

## EVALUASI TEKNIS PENGGUNAAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON PADA BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

Ade Putra Alfirdaus

Servie O. Dapas, Banu Dwi Handono

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [adealfirdaus29@gmail.com](mailto:adealfirdaus29@gmail.com)

### ABSTRAK

Saat ini kolom pada bangunan tinggi banyak menggunakan material beton bertulang. Seiring berkembangnya teknologi, kayu dan beton yang selama ini digunakan penuh dalam setiap pembangunan gedung, kini sudah mulai beralih menggunakan material baja. Pada akhirnya terciptalah berbagai metode dalam desain struktur salah satunya struktur komposit yang terdiri dari gabungan baja dan beton. Dengan menggunakan material baja ini selain dapat mengurangi masalah bagi lingkungan juga proses pengerjaannya yang terbilang lebih cepat dari konstruksi beton bertulang biasa.

Pada penelitian ini didesain 3 model gedung lantai 15 dengan dimensi bangunan  $24 \times 36 \text{ m}^2$  dimana masing-masing model kolom materialnya menggunakan beton bertulang, baja dan komposit baja-beton. Didesain dengan fungsi gedung, wilayah gempa dan pembebanan yang sama, yang nantinya akan dibandingkan ketiga kolom tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolom komposit baja-beton lebih optimal untuk digunakan pada struktur gedung yang direncanakan. Hal ini ditunjukkan dengan dimensi yang lebih kecil, kebutuhan materialnya lebih rendah juga memiliki kelebihan struktur yang cenderung menyerupai kolom baja serta memiliki ketahanan terhadap bahaya kebakaran.

**Kata Kunci:** *Bangunan bertingkat, Kolom Komposit, Kolom Beton Bertulang, SAP 2000.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pada saat ini kolom komposit sudah banyak kita temui dilapangan. Kolom komposit dapat digunakan baik pada gedung bertingkat rendah (gudang, tempat parkir, dll) dan maupun pada gedung bertingkat tinggi. Selain itu kolom komposit yang sangat berdekatan yang dihubungkan dengan balok dapat digunakan sekeliling luar gedung bertingkat tinggi untuk menahan beban lateral.

Pada Penelitian ini, akan dianalisa suatu struktur 15 lantai dan bangunan akan direncanakan dengan menggunakan material beton bertulang, baja dan juga komposit pada material kolomnya, dan nantinya akan dibandingkan ketiganya.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan collapse (runtuh) pada lantai yang bersangkutan dan juga runtuh

batas total (ultimate total collapse) seluruh strukturnya (Nawi, 2003).

Kolom juga dapat dibuat secara komposit yaitu kolom baja yang terbuat dari profil baja diletakan dalam beton bertulang atau terbuat dari pipa besi dan diisi dengan beton. Perbandingan luas baja dengan luas penampang kolom paling sedikit 1% agar memenuhi syarat sebagai kolom komposit. (SNI-03-1729-2015).

Keuntungan utamanya yang didapat dengan mendesain kolom sebagai kolom komposit adalah kapasitas menahan beban yang besar meskipun dengan penampang yang kecil. Khusus untuk kolom komposit dengan penyelimutan beton juga membawa keuntungan lain, yaitu :

1. Ketahanan terhadap api dan korosi yang lebih baik dibandingkan kolom baja biasa.
2. Efek penguatan dalam melawan tekuk.
3. Kemampuan kolom komposit memikul beban aksial dan lentur lebih besar dibandingkan kolom beton bertulang.

#### Rumusan Masalah

Pada penggunaan material baja-beton yang didesain kolom komposit memerlukan perhitungan yang lebih kompleks dibanding

perhitungan kolom menggunakan material beton bertulang konvensional dan baja. Juga perlu diingat dalam pengerjaannya di lapangan juga perlu diberi perhatian khusus agar beton dan baja dapat berperilaku komposit.

