

ANALISIS PERBANDINGAN RASIO KAPASITAS KOLOM BAJA DAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON PADA STRUKTUR PORTAL

Meillyta¹, Israk Vuardi²

^{1,2)}Dosen Tetap. Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

³⁾Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

Email : meillyta@unmuha.ac.id

Abstrak

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari atas bangunan dan meneruskannya ke pondasi. Kapasitas kolom adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan suatu kolom. Perkembangan yang terjadi dalam dunia konstruksi tidak menutup kemungkinan adanya perubahan pada fungsi konstruksi sehingga diperlukan peningkatan pada kapasitas kolom. Berawal dari peningkatan yang terjadi maka material pembentuk kolom pun mulai dimodifikasi, dari yang awalnya beton bertulang atau baja hingga pada saat ini sudah mulai digunakan komposit baja beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan rasio kapasitas dari kolom baja dan kolom komposit baja yang diselimuti beton. Adapun variabel penelitian adalah variasi ukuran berbeda antara kolom baja dan kolom komposit baja beton, tanpa adanya perubahan ukuran pada penampang baja dengan 4 kolom yang ditinjau yaitu Kolom Garuda *Steel* Satu (KGS1), Kolom Garuda *Steel* Dua (KGS2), Kolom Garuda *Steel* Tiga (KGS3), Kolom Garuda *Steel* Empat (KGS4). Pembebanan dibatasi terhadap beban mati dan beban hidup. Penelitian ini menggunakan *software* ETABS V17 dengan pemodelan gedung lapangan futsal berlantai 2. Pengujian awal dilakukan pada kolom baja dengan memasukkan besaran dari beban mati dan beban hidup sehingga mendapatkan hasil analisis yang aman dilanjutkan dengan pengujian kolom komposit baja beton. Hasil analisis menunjukkan peningkatan kekuatan kolom komposit KGS1 sebesar 22%, kolom KGS2 sebesar 68%, kolom komposit KGS3 dan KGS4 mengalami peningkatan kekuatan masing-masing sebesar 58% dan 56%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan nilai rasio kapasitas kolom komposit baja beton lebih besar dibandingkan rasio kapasitas kolom baja.

Kata Kunci : Kolom, Kolom baja, Kolom Komposit baja beton, Rasio kapasitas

1. PENDAHULUAN

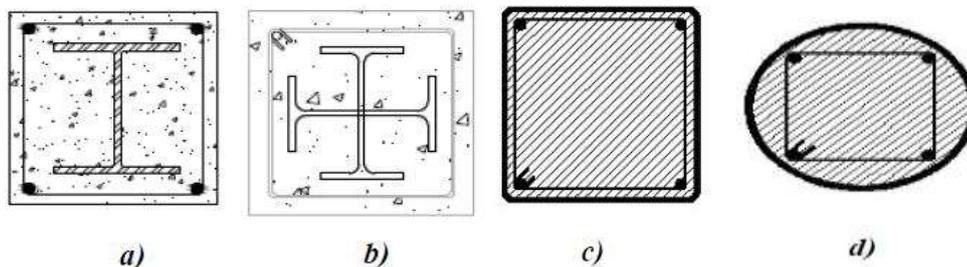
Perkembangan yang terjadi dalam dunia konstruksi, tidak menutup kemungkinan adanya perubahan fungsi dari suatu konstruksi sehingga mengakibatkan beban bertambah. Jika material pembentuk kolom yang lama tidak mampu menahan beban, maka diperlukan peningkatan pada kapasitas kolom. Material pembentuk kolompun dapat dimodifikasi, dari yang awalnya beton bertulang atau baja hingga pada saat ini sudah mulai digunakan komposit baja-beton. Kolom komposit baja-beton hadir sebagai suatu bentuk alternatif solusi dalam mereduksi penggunaan kolom baja biasa yang besar dan berat, sehingga tetap dapat diperoleh perilaku kolom yang kuat namun ekonomis. Oleh karena itu, diperlukan beberapa pertimbangan dan juga perhitungan yang matang dalam merancang kolom komposit pada suatu konstruksi karena rasio kapasitas pada kolom baja berbeda dengan kolom komposit. Bagaimana menentukan perbandingan rasio kapasitas kolom baja dan kolom komposit baja-beton serta berapa momen dan *displacement* pada kedua struktur tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Komposit

Struktur komposit (*composite*) merupakan struktur yang terdiri dari dua material atau lebih dengan sifat bahan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik. Ada dua tipe kolom komposit, yaitu :

1. Kolom komposit yang terbuat dari profil baja yang diberi selubung beton di sekelilingnya (kolom baja berselubung beton).
2. Kolom komposit terbuat dari penampang baja berongga (kolom baja berintikan beton).



