



Tameh: Journal of Civil Engineering

University of Muhammadiyah Aceh

---

---

**Analisis Portal Struktur Menggunakan  
Metode Takabeya dan Sap 2000  
(Studi Kasus: Gedung Cukai TMP C Banda Aceh)**

<sup>1</sup>Wahyuni, <sup>2</sup>Munawir, <sup>3</sup>Riski Armianda

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

<sup>1</sup>wahyuni.sahardin@gmail.com, <sup>2</sup>munawir@unmuha.ac.id, <sup>3</sup>riskiarmianda96@gmail.com

**Abstract**

The building structure is the main component that supports the establishment of a building. In analyzing the building structure, either determinate or indeterminate, there are various moment distribution methods. The method used in this research is the Takabeya method and SAP 2000 as a comparison. The purpose of this study is to compare the value of the moment, shear force and axial force of the building structure with the Takabeya and SAP 2000 methods. From the results of the calculation of the internal forces on the first floor, the value is not significant. As for the 2nd floor, on the portal on the edge of the building there is a small difference in value, but not on the central portal which has a difference of up to 20%. From the overall calculation of internal forces, the ratio of moment values is  $\pm 7\%$ , shear force is  $\pm 3\%$ , and the axial force is  $\pm 5\%$ . The difference in internal force results between the Takabeya and SAP 2000 methods is not too large, it shows that the moment distribution for the two moments is almost the same. But for the results of the shear and axial forces which have very large differences in results, this difference is due to the possibility of load distribution at the joint points.

**Keywords:** Rainfall, Flood Discharge, Log Pearson III, Hersfield, Melchior

**Abstrak**

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang terdirinya suatu bangunan. Dalam menganalisa struktur bangunan baik statis tertentu maupun tak tentu terdapat berbagai metode distribusi momen. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah *metode takabeya dan SAP 2000* sebagai pembanding. Tujuan penelitian ini ialah membandingkan nilai momen, gaya geser dan gaya aksial portal struktur Gedung dengan metode takabeya dan SAP 2000. Dari hasil perhitungan gaya dalam pada lantai I menunjukkan nilai yang hampir. Sedangkan untuk lantai 2, pada portal bagian pinggir bangunan terdapat selisih nilai yang kecil, namun tidak pada portal bagian tengah yang memiliki selisih hingga 20%. Dari keseluruhan perhitungan gaya dalam diperoleh perbandingan nilai momen sebesar  $\pm 7\%$ , gaya geser  $\pm 3\%$ , dan pada gaya aksial  $\pm 5\%$ . Perbedaan hasil gaya dalam antara *metode takabeya* dan *SAP 2000* tidak terlalu besar, hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua momen hampir sama. Tetapi tidak, untuk hasil gaya geser dan gaya aksial yang mempunyai perbedaan hasil yang sangat jauh, perbedaan ini disebabkan kemungkinan terjadi pendistribusian beban pada titik-titik joint yang menggunakan Takabeya (manual) tidak merata.

**Kata kunci:** Metode Takabeya, SAP 2000, Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial

## 1. Pendahuluan

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur bangunan gedung terdiri dari komponen-komponen di atas tanah dan komponen-komponen di bawah tanah yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan beban ke tanah dasar. Konstruksi dari sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia, dimana tingkat kebutuhan tersebut terus meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan pada saat ini merupakan suatu objek yang kompleks, dimana didalam bangunan tersebut diperlukan perhitungan dan analisa yang cermat serta pertimbangan tertentu yang akan menghasilkan suatu bangunan yang memenuhi syarat kokoh, ekonomis maupun estetika. Penelitian gaya dalam dengan metode takabeya merupakan metode perhitungan manual yang paling sederhana dibandingkan dengan metode lainnya.

Dalam menganalisa suatu struktur bangunan baik statis tertentu maupun statis tak tentu terdapat berbagai metode antara lain distribusi momen (*Hendry Cross*), *Slope Deflection*, *Metode Takabeya*, *Metode Matriks* dan beberapa metode yang dipakai umum lainnya. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode *Takabeya*, yaitu perhitungan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit). Analisa manual dari *Metode Takabeya* ini nantinya akan dibandingkan dengan program komputer *software SAP*. *Program SAP 2000* merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari *University of California*, yang dipimpin oleh Prof. Edward L. Wilson selama lebih 25 tahun.