**Batasan Masalah**

Batasan masalah untuk penelitian ini, sebagai berikut:

1. Hanya meninjau elemen struktur komposit baja-beton yang mengalami kombinasi momen lentur dan gaya aksial yaitu kolom komposit tipe Concrete encased column. Profil yang dipakai adalah profil KC (King Cross)
2. Hanya meninjau dari kolom komposit berpenampang persegi dengan baja profil KC (*King Cross*) di dalamnya.
3. Hanya menghitung dan menganalisa kapasitas dari kolom komposit pada struktur 15 lantai dengan fungsi bangunan sebagai perkantoran juga analisa kebutuhan material. Namun tidak meninjau dari segi biaya, arsitektural dan manajemen konstruksi.
4. Peraturan baja mengacu kepada Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung Menggunakan Metode LRFD dan peraturan - peraturan pendukung lainnya adalah SNI 03-2847-2013 dan SNI-03-1729-2015.

**Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merencanakan Kolom komposit dengan metode Load Resistance Factor Design (LRFD).
2. Membandingkan kolom beton bertulang, kolom baja, dan kolom komposit.

**Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai perhitungan dan analisa kapasitas kolom beton bertulang, baja dan komposit serta mempelajari bahwa pemodelan struktur dengan program bantu SAP 2000 dapat menjadi alternatif dalam menganalisis maupun desain bangunan yang mengurangi waktu dan biaya selain penelitian eksperimental di laboratorium.

**LANDASAN TEORI**

**Kolom Struktur Beton Bertulang**

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen,

agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Tjokrodimulyo, 2007).

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan yang bersifat getas. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar antara 9-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo,1999)

**Kolom Baja**

Menurut SNI 03-1729-2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, sifat mekanis baja dimana tegangan leleh ( $f_y$ ) dan tegangan putus ( $f_u$ ) untuk perencanaan tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan pada tabel berikut ini

Tabel 1. Sifat Mekanis Baja Struktural

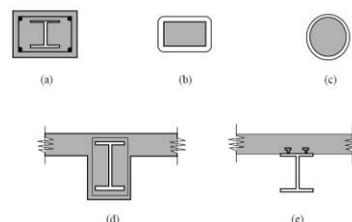
Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ (MPa)	Tegangan leleh minimum, $f_y$ (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

**Kolom Komposit Beton-Baja**

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.

Karena struktur komposit melibatkan dua macam material yang berbeda, maka perhitungan kapasitasnya tidak sesederhana bila struktur bukan komposit. Struktur komposit dalam aplikasinya dapat merupakan elemen dari bangunan, baik sebagai balok, kolom, dan pelat. Umumnya struktur komposit berupa:

1. Kolom baja terbungkus beton / balok baja terbungkus beton (Gambar 1.a/d).
2. Kolom baja berisi beton / tiang pancang (Gambar 1.b/c).
3. Balok baja yang menahan slab beton (Gambar 1.e).



Gambar 1. Macam-macam struktur komposit

Kuat rencana kolom komposit yang menumpu beban aksial yang digunakan sebagai acuan adalah :

$$P_u = \phi_c P_n, \text{ dengan } \phi_c = 0,85$$

Dengan nilai  $P_n$  :

$$P_n = A_s f_{cr}$$

Nilai faktor tekuk  $\omega$  ditentukan berdasarkan nilai  $\lambda_c$  sebagai berikut :

$$\lambda_c \leq 0,25 \quad \text{maka } \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \text{maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \quad \text{maka } \omega = 1,25\lambda_c$$

dengan:

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$$

$$\lambda_c = \frac{K_c L}{r_m \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}}$$

$$f_{my} = f_y + C_1 f_{yr} \left( \frac{A_r}{A_s} \right) + C_2 f'_c \left( \frac{A_c}{A_s} \right)$$