Gambar 2.1 Penampang Komposit

Pada kolom baja berselubung beton (gambar a dan b) penambahan beton dapat menunda terjadinya kegagalan lokal buckling pada profil baja serta berfungsi sebagai material penahan api, sementara itu material baja disini berfungsi sebagai penahan beban yang terjadi setelah beton gagal. Sedangkan untuk kolom baja berintikan beton (gambar c dan d) kehadiran material baja dapat meningkatkan kekuatan dari beton serta beton dapat menghalangi terjadinya lokal buckling pada baja.

2.1.1 Kolom Komposit Baja-Beton

Salmon & Jonson (1996) menyebutkan kolom komposit adalah kolom baja yang dibuat dari potongan baja giling (*rolled*) built-up dan di cor di dalam beton struktural atau terbuat dari tabung atau pipa baja dan diisi dengan beton struktural. Kolom komposit adalah elemen vertikal dari struktur portal atau *frame* atau struktur rangka yang umumnya dominan mendukung gaya aksial. Kolom komposit yang dimaksud adalah struktur kolom yang terdiri dari gabungan antara bahan baja struktural dan beton (bertulang). Kriteria untuk kolom komposit bagi komponen struktur tekan, menurut SNI 1729-2015:

1. Luas penampang melintang inti baja harus terdiri dari sedikitnya 1% dari penampang melintang komposit total;
2. Selongsong beton dari inti baja harus ditulangi dengan batang tulangan longitudinal menerus dan sengkang pengikat lateral atau spiral. Bila digunakan pengikat lateral, batang tulangan no. 3 (10 mm) berspasi maksimum 12 in. (305 mm) pusat ke pusat, atau batang tulangan no. 4 (13 mm) atau lebih besar harus digunakan spasi maksimum 16 in. (406) pusat ke pusat. Boleh digunakan tulangan kawat ulir atau kawat dilas dengan luas ekuivalen. Spasi maksimum dari pengikat lateral tidak boleh melebihi 0,5 kali dimensi kolom terkecil;

3. Rasio tulangan minimum ρ_{SR} sebesar 0,004 digunakan untuk penulangan longitudinal menerus, dimana ρ_{SR} adalah

$$\rho_{SR} = \frac{A_{SR}}{A_g} \quad (2.1)$$

Dimana :

A_g = luas bruto komponen struktur komposit, mm²

A_{SR} = luas batang tulangan menerus, mm²

2.1.2 Tekuk (*buckling*)

Fenomena tekuk berkaitan dengan kekakuan elemen struktur. Suatu elemen yang mempunyai kekakuan kecil lebih mudah mengalami tekuk dibandingkan dengan elemen yang mempunyai kekakuan besar. Untuk menghindari kegagalan akibat tekuk pada kolom, maka luas tampang tekan dan bentuk dari tampang harus dipilih secara benar. Momen inersia menjadi suatu pertimbangan yang penting dalam pemilihan penampang, maka nilai momen inersia dapat ditingkatkan dengan menyebarkan luas tampang dalam batas-batas praktis sejauh mungkin dari sumbernya. Nilai faktor panjang tekuk tergantung jenis perletakan kolomnya dan berlaku pada kolom elemen tunggal dengan ujung-ujung ideal.

Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai k_c teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai k_c yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Kode ujung						

Gambar 2.2 Nilai k_c untuk Kolom Dengan Ujung-ujung Ideal

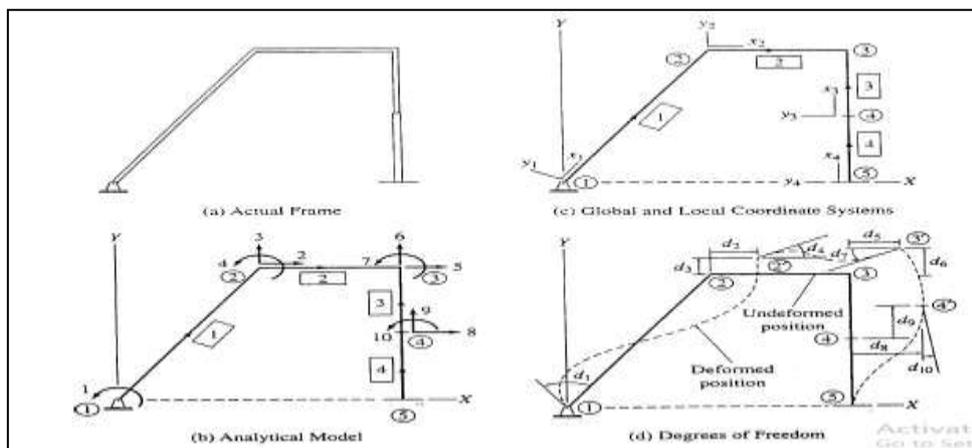
Setiawan (2000) menyebutkan, perilaku tekuk pada struktur tekan terbagi dua yaitu tekuk lokal dan tekuk global. Fenomena tekuk lokal adalah terjadinya tekuk setempat pada bagian penyusun penampang tanpa memperlihatkan tekuk secara keseluruhan. Untuk mencegah terjadinya tekuk lokal maka suatu penampang harus dikelompokkan menjadi tiga yaitu kompak ($\lambda < \lambda_p$), tidak kompak ($\lambda_p < \lambda < \lambda_r$), dan langsing ($\lambda > \lambda_r$). Apabila komponen penyusun batang tekan telah memenuhi syarat lebar-tebal seperti yang disyaratkan maka kemungkinan tekuk lokal dapat dihindari. Bila kolom diberi gaya tekan konsentris maka batang tersebut akan mengalami tekuk secara global. Tekuk global terjadi pada batang tekan secara menyeluruh.

2.2 Material Baja

Limbrunner dan Speigel (1998) menyebutkan, baja konstruksi adalah *alloy steels* (baja paduan), yang umumnya mengandung lebih dari 98% besi dan biasanya kurang dari 1% karbon. Sekalipun komposisi aktual kimiawi sangat bervariasi untuk sifat-sifat yang diinginkan, seperti kekuatannya dan ketahanannya terhadap korosi, baja dapat juga mengandung elemen paduan lainnya, seperti silikon, *magnesium*, *sulfur*, *fosfor*, tembaga, krom, *nikel*, dalam berbagai jumlah. Baja tidak merupakan sumber yang dapat diperbarui (*renewable*), tetapi dapat mempunyai daur ulang (*recycled*), dan komponen utamanya besi sangat banyak. Salah satu keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat-sifatnya yang dapat diduga secara cukup tepat. Kestabilan dimensional, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal-hal yang menguntungkan dari baja struktural ini.

2.3 Struktur Portal Bidang (*Plane Frames*)

Widodo (2015), menjelaskan bahwa struktur portal bidang merupakan suatu sistem struktur yang merupakan gabungan dari sejumlah elemen (batang) dimana pada setiap titik simpulnya dianggap berperilaku sebagai jepit dan setiap elemennya hanya dapat menerima gaya berupa gaya aksial, gaya geser, dan momen lentur.



Gambar 2.3 Portal Bidang

2.4 Sistem Pembebanan Pada Struktur Portal

Setiawan (2000) menyebutkan, beban yang bekerja pada elemen struktur bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai : beban pelat didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom akan didistribusikan ke tanah oleh pondasi. Perencanaan pembebanan ini digunakan beberapa standar sebagai berikut :

1. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2015).
2. Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-2847-2013).