Objek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh ini bertujuan untuk memenuhi fungsional ruang kerja. Bangunan

ini berada di Jl. Soekarno-Hatta No. 3A Geuceu Meunara-Banda Aceh. Gedung ini memiliki 3 lantai, tinggi lantai satu ke lantai dua sama dengan tinggi lantai dua ke lantai tiga yaitu 4 m, dan luas gedung adalah 192 m<sup>2</sup>. Dalam hal ini, bangunan Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh merupakan bangunan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit), maka tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui hasil perhitungan manual metode *Takabeya* pada struktur serta pembebanan struktur, untuk mengetahui hasil output *software SAP 2000* pada struktur dan pembebanan struktur membandingkan hasil perhitungan manual *metode Takabeya* dengan Program Komputer *software SAP 2000*.

Selisih analisis struktur gaya normal, lintang dan momen antara metode manual (*Takabeya* dan *Cross*) dengan program komputer (*Staad Pro* dan *Sap 2000*) diperoleh nilai yang bervariasi. Nilai selisih antara metode manual dan program komputer rata-rata memiliki selisih dibandingkan dengan nilai selisih antara metode manual ataupun program komputer. Perbedaan tanda pada nilai selisih, baik positif ataupun negatif diperoleh dari hasil pengurangan nilai analisis yang dilakukan bukan didasarkan pada kondisi daerah lapangan atau tumpuan pada masing-masing batang [1].

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini ialah pada perhitungan pembebanan, beban gempa tidak di hitung atau ditambahkan. Perhitungan manual metode *Takabeya* di analisa pada satu titik potongan memanjang dan satu titik potongan melintang, pada perhitungan ataupun input data tidak memasukkan dimensi dan berat jenis tulangan tulangan, pada program komputer *SAP 2000* modeling yang di bentuk ialah 2 dimensi, peraturan yang digunakan pada penelitian ini aturan aturan yang digunakan ialah peraturan SNI 2847:2019, perencanaan pembebanan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, untuk beban mati (D)/tetap :  $U = 1,4D$ , untuk beban

hidup (L)/sementara :  $Q = 1,6$  sehingga  $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$ , pada perhitungan pembebanan beban gempa tidak di tambahkan dan tidak memasukkan dimensi dan berat tulangan. Perhitungan analisa manual maupun program komputer di analisa pada satu titik potongan memanjang yaitu pada titik 2 – 2 dan satu titik potongan melintang yaitu pada titik D – D.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Perencanaan Struktur

Dalam memilih jenis struktur yang tepat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan misalnya tinggi bangunan, arsitektural, dan fungsi bangunan. Dengan mendesain bangunan sesuai dengan berbagai ketentuan yang ada di SNI diharapkan struktur bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan pada saat terjadi gempa [2].

#### 1) Struktur Open Frame

Struktur portal open frame terdiri dari kolom dan balok yang digabungkan dengan sambungan tahan momen. Kekakuan lateral dari portal kaku cenderung tergantung dari kekakuan lentur dari kolom, balok dan sambungannya [3].

#### 2) Struktur Portal Bresing (Braced Frame)

Bresing adalah suatu sistem kantilever berupa truss vertical yang memikul beban lateral melalui kekakuan aksial portal. Interaksi bresing dan portal Ketika menerima beban lateral, bresing berdeformasi layaknya sebuah kantilever, sedangkan portal kaku berdeformasi geser. Dari ketiga struktur yang telah dianalisis, ternyata struktur dengan penambahan bracing diagonal pada sudut denah struktur sangat efektif mengurangi pergeseran dan simpangan pada struktur kerangka terbuka.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh Gempa Rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh Gempa Rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus

dilakukan berdasarkan analisis respons dinamik. Di dalam SNI 03-1726-2012 dijelaskan mengenai ketentuan- ketentuan pengelompokan gedung beraturan dan tidak beraturan, daktilitas struktur, pembebanan gempa nominal, wilayah gempa Indonesia beserta respons spektrum gempa untuk masing-masing wilayah., kinerja struktur gedung, dan lain-lain.

