkan dengan perhitungan menggunakan SNI 03-1729-2002.
- 4) Pada sambungan momen *extended end plate*, perhitungan menggunakan SNI 1729:2015 memiliki kapasitas kinerja sambungan lebih tinggi 1,9% dan berat lebih ringan 2,1% dibandingkan SNI 03-1729-2002.
- 5) Penggunaan stabilitas metode DAM pada struktur bertingkat mempengaruhi kapasitas kuat aksial kolom hingga 20,15% lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas kuat aksial kolom metode ELM.

B. Saran

Saran penulis untuk rekan-rekan pembaca dari hasil laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan jenis dan tipe struktur yang berbeda untuk meneliti perilaku dan rasio tegangan elemen lainnya, misalnya elemen tarik, elemen struktur lentur tak kompak.
- 2) Pada gedung struktur baja bertingkat tinggi penggunaan bresing (pengaku) sangat disarankan agar simpangan yang dihasilkan dapat memenuhi simpangan izin.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhari, Vinda Nur. (2012). *“Perbandingan Perencanaan Struktur Gedung Baja Tahan Gempa Berdasarkan SNI 03-1729-2002 dengan SNI 03-1729-2015 (Studi Kasus: Proyek Relokasi Komplek KPI Timika, Papua)*. Paper, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- AISC. (2010). *“Specification for Structural Steel Building (ANSI/AISC 360-10)”*, American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois, June 2010.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural: SNI 1727:2012*, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Sambungan Terprakualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja pada Aplikasi Seismik: SNI 7972:2013*, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain: SNI 1727:2013*, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Ketentuan Seismik untuk Struktur Bangunan Gedung Baja: SNI 7860:2015*, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural: SNI 1729:2015*, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung: SNI 03-1729-2002*, Jakarta, Indonesia.
- Dewobroto, W. (2011). *“Era Baru Perancangan Struktur Baja Berbasis Komputer Memakai Direct Analysis Method (AISC 2010)”*. Seminar Nasional HAKI, Hotel Borobudur, Jakarta Pusat, 26-27 Juli 2011
- Dewobroto, W. (2016). *“Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010”*, Lumina Press, Jakarta.
- Galambos. (1998). *“Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures 5th Ed.”*, John Willey Sons
- Phiegiarto, F. dan Tjanniadi, J.E. (2015). *Perencanaan Elemen Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2015*. Skripsi, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Setiadi, F., Kusumastuti D. dan Ediansjah. (2012). *Evaluasi Penggunaan Metode SNI-2002 dan Direct Analysis Method dengan Advanced Analysis Efek Orde Kedua*. Paper, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Setiawan, A. (2008). *“Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)”*, Erlangga, Jakarta