2.5 Software ETABS (*Integreted Building Design Software*)

ETABS merupakan salah satu program aplikasi teknik sipil untuk analisis dan desain struktur pada berbagai macam bangunan (umumnya gedung, jembatan, tower dan lain-lain). Analisis struktur yang dimaksud adalah mencari respon struktur terhadap pembebanan yang diberikan, yaitu berupa gaya-gaya dalam elemen struktur atau gaya-gaya reaksi perletakan, maupun deformasi (lendutan) struktur itu sendiri.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Dasar Perencanaan

Data dasar perencanaan adalah berupa gedung lapangan futsal yang direncanakan menggunakan struktur kolom baja dan kolom komposit baja beton. Lokasi penelitian ini terletak di Jl. Muhammadiyah Batoh Kecamatan Leung Bata Kabupaten Banda Aceh.

3.1.1 Data Bangunan

Denah bangunan yang direncanakan terdiri dari 11 bentang balok pada arah x dengan panjang bentang terbesar 10 m, dan 5 bentang balok pada arah y dengan variasi bentang yaitu 10 m, 5 m . Tinggi lantai satu dan lantai dua adalah 6 m dan 5 m.

3.1.2 Mutu Bahan dan Material

Gedung lapangan futsal dianalisis dengan mutu bahan dan material sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------------------------|--------------------------|
| a. Kuat tekan beton ($f'c$) | = 25 MPa |
| b. Tegangan leleh tulangan utama (f_y) | = 390 Mpa |
| c. Tegangan leleh tulangan geser | = 240 Mpa |
| d. Modulus elastisitas beton (E_c) | = 23500 MPa |
| e. Modulus elastisitas tulangan baja (E_s) | = 200000 Mpa |
| f. Mutu Baja | = BJ 37 |
| g. Berat jenis beton bertulang | = 2400 Kg/m ³ |
| h. Berat jenis baja | = 7850 Kg/m ³ |

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Struktur Gedung Futsal

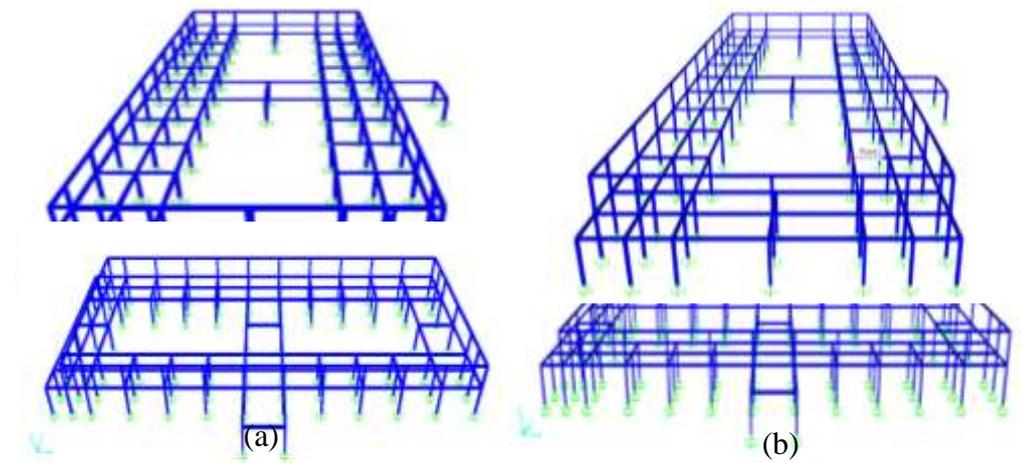
Desain struktur gedung pada perencanaan ini terdiri dari 2 jenis material yaitu kolom baja dan kolom komposit baja beton. Ukuran kolom yang berada pada lantai 1 dan

lantai 2 adalah I 300.150.6,5.9 dengan jumlah 121 kolom. Sedangkan ukuran balok pada lantai 1 dan lantai 2 adalah I 350.150.7.11 dan I 396.199.8.14 serta I 400.300.10.16 berjumlah 179 balok. Ukuran kolom baja dan kolom komposit baja beton pada perencanaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 : Desain Struktur Gedung Futsal

No	Material	Dimensi Kolom dan Balok (mm)			
		Lantai 1		Lantai 2	
		Kolom	Balok	Kolom	Balok
1	Baja	I 300	I 350	I 300	I 400
			I 396		
2	Komposit Baja Beton	K 450.300 + I 300	I 396	K 450.300 + I 300	I 400