2.1.1 Pengertian struktur portal secara umum [4] Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa di bantu diafragma-diafragma horizontal atau sistem lantai.

#### 2.1.2 Analisis pembebanan

Fungsi setiap struktur akan menerima pengaruh dari luar yang perlu dipikul. Selain pengaruh dari luar, sistem struktur yang terbuat dari material bermassa, juga akan memikul beratnya sendiri akibat pengaruh gravitasi.

##### 1) Beban Gravitasi

#### Beban mati

Berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang terpisah dari gedung. Apabila beban mati memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap kekuatan struktur maka beban mati tersebut harus dikalikan dengan koefisien 0,9.

#### Beban hidup

Semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

##### 2) Beban Gempa

Semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang

menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Persyaratannya yaitu:

- Gedung dengan tinggi maksimum kecil dari 40 m.
- Bentuk dari bangunan gedung beraturan.
- Gedung dengan kekakuan tiap tingkat rata.
- Untuk gedung yang mempunyai loncatan bidang muka, dimana ukuran denah dari bagian yang menjulang dan masing-masing arah adalah paling sedikit 75%. Struktur-struktur lainnya yang tidak begitu mudah diperkirakan perilakunya terhadap gempa harus direncanakan dengan cara analisis dinamis.

### 2.1.3 Perencanaan pelat lantai

Suatu struktur bangunan selain memikul berat sendiri balok juga memikul berat pelat lantai. Beban pelat di atasnya di distribusikan kepada balok-balok yang mendukung pelat tersebut. Distribusi beban terbagi dua bagian yaitu beban merata trapesium dan beban merata segitiga [5].

Dimana beban merata trapesium adalah yang disalurkan kepada balok yang lebih panjang dan beban merata segi tiga adalah yang disalurkan kepada balok yang lebih pendek. Dari kedua beban merata tersebut akan diubah menjadi beban merata persegi panjang yang disebut beban ekuivalen /  $Q_{ek}$ .

Beban Ekuivalen

Adapun rumus beban ekuivalen tersebut adalah:

Pada beban trapesium,

$$Q_{ek} = \frac{1}{2} q \frac{L_y}{L_x^2} (L_x^2 - \frac{1}{3} L_y^2) \quad (1)$$

Pada beban segi tiga,

$$Q_{ek} = \frac{1}{3} q L_x \quad (2)$$

## 2.2 Pembebanan

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu, dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada sistem struktur. Beban-beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya alamiah dan buatan manusia. beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tidak kurang

dari nilai minimum yang disyaratkan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja. Balok didefinisikan sebagai salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal, sedangkan kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur. Selanjutnya balok dan kolom ini menjadi satu kesatuan yang kokoh dan sering disebut sebagai kerangka (portal) dari suatu gedung [6].

## 2.3 Metode Takabeya

### 2.3.1 Pengertian metode takabeya

[8] Metode *Takabeya* merupakan metode yang paling sederhana dalam penggunaannya dalam perhitungan portal bertingkat dibandingkan dengan metode *Cross* dan *Kani*. [9] metode *Takabeya* ini pada tiap – tiap titik kumpulnya hanya memerlukan satu momen parsial untuk pembesaran momen. [7] Adapun langkah-langkah perhitungan *metode takabeya* ialah sebagai berikut:

- Perhitungan momen-momen parsial
- a. Hitung nilai kekakuan balok dan kolom » k

$$= \frac{\frac{1}{12}(b)(h)^3}{L} \quad (3)$$

Harga konstanta kekakuan K diambil sebarang →  $K = 0,001 \text{ m}^3$

Untuk batang yang bersangkutan, pada suatu titik kumpul, jika diambil dari harga-harga K yang lain, akan diperoleh harga – harga momen parsial m yang berlainan pula, tetapi tetap akan diperoleh hasil akhir yaitu momen design M yang sama.