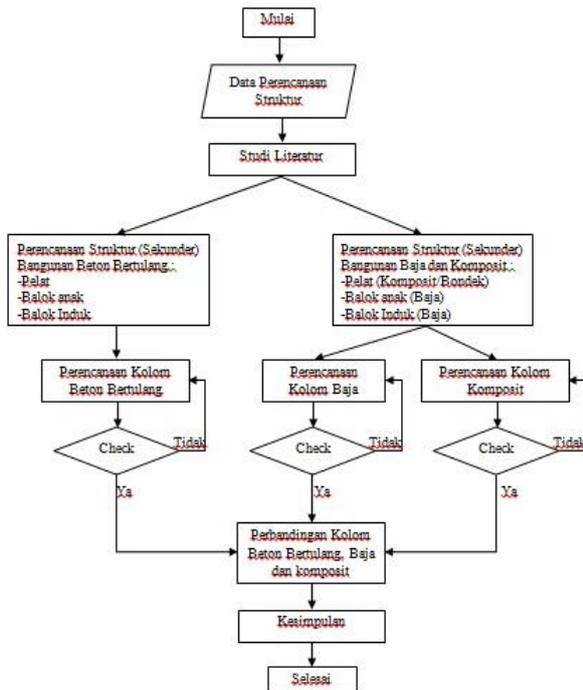
$$E_m = E + c_3 E_c \frac{A_c}{A_s}$$

$$E_c = 0,041 w^{1,5} \sqrt{f'_c}$$

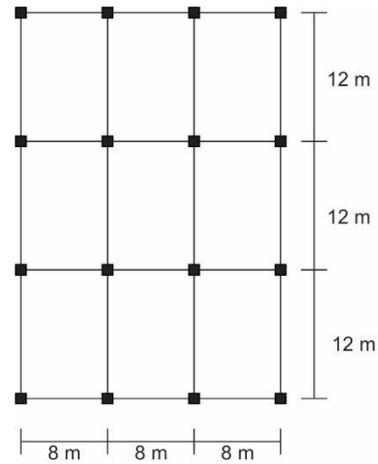
Pada persamaan di atas  $c_1$ ,  $c_2$  dan  $c_3$  adalah koefisien yang besarnya untuk profil baja yang diberi selubung beton adalah:  $c_1=0,7$ ;  $c_2 = 0,6$  dan  $c_3=0,2$ .

## METODOLOGI PENELITIAN

### Metodologi dan Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Denah rencana bangunan



Gambar 4. Tampak depan rencana bangunan

Dilakukan perencanaan bangunan 15 lantai dengan menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design (LRFD)*. Kolom didesain menggunakan material komposit baja (*king cross*) diselubungi beton, material beton bertulang dan material baja (*king cross*). Bangunan difungsikan sebagai perkantoran. Luas keseluruhan bangunan 864 m<sup>2</sup> dan tinggi total bangunan 56,25 m.

Denah bangunan berbentuk persegi panjang dengan panjang melintang 3x8m dan memanjang 3x12m. Dan tinggi tiap lantai adalah 3,75m. Direncanakan dan dibangun menggunakan data Desain Spektra Indonesia lokasi Manado. Perhitungan menggunakan bantuan *software* komputer analisis struktur, CSI SAP2000 v.19.

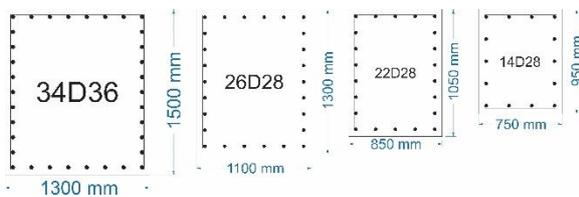
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain dimensi kolom untuk ketiga struktur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Dimensi Kolom

Section		Dimensi
Kolom Beton Bertulang	Lantai 1-4	1300x1500
	Lantai 5-8	1100x1300
	Lantai 9-12	850x1050
	Lantai 13-15	750x950
Kolom Baja	Lantai 1-4	K1100x450x22x34
	Lantai 5-8	K1000x400x18x30
	Lantai 9-12	K800x300x14x26
	Lantai 13-15	K700x300x13x24
	Lantai 1-4	Beton 800x800 & K588x300x12x20
Kolom Komposit Baja-Beton	Lantai 5-8	Beton 700x700 & K500x200x10x16
	Lantai 9-12	Beton 600x600 & K450x200x9x14
	Lantai 13-15	Beton 600x600 & K400x200x8x13

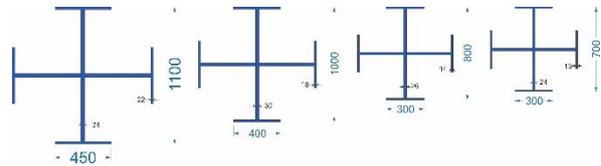
Struktur beton bertulang lantai 1-4 berdimensi 1300x1500mm menggunakan tulangan longitudinal berdiameter 36 sebanyak 34 buah, lantai 5-8 berdimensi 1100x1300mm menggunakan tulangan longitudinal berdiameter 28 sebanyak 26 buah, lantai 9-12 berdimensi 800x1050mm menggunakan tulangan longitudinal berdiameter 28 sebanyak 22 buah dan lantai 13-15 berdimensi 750x950mm menggunakan tulangan longitudinal berdiameter 28 sebanyak 14 buah.



