

**PERILAKU DINAMIS PORTAL BAJA BIDANG BERTINGKAT DENGAN  
VARIASI BUKAAN TITIK PUNCAK PENGAKU DIAGONAL GANDA “K”**

**JURNAL**



Disusun Oleh:

**HAFIZH FADLA**

**NIM. 105060107111002-61**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**MALANG**

**2014**

# PERILAKU DINAMIS PORTAL BAJA BIDANG BERTINGKAT DENGAN VARIASI BUKAAN TITIK PUNCAK PENGAKU DIAGONAL GANDA “K”

Hafizh Fadla, Hendro Suseno dan Ari Wibowo  
Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang  
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail : hafizhfadla@gmail.com

## ABSTRAK

Gedung tinggi merupakan bangunan modern yang dipakai untuk menampung dan mendukung aktivitas manusia didalamnya. Secara umum pembangunan gedung harus memberi kenyamanan dan keamanan bagi penghuninya selama umur pakainya. Salah satu bentuk struktur utama adalah rangka kaku atau portal dari bahan profil baja dengan elemen balok dan kolom, baja sendiri memiliki keunggulan dalam hal rasio antara berat sendiri dengan daya dukung beban yang dapat dipikulnya.

Penggunaan portal terbuka pada struktur utama gedung dirasa belum efektif karena kurang stabil dalam menahan beban horizontal. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini kami menambahkan pengaku (*bracing*) jenis “K” ditambahkan dengan variasi bukaan titik simpul puncak pengaku yang mempunyai beberapa manfaat diantaranya memberikan perpindahan dinamis (simpangan antar lantai maksimum dan frekuensi natural) yang kecil dan dari segi arsitektural memberikan ruang untuk bangunan non struktural.

Dalam proses analisisnya menggunakan “Metode Elemen Hingga” berdasarkan metode kekakuan langsung yang dimudahkan untuk mendapatkan hasil yang lebih sederhana. Untuk proses perhitungannya menggunakan *Software STAAD Pro* dengan memvariasikan 3 model gedung (15, 21, dan 27 lantai) dan setiap gedung terdiri dari 4 macam tipe portal (tipe terbuka, tipe 0, tipe A, tipe B, dan tipe C).

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada portal beberapa tipe bukaan pengaku (A, B, dan C) terhadap jumlah lantai (15, 21, dan 27 lantai), diperoleh keluaran berupa nilai simpangan antar lantai maksimum dan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio tinggi portal terhadap lebar portal dan rasio panjang bukaan pengaku terhadap bentang portal. Adanya bukaan pengaku memberikan perlakuan setiap portal berbeda walaupun diberi pembebanan yang sama. Kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis adalah semakin lebar bukaan pengaku maka kekakuan akan semakin kecil sehingga simpangan antar lantai maksimum akan semakin besar dan frekuensi natural akan semakin kecil. Apabila ditinjau dari setiap jenis tingkat, perubahan simpangan antar lantai maksimum semakin meningkat dan frekuensi naturalnya semakin menurun secara linier.

Kata kunci : bracing, portal baja, simpangan antar lantai maksimum, frekuensi natural.

## 1. PENDAHULUAN

Beberapa dekade belakangan ini, Indonesia dikejutkan dengan berbagai macam bencana alam, terutama yang sering terjadi adalah gempa bumi. Hal ini terjadi karena Indonesia termasuk kedalam lempeng utama dunia yang terus bergerak dan mempunyai banyak gunung berapi yang masih aktif baik di daratan maupun di lautan.

Seiring dengan keadaan diatas diperlukan solusi dan inovasi tentang bangunan modern yang dapat menampung dan mendukung kegiatan-kegiatan manusia yang berada didalamnya. Banyak rumah dan gedung hancur akibat gempa di Indonesia akibat tidak memenuhi standar seperti pada SNI 03-1726-2012 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung serta pelaksanaan di lapangan yang jauh berbeda dengan yang direncanakan oleh perencana/konsultan. Jadi secara umum

faktor keamanan dan kenyamanan menjadi prioritas utama bagi penghuni yang menempati gedung/rumah tersebut.

Dalam merencanakan sebuah gedung tinggi diperlukan sebuah desain atau rancangan yang tepat karena dengan semakin tinggi gedung yang direncanakan maka simpangan maksimum antar lantai arah horizontal dan pengaruh dari gaya dinamis seperti angin, gempa, dan faktor-faktor yang lain semakin besar. Salah satu cara untuk mengurangi simpangan maksimum antar lantai yang disebabkan oleh gaya lateral adalah dengan cara menambahkan elemen pengaku (*bracing*) tunggal yang biasanya berbentuk X, K, Z dan *Knee*. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa portal bidang bertingkat dengan pengaku diagonal tunggal jenis “K” memberikan perpindahan yang paling kecil jika dibandingkan dengan pengaku tunggal jenis X, Z, maupun *Knee*. Jadi dapat disimpulkan penggunaan jenis “K” bisa digunakan karena lebih ekonomis dan menguntungkan dibandingkan penggunaan pengaku jenis “Z” dan “X” yang kurang praktis penggunaannya.

Penggunaan diagonal ganda “K” ini dapat efektif jika digunakan pada gedung bertingkat dua puluh keatas untuk perpindahan lateral namun tidak menutup kemungkinan perpindahan dinamisnya