- b. Hitung momen primer pada setiap balok

**Tabel 1.** Momen primer beban terpusat

Momen Primer dititik A ( $M_{AB}^F$ )	Gambar Struktur dengan Sistem Pembebanan	Momen Primer dititik B ( $M_{BA}^F$ )
$-\frac{1}{8}(P)(L)$		$\frac{1}{8}(P)(L)$
$-\frac{1}{12}(q)(L)$		$\frac{1}{12}(q)(L)^2$

- c. Menentukan jumlah momen primer di titik kumpul ( $\tau$ ).
- d. Menentukan nilai  $\rho$  (jumlah kekakuan pada masing-masing titik kumpul).
- e. Menentukan nilai  $\gamma$
- f. Menentukan nilai  $m^{(0)}$
- g. Pemberesan momen-momen parsial  $m^{(0)}$

Pemberesan momen parsial dimulai dari titik kumpul (1) ketitik kumpul (2) seperti yang akan ditunjukkan sebagai berikut:

$$m_1^{(1)} = \left. \begin{aligned} &+ m_1^{(0)} \\ &+ (-\gamma_{12}) \{m_2^{(0)}\} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$m_2^{(1)} = \left. \begin{aligned} &+ m_2^{(0)} \\ &+ (-\gamma_{21}) \{m_1^{(1)}\} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Langkah selanjutnya dari titik kumpul (2) ketitik kumpul (1) seperti yang akan ditunjukkan sebagai berikut:

$$m_1^{(2)} = \left. \begin{aligned} &+ m_1^{(0)} \\ &+ (-\gamma_{12}) \{m_2^{(1)}\} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$m_2^{(2)} = \left. \begin{aligned} &+ m_2^{(0)} \\ &+ (-\gamma_{21}) \{m_1^{(2)}\} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

– Perhitungan design moment

$$M_{1A} = k_{1A} \{2 m_1^{(4)} + 0\} + \bar{M}_{1A} \quad (8)$$

$$M_{12} = k_{12} \{2 m_1^{(4)} + m_2^{(4)}\} + \bar{M}_{12} \quad (9)$$

$$M_{1b} = k_{1b} \{2 m_1^{(4)} + 0\} + \bar{M}_{1B} \quad (10)$$

Keseimbangan pada titik kumpul (1)  $\rightarrow \Sigma M_1 = 0$

Lakukan hingga dicapai hasil yang konvergen seperti yang ditunjukkan pada skema diatas.

#### 2.4 Tinjauan Umum Software SAP 2000

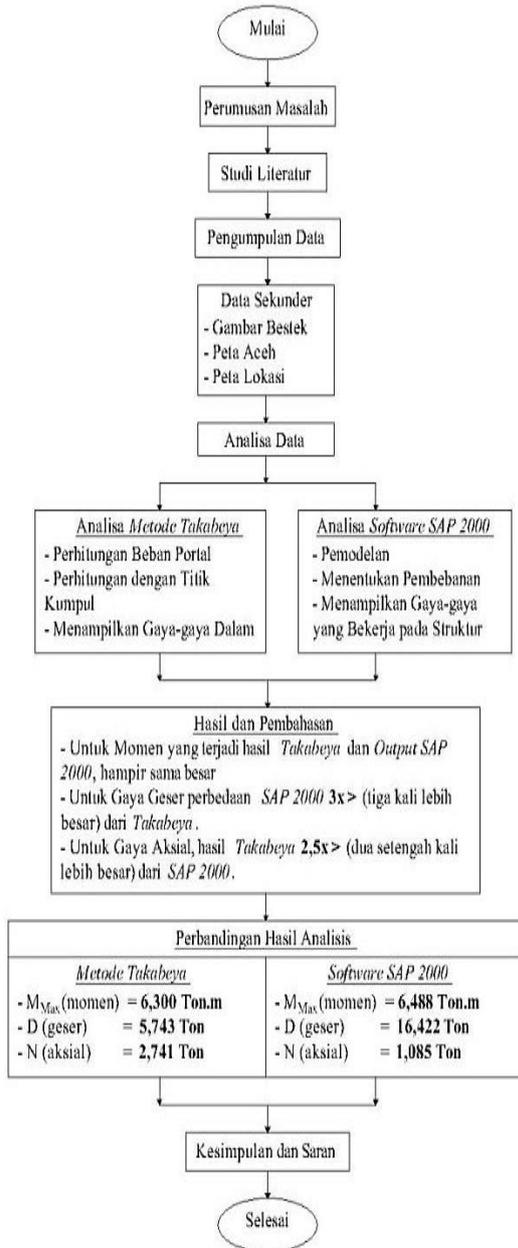
SAP 2000 merupakan software yang digunakan untuk menganalisa struktur maupun jembatan terhadap beban-beban yang bekerja