Pada kolom komposit digunakan ukuran baja yang sama dengan baja sebelumnya, namun diberikan penambahan beton bertulang berukuran 450 mm x 300 mm dengan tulangan sengkang diameter 10-150 mm pada lantai 1 maupun lantai 2. Penentuan ukuran kolom dan balok mengacu pada perhitungan yang telah dilakukan sehingga didapatkan ukuran seperti yang telah disebutkan. Adapun tampak depan dan samping desain struktur gedung futsal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



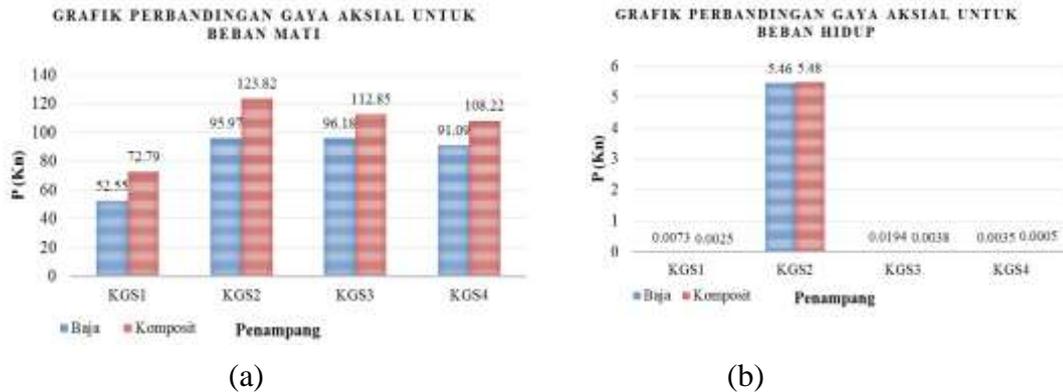
Gambar 4.1 Tampak Samping dan Tampak Depan Gedung Lapangan Futsal (a) Kolom Baja (b) Kolom Komposit Baja Beton

4.2 Hasil Analisis Struktur

Berdasarkan beban-beban yang bekerja diperoleh hasil analisis struktur dari program ETABS berupa gaya aksial, *displacement* dan rasio kapasitas. Analisis struktur dilakukan untuk masing-masing kombinasi beban.

4.2.1 Gaya Aksial

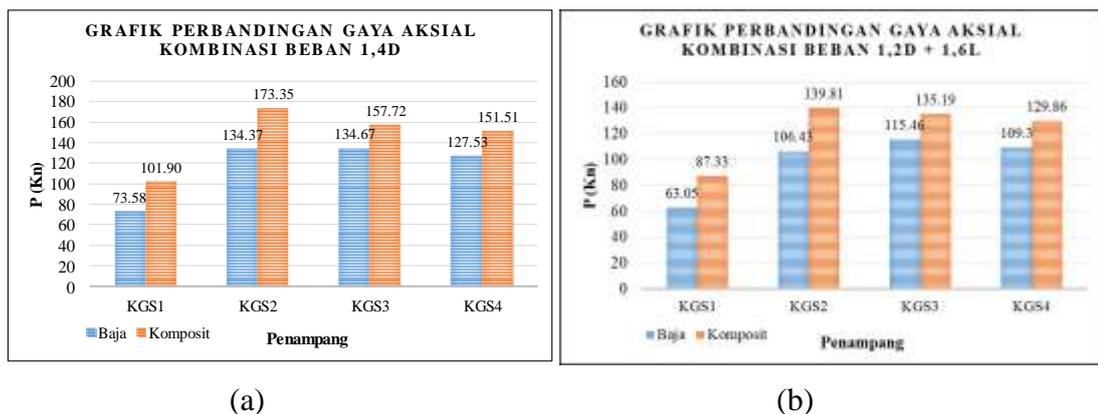
Untuk perbandingan nilai gaya aksial pada kolom pada setiap kombinasi beban dapat lihat pada Gambar 4.2 - Gambar 4.3



Gambar 4.2 : Perbandingan Gaya Aksial Kolom Baja dengan Komposit Untuk (a) Beban Mati , (b) Beban Hidup.