Gambar 5. Kolom bangunan struktur beton bertulang

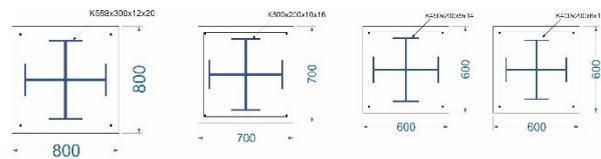
Kolom struktur baja menggunakan profil baja *king cross* dengan dimensi:

- lantai 1-4 K1100x450x22x34,
- lantai 5-8 K1000x400x18x30,
- lantai 9-12 K800x300x14x26 dan
- lantai 13-15 K700x300x13x24.



Gambar 6. Kolom bangunan struktur baja

Struktur komposit pada lantai 1 direncanakan menggunakan kolom profil baja K588x300x12x20 yang diselubungi beton dengan dimensi 800x800, lantai 5-8 menggunakan kolom profil baja K500x200x10x16 diselubungi beton dengan dimensi 700x700, lantai 9-12 menggunakan kolom profil baja K450x200x9x14 diselubungi beton dengan dimensi 600x600 dan lantai 13-15 menggunakan profil baja K400x200x8x13 diselubungi beton dengan dimensi 600x600.



Gambar 7. Kolom bangunan struktur baja

Sebagai bahan perbandingan antara ketiga struktur yang telah direncanakan, dihitung kebutuhan material beton serta baja untuk kolom pada masing-masing struktur. Kebutuhan material untuk masing-masing kolom ditampilkan pada tabel 3.

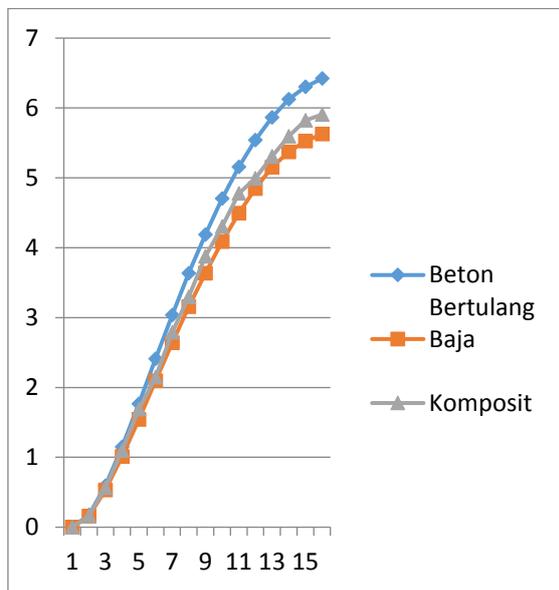
Tabel 3. Perbandingan kebutuhan material untuk masing-masing kolom.

Lantai	Beton Bertulang		Baja		Komposit	
	Beton (m <sup>3</sup> )	Baja (kg)	Beton (m <sup>3</sup> )	Baja (kg)	Beton (m <sup>3</sup> )	Baja (kg)
1	7.31	1019	-	3138.273	2.40	1132.5
2	7.31	1019	-	3138.273	2.40	1132.5
3	7.31	1019	-	3138.273	2.40	1132.5
4	7.31	1019	-	3138.273	2.40	1132.5
5	5.3625	471.3	-	2409.165	1.8375	672
6	5.3625	471.3	-	2409.165	1.8375	672
7	5.3625	471.3	-	2409.165	1.8375	672
8	5.3625	471.3	-	2409.165	1.8375	672
9	3.35	398.8	-	1574.3175	1.35	570
10	3.35	398.8	-	1574.3175	1.35	570
11	3.35	398.8	-	1574.3175	1.35	570
12	3.35	398.8	-	1574.3175	1.35	570
13	2.67	253.8	-	1386.50625	1.35	495
14	2.67	253.8	-	1386.50625	1.35	495
15	2.67	253.8	-	1386.50625	1.35	495
<b>Total Volume</b>	<b>72.10</b>	<b>8316.60</b>	<b>0.00</b>	<b>32646.54</b>	<b>26.40</b>	<b>10983.00</b>

Deformasi yang terjadi pada masing-masing struktur kolom yang dibandingkan ditampilkan pada tabel 4. Dan berdasarkan tabel 4 dibuat grafik sehingga dapat dilihat lebih jelas perbedaan deformasinya pada gambar 8.