dan mendesain elemen-elemennya. SAP 2000 merupakan *software* yang digunakan untuk menganalisis struktur gedung maupun jembatan terhadap beban yang bekerja dan mendesain elemen-elemennya. Beberapa pilihan yang disediakan dalam SAP 2000, antara lain membuat struktur baru, memodifikasi, dan merancang (mendesain) elemen struktur. Program SAP 2000 dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (*code*) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak diperhitungkan oleh program ini dan harus dilakukan sendiri oleh perencana.

[10] *Computer and Structure Inc. (CSA)* yang berpusat di Berkeley, California, USA merupakan suatu pusat studi yang mengembangkan program-program perhitungan Metode Elemen Hingga menjadi suatu perangkat lunak yang telah dipasarkan secara internasional, salah satu diantara program-program tersebut adalah *Structural Analysis Program (SAP) 2000*. Program yang dirancang sangat efektif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (*code*) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak di perhitungkan oleh program ini dan harus dilakukan sendiri oleh perencana.

### 3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ini merupakan jenis metode penelitian kuantitatif yang menjabarkan secara rinci dan sistematis berkenaan dengan objek lokasi penelitian, data material, pemodelan/pendimensian struktur pelat, hingga analisis data untuk hasil penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam perencanaan struktur kantor bertingkat tiga ini dapat dibagi menjadi tiga, yaitu.

1. Input data,
2. Analisis struktur, dan
3. Perbandingan hasil gaya dalam metode manual dengan program komputer.

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini hanyalah data skunder yang didapat seperti: Gambar Bestek dan peraturan peraturan pembebanan gedung. Data sekunder adalah data penunjang yang penunjang yang lebih

dulu dikumpulkan atau diperoleh dari data yang mendukung penelitian ini diperoleh dari berbagai pengujian terdahulu yang dilakukan dan berbagai literature yang berhubungan dengan penelitian ini.

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan bulan Februari, Gedung yang direncanakan adalah Gedung Kantor Pengawasan dan Pelayanan Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh, Kota Banda Aceh.

### 3.3 Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian berbentuk kuantitatif, di mana analisis yang dilakukan akan memaparkan selisih dan hasil perbandingan kedua metode analisa struktur secara kuantitatif berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan. Metode Observasi ini digunakan sebagai suatu pemahaman terhadap objek yang dianalisis

### 3.4 Pemodelan Struktur Portal

Sebelum melakukan analisa perhitungan terlebih dahulu objek yang dianalisis dibuat dalam bentuk modeling. Agar memudahkan dalam proses analisa perhitungan. Objek yang digunakan adalah struktur portal melintang Gedung Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean Cabang Banda Aceh. Modelling Portal tersebut digunakan untuk dua analisa yaitu analisa secara manual (*Takabeya*) dan satu lagi digunakan untuk analisa dalam program komputer (*SAP 2000*). Modeling yang dibuat hanya dalam bentuk modeling 2D (*Dua Dimensi*) pada portal yang melintang dan memanjang.

### 3.5 Identifikasi Pembebanan

Setelah membuat permodelan (*modeling*) pada tiap-tiap analisa, analisa manual (*takabeya*) dan analisa program komputer (*SAP 2000*), selanjutnya identifikasikan beban yang akan dimasukkan pada tiap-tiap balok. Analisa beban meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban mati dalam penelitian ini meliputi beban sendiri atau beban dari balok itu sendiri dan juga memikul berat pelat lantai di atasnya yang didistribusikan kepada balok-balok yang mendukung pelat tersebut, sedangkan beban mati tambahan meliputi beban mati yang berasal dari beban luar seperti plafond, penutup lantai beserta adukannya, dinding bata, dan sebagainya, sedangkan beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna gedung tersebut, termasuk beban-beban lantai

yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Peraturan yang digunakan ialah Badan Standar Nasional, *Persyaratan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. (SNI 2847:2019), dimana:

- Beban mati (*D*):  $U = 1,4D$ .
- Beban hidup (*L*):  $Q = 1,6$  sehingga  $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$ .