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat gaya aksial pada beban mati (gambar a) untuk kolom baja didapatkan gaya sebesar 52,55 Kn pada kolom KGS1. Pada kolom baja KGS2 didapatkan gaya sebesar 95,97 Kn. Kolom baja KGS3 didapatkan gaya sebesar 95,18 Kn dan pada kolom baja KGS4 didapatkan gaya sebesar 91,09 Kn. Sedangkan kolom komposit baja beton didapatkan gaya sebesar 72,79 Kn pada kolom KGS1. Pada kolom KGS2 didapatkan gaya sebesar 123,82 Kn. Kolom baja KGS3 didapatkan gaya sebesar 112,85 Kn dan pada kolom baja KGS4 didapatkan gaya sebesar 108,22 Kn.

Berdasarkan Gambar 4.3 Gaya aksial pada beban hidup (gambar b) untuk kolom baja didapatkan gaya sebesar 0,0072 Kn pada kolom KGS1. Pada kolom baja KGS2 didapatkan gaya sebesar 5,49 Kn. Kolom baja KGS3 didapatkan gaya sebesar 0,0194 Kn dan pada kolom baja KGS4 didapatkan gaya sebesar 0,0035 Kn. Sedangkan kolom komposit baja beton didapatkan gaya sebesar 0,0025 Kn pada kolom KGS1. Pada kolom KGS2 didapatkan gaya sebesar 5,48 Kn. Kolom baja KGS3 didapatkan gaya sebesar 0,0038 Kn dan pada kolom baja KGS4 didapatkan gaya sebesar 0,0005 Kn.



Gambar 4.4 : (a) Perbandingan Gaya Aksial Kolom Baja dengan Kolom Komposit Untuk Kombinasi Beban 1,4D (b), Perbandingan Gaya Aksial Kolom Baja dengan Kolom Komposit Untuk Kombinasi Beban 1,2 D + 1,6 L.

Pada Gambar 4.2 – Gambar 4. 4 menunjukkan penambahan beton bertulang pada kolom baja mengakibatkan beban (P) bertambah tentu ini kondisi yang tidak menguntungkan. Namun, penambahan beton bertulang ternyata juga meningkatkan kapasitas dukung (P_n) dari kolom tersebut. Jika dilihat dari hasil penambahan beban-beban yang terjadi secara keseluruhan pada setiap kolom yang ditinjau (KGS1, KGS2, KGS3, KGS4). Pertambahan beban *ultimate* (P_u) dan kapasitas dukung (P_n) pada kolom baja dengan kolom komposit baja beton dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini :

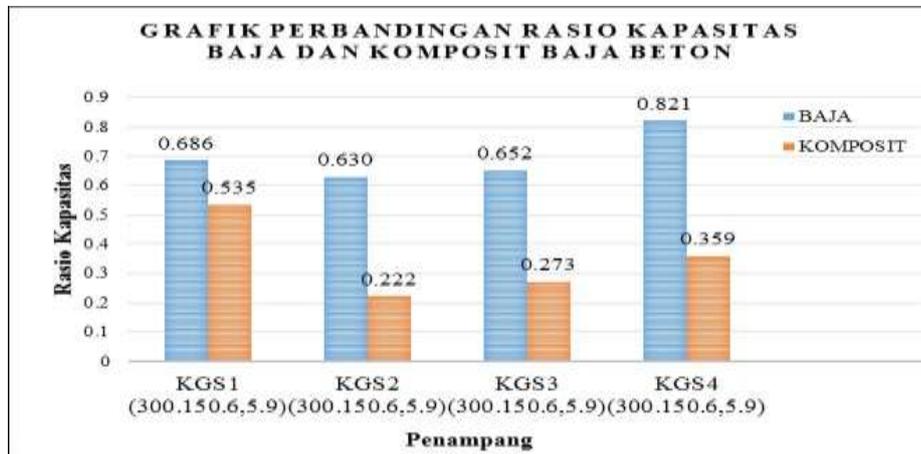
Tabel 4.2 : Penambahan Beban dan Kapasitas