Tabel 4. Tabulasi perbandingan deformasi kolom.

Lantai	Beton	Baja	Komposit
	mm	mm	mm
0	0	0	0
1	0.175	0.159	0.162
2	0.593	0.53	0.563
3	1.148	1.012	1.098
4	1.766	1.543	1.687
5	2.408	2.095	2.143
6	3.035	2.636	2.787
7	3.632	3.153	3.294
8	4.188	3.633	3.876
9	4.704	4.087	4.301
10	5.154	4.492	4.777
11	5.540	4.843	4.991
12	5.864	5.149	5.306
13	6.124	5.369	5.595
14	6.304	5.526	5.823
15	6.419	5.625	5.905



Gambar 8. Grafik perbandingan deformasi

Selanjutnya dibuatkan juga perbandingan kekuatan nominal kolom aksial dan momen yang disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan kekuatan nominal kolom aksial dan momen

Section		Pn (kN)	Mn (kNm)
Kolom Beton Bertulang	Lantai 1-4	21910.155	679.264
	Lantai 5-8	14967.55	271.354
	Lantai 9-12	9576.747	179.224
	Lantai 13-15	7211.716	131.627
Kolom Baja	Lantai 1-4	26572.76	6580.287
	Lantai 5-8	18530.5	4615.155
	Lantai 9-12	12285.82	2393.768
	Lantai 13-15	11089.14	1880.995
Kolom Komposit Baja-Beton	Lantai 1-4	21719.5	6232.44
	Lantai 5-8	14984.2	4991.5
	Lantai 9-12	11527.2	3882.16
	Lantai 13-15	11038.1	3716.84

## PENUTUP

### Kesimpulan

Beberapa hal yang menjadi kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Struktur yang ditinjau bangunan bertingkat 15 lantai dan dengan luas bangunan 24m x 36m berdasarkan kekuatan nominal kolom aksial dan momen, kuat nominal aksial dan momen struktur kolom baja yang paling besar, disusul kolom komposit dan yang paling rendah adalah kolom beton bertulang yang dapat dilihat pada tabel 4.
2. Ukuran dimensi penampang kolom yang efisien pada bangunan yang ditinjau yang dapat dilihat pada tabel 2, kolom komposit mempunyai dimensi yang kecil disusul kolom baja dan kolom beton bertulang.
3. Dengan bangunan yang sama, ditinjau dari displacement yang terjadi, kolom komposit cenderung menyerupai kolom baja yang dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 8
4. Dengan begitu secara teknis kolom komposit dapat dijadikan pilihan yang optimal, karena selain dengan memiliki kebutuhan material yang lebih rendah, juga memiliki kelebihan struktur yang cenderung menyerupai kolom baja serta memiliki ketahanan terhadap bahaya kebakaran.

### Saran

Dapat dikaji lebih mendalam lagi tentang biaya pelaksanaan masing-masing struktur secara keseluruhan, sehingga kita dapat melihat sampai dimana tingkat penghematan struktur kolom komposit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- AISC, 2016. *Specification for Structural Steel Building (ANSI/AISC 360-16)*. American Institute of Steel Construction. Chicago, Illinois, July 2016.
- BSN, 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2013)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- BSN, 2013. *Spesifikasi untuk bangunan gedung (SNI 03-1729-2015)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Futariani, Yovi. 2013. *Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif Review design struktur beton bertulang (Studi Kasus Gedung LPTK FT UNY)*. Jurnal Teknik Sipil Univ. Negeri Yogyakarta
- Mulifandi, A. Wildam, dkk. 2017. *Perencanaan Alternatif Struktur Komposit Gedung Volendam Holland Park Condotel di Kota Batu*. Jurnal Teknik Sipil Univ. Brawijaya
- Priyo Suprobo dan Arif Sarwo Wibisono. 2001. *Perbandingan Kekuatan Kolom Komposit Berdasarkan ACI 318 dan AISC-LRFD*. Media Teknik (4) XXIII
- Simanjuntak, A. Rico. dan Johannes Tarigan. 2013. *Analisa desain komposit baja-beton dengan metode load and resistance factor design*. Jurnal Teknik Sipil Univ. Sumatera Utara