Dalam konstruksi perencanaan ini ditinjau hanya beban kombinasi ( $W_u$ ) saja Pada penelitian ini beban horizontal tidak digunakan seperti beban gempa atau angin atau lain sebagainya. Karena hanya beban-beban pada vertikal saja lingkup penelitian ini.

### 3.6 Analisis

Metode analisa yang digunakan adalah metode perbandingan. Analisa ini difokuskan pada perbandingan kedua metode (manual dan program komputer) terkait hasil perhitungan-perhitungan gaya-gaya dalam yang dilakukan. Data-data yang telah diperoleh kemudian dilakukan perhitungan perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur portal melintang dengan menggunakan metode manual yaitu metode takabeya. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan program komputer yaitu *SAP 2000*. Perbandingan yang dilakukan tersebut nantinya akan dihitung besar dan selisih gaya-gaya dalam yang timbul dari masing-masing perhitungan tersebut. Analisa yang digunakan, yaitu:

- Analisa dengan metode manual *Takabeya*
- Analisa dengan program komputer (*software*) *SAP 2000*.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Analisis Struktur

Hasil analisis struktur yang diperoleh berupa gaya-gaya dalam, yaitu: gaya momen, gaya geser, dan gaya aksial. Analisa struktur dilakukan hanya pada beban kombinasi (tidak termasuk beban gempa).

#### 4.1.1 Analisa struktur metode manual *Takabeya*

Adapun analisa yang dilakukan dengan metode *Takabeya* yaitu di peroleh berupa momen maksimum, gaya geser, dan gaya aksial (dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2).

Tabel 2. Gaya-gaya dalam hasil metode *Takabeya* pot. Memanjang 2 – 2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang 1	M3 (Ton) 2	V2 (Ton) 3	P (Ton) 4
H - I	2,268	5,933	2,943
I - J	6,300	4,030	0,367
J - K	1,400	5,734	0,790
K - L	1,569	5,059	0,295
L - M	5,266	3,061	0,332
M - N	1,403	1,882	2,740
O - P	3,069	2,400	1,282
P - Q	0,046	3,829	0,087
Q - R	0,405	3,347	0,395
R - S	0,149	1,879	0,582
S - T	1,724	0,433	0,038
T - U	0,046	3,856	2,131
V - W	3,135	2,770	0,0004
X - Y	0,272	0,376	0,023
1	2	3	4
Y - Z	0,180	0,269	0
Z - A'	0,175	0,266	0
A' - B'	0,273	0,375	0,036
C' - D'	3,212	1,484	0,052

Berdasarkan tabel di atas gaya dalam, diperoleh gaya momen terbesar terletak pada balok I – J sebesar 6,366 Ton.m lalu momen terkecilnya terletak pada balok P – Q sebesar 0,044 Ton.m, dan gaya geser terbesar terletak pada balok H – I sebesar 5,638 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok Z – A' sebesar 0,266 Ton, sedangkan gaya aksial terbesar terletak pada balok M – N sebesar 2,740 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok Y – Z dan Z – A' sebesar 0 Ton.

Tabel 3. Gaya-gaya dalam hasil metode *Takabeya* pot. Melintang D – D

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
D - E	2,267	1,481	2,364
E - F	4,301	4,582	2,093
H - I	3,335	4,783	1,781
I - J	3,310	4,806	1,636

L - M	0,162	1,396	0,860
N - O	1,136	1,424	0,481
O - P	1,136	1,424	0,481
Q - R	0,167	1,372	0,564

Dari tabel di atas, menunjukkan gaya momen terbesar terletak pada balok E – F sebesar 4,301 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok L – M sebesar 0,162 Ton.m, dan gaya geser terbesar terletak pada balok H – I sebesar 4,783 Ton, gaya geser terkecil terletak pada balok Q – R sebesar 1,372 Ton, untuk gaya aksial terbesar terletak pada balok D – E sebesar 2,364 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok N – O dan O – P sebesar 0,481 Ton.

#### 4.1.2 Analisa struktur dengan program komputer SAP 2000

Adapun analisa yang dilakukan dengan program komputer SAP 2000 yaitu di peroleh berupa momen maksimum, gaya geser, dan gaya aksial (dapat dilihat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4).