No	Kolom	Beban P_u (Kn)		Kapasitas P_n (Kn)		Penambahan (%)	
		Baja	Komposit	Baja	Komposit	Beban P_u	Kapasitas P_n
1	KGS1	70,84	75,07	251	1167,79	5,64	78,47
2	KGS2	131,61	146,31	247	1148,85	10,04	78,47
3	KGS3	131,91	132,21	247	1148,85	0,23	78,47
4	KGS4	124,79	125,11	251	1167,79	0,26	78,47

Berdasarkan Tabel 4.2, penambahan beban (P_u) akibat beton bertulang pada kolom KGS1 sebesar 6%, kolom KGS2 10%, kolom KGS3 sebesar 0%, dan pada kolom KGS4 0%. Sedangkan penambahan kapasitas dukung (P_n) pada kolom KGS1, KGS2, KGS3, dan KGS4 adalah sebesar 78%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan beton bertulang pada kolom baja mengalami penambahan kapasitas dukung (P_n) sebesar 72% untuk kolom KGS1, kolom KGS2 mengalami peningkatan sebesar 68%, kolom KGS3 mengalami peningkatan sebesar 78%, pada kolom KGS4 didapatkan peningkatan kapasitas sebesar 78%.

4.2.3 Rasio Kapasitas

Berdasarkan hasil perhitungan melalui ETABS rasio kapasitas penampang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Perbandingan Rasio Kapasitas Kolom Baja dan Komposit

Berdasarkan Gambar 4.5 kolom dengan material komposit baja beton mempunyai rasio kapasitas penampang yang lebih tinggi dibandingkan dengan rasio kapasitas menggunakan kolom baja. Kolom baja KGS1 didapatkan rasio kapasitas sebesar 0,686, kolom KGS2 sebesar 0,630, pada kolom KGS3 dan KGS4 didapatkan masing-masing sebesar 0,652 dan 0,821. Sedangkan untuk kolom komposit KGS1 didapatkan rasio kapasitas sebesar 0,535, kolom KGS2 sebesar 0,222, serta pada KGS3 dan KGS4 didapatkan masing-masing sebesar 0,273 dan 0,359.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan analisa perbandingan rasio kapasitas antara kolom baja dengan kolom komposit baja beton menggunakan program ETABS diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Gaya aksial untuk kombinasi pembebanan portal cenderung mengalami kenaikan P_u dan P_n . Kolom baja diperoleh besaran gaya P_u maksimum sebesar 106,43 kN dan kolom komposit baja beton adalah 139,81 kN, beban P_u naik 10%. Sedangkan P_n baja awal sebesar 251 kN dan kolom komposit baja beton adalah 1168 kN, kapasitas P_n naik sebesar 78%. Dengan demikian penambahan beton bertulang pada baja meningkatkan kekuatan kolom menjadi 68%.
2. Dari hasil perbandingan *displacement* mengalami penurunan, kekakuan yang terjadi pada kolom komposit baja beton jauh lebih tinggi dari kolom baja pada arah X, Y dan Z.

3. Rasio kapasitas pada kolom komposit mengalami peningkatan kapasitas. Pada kolom KGS1 mengalami peningkatan rasio kapasitas sebesar 22% . Pada kolom KGS2 sebesar 68%, pada profil KGS3 dan KGS4 didapatkan penambahan kapasitas masing-masing sebesar 58% dan 56%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan maka ada beberapa hal dapat disarankan antara lain :

1. Perhitungan perbandingan rasio kapaitas dapat dilakukan pada program sejenis lainnya.
2. Dilakukan penelitian pada tinjauan lainnya seperti balok.
3. Disarankan untuk melakukan pengujian pada laboratorium untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional, 2015, *SNI 03-1729-2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, Departemen Pekerjaan Umum
- Charles G. Salmon and John E.Johnson, 1996, *Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 1 dan 2*, PT Gramedia, Jakarta.
- Setiawan, A. (2000). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Erlangga.: Semarang.
- Widodo, 2015, *Desain Portal Beton Tahan Gempa*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.