Tabel 4 gaya dalam hasil SAP 2000 pot. Memanjang 2-2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
H - I	2,256	6,131	1,085
I - J	6,488	16,442	0,060
J - K	3,711	10,154	0,020
K - L	3,904	9,751	0,164
L - M	5,641	15,368	0,728
M - N	2,17	5,091	0,586
O - P	3,243	6,688	0,772
P - Q	0,179	1,118	0,014
Q - R	0,397	0,963	0,470
R - S	0,01	1,120	0,593
S - T	2,818	6,659	0,523
T - U	1,936	4,357	0,495
V - W	4,966	3,811	0,606
X - Y	1,191	1,595	1,100
Y - Z	1,191	0,145	1,100
Z - A'	1,190	0,145	1,100
A' - B'	1,190	1,595	1,100
C' - D'	4,923	1,799	0,542

Tabel di atas menunjukkan, gaya momen terbesar terletak pada balok I – J sebesar 6,488 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok Z – A' dan A' – B' sebesar 1,190 Ton.m, untuk gaya geser terbesar terletak pada balok I – J sebesar 16,442 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok Y – Z dan Z – A' sebesar 0,145 Ton, sedangkan gaya aksial terbesar terletak pada balok H – I sebesar 1,085 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok J – K sebesar 0,020 Ton.

Tabel 5. gaya dalam hasil program komputer SAP 2000 pot. Melintang 2-2

Nama	Momen (Ton.m)	Gaya Geser (Ton)	Gaya Aksial (Ton)
Batang	M3 (Ton)	V2 (Ton)	P (Ton)
1	2	3	4
D - E	2,585	6,263	0,131
E - F	3,876	7,285	0,193
H - I	2,600	8,177	2,986
I - J	2,717	8,365	2,818
L - M	0,767	9,338	3,206
N - O	2,349	0,788	3,206
O - P	3,741	1,222	3,206
Q - R	0,535	9,722	3,206

Berdasarkan tabel di atas, besarnya gaya momen terbesar terletak pada balok E – F sebesar 3,876 Ton.m, momen terkecilnya terletak pada balok Q – R sebesar 0,535 Ton.m, untuk gaya geser terbesar terletak pada balok L – M sebesar 9,338 Ton dan gaya geser terkecil terletak pada balok N – O sebesar 0,788 Ton, selanjutnya gaya aksial terbesar terletak pada balok L – M, N – O, O – P, Q – R sebesar 3,206 Ton dan gaya aksial terkecil terletak pada balok D – E sebesar 0,020 Ton.

#### 4.2 Selisih Hasil Analisis Struktur antara Metode Takabeya dan SAP 2000 Berdasarkan Hasil Perhitungan Analisa Struktur

Berdasarkan hasil perhitungan analisis struktur antara metode manual (*Takabeya*) dengan program komputer (*SAP 2000*). Jika dibandingkan dan dihitung besar selisih hasil analisis struktur pada masing-masing metode, diperoleh hasil yang bervariasi untuk besar

momen, gaya geser, dan gaya aksial pada masing-masing bentang. Dari hasil tersebut diperoleh perhitungan dengan *SAP 2000* rata-rata lebih besar dengan perhitungan *metode Takabeya*.

Perbedaan momen antara *metode takabeya* (6,366 T.M) dan *SAP 2000* (6,488 T.M) yaitu sebesar, tidak terlalu besar (2%), hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua momen hampir sama. Tetapi tidak, untuk hasil gaya geser dan gaya aksial yang mempunyai erbedaan hasil yang sangat jauh, perbedaan ini disebabkan kemungkinan terjadi pendistribusian beban pada titik-titik joint.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan perbandingan analisis struktur dengan metode manual dan program komputer diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Perbedaan hasil momen antara *metode takabeya* dan *output SAP 2000* pada lantai I yaitu 2%, hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua analisa ini hampir sama. Tetapi, tidak untuk gaya hasil geser dan gaya aksial yang mempunyai hasil yang sangat jauh. Perbedaan hanya disebabkan kemungkinan terjadi perbedaan pendistribusian beban pada titik-titik joint.
2. selisih hasil antara *metode Takabeya* dan *output SAP 2000* memiliki nilai pada masing-masing bentang, yaitu: momen terbesar pada lantai I terletak pada bentang I–J sebesar 6,300 Ton.m pada *metode takabeya* dan 6,488 Ton.m untuk *output SAP 2000*. Untuk gaya geser terjadi pada bentang J–K yaitu 5,734 T untuk *metode takabeya* dan 16,442 Ton untuk *output SAP 2000* pada bentang I–J. Selanjutnya untuk gaya aksial 2,741 Ton pada *metode takabeya* pada bentang M – N dan 1,085 Ton untuk *output SAP 2000* pada bentang H–I. Pada Tingkat II momen terbesar pada bentang H–I sebesar 3,335 Ton.m, untuk *output SAP 2000* 3,243 Tm pada bentang O–P. Untuk gaya geser 4,806 Ton bentang I – J portal melintang, *output SAP 2000* 8,365 Ton pada bentang yang sama. Sedangkan untuk gaya aksial 2,131 Ton

pada bentang T–U dan 2,986 Ton.m *output SAP 2000* bentang H–I. Pada tingkat III momen terbesar yaitu 3,212 Ton pada bentang C' – D', *output SAP 2000* 4,966 Ton.m pada bentang V–W. Untuk gaya geser sebesar 2,769 Ton pada perhitungan *takabeya* bentang V–W, *output SAP 2000* 9,338 Ton bentang L–M. dan gaya aksial perhitungan *takabeya* 0,680 Ton bentang L–M portal melintang, *output SAP 2000* 1,100 Ton bentang X–Y.

3. Berdasarkan hasil dari Analisa-analisa yang telah dilakukan baik itu secara manual maupun program komputer gaya dalam terbesar terletak pada tingkat pertama.
4. Perbandingan gaya-gaya dalam memiliki rata-rata selisih hasil kecil, yaitu pada momen  $\pm 7\%$ , pada gaya geser  $\pm 3\%$ , dan pada gaya aksial  $\pm 5\%$ . Tetapi pada beberapa elemen struktur yang terletak di tengah portal memiliki selisih yang besar, yaitu lebih dari 20%. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan pendistribusian beban.
5. Analisis perbandingan lebih lanjut perlu dilakukan terkait metode-metode lain dalam analisa struktur baik manual ataupun program komputer dengan model-model portal yang sama ataupun model portal yang lebih sederhana menggunakan metode yang serupa dengan analisis ini.
6. Diperlukan ketelitian dalam menginput data dalam proses perhitungan, karena data rencana merupakan data inti yang akan menghasilkan angka angka penting yang saling berkaitan satu sama lain di antara tahapan tahapan perhitungan struktur portal mulai dari pembagian beban, perhitungan pembebanan, hingga penggunaan perhitungan dengan metode *takabeya* pada nantinya.

## Daftar Pustaka

- [1] Desharyanto, D (2015). *Perbandingan Gaya Dalam Metode Manual Dan Program*. E Jurnal Univesitas Wirarajaya.
- [2] Agus. 2002. *Rekayasa Gempa – Untuk Teknik Sipil*. Padang: ITP Press.
- [3] Amrinsyah Nasution. 2009. *Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.

- [4] Direktorat Penyelidikan Bangunan, (*Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983*), Bandung.
- [5] Hadi Y. CE. *Penyelesaian Mekanika Teknik Statis Tak Tentu*, Yustadi Offset Printing, 1986.
- [6] Schueller, G.I (2001). *Computational Stochastic Mechanics recent advances*. *Computer & structure Journal*.
- [7] Soetomo HM, 1981, *Perhitungan Portal Bertingkat, Bagian kesatu Cetakan ketiga, TAKABEYA*, ex Dosen Luar biasa departemen Sipil Fakultas teknik dan perencanaan Institut Teknologi Bandung (ITB).
- [8] Rangkuti. H , 2018, *Analisa Perhitungan Struktur Gedung Menggunakan Metode Takabeya*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- [9] Gunawan T dan Margaret S , 2007. *Diktat Teori Soal dan Penyelesaian Mekanika Teknik III Jilid I*, Delta Teknik Group Jakarta, Jakarta
- [10] Pramono Handi, dkk. *Desain Konstruksi dengan SAP 2000 Versi 9*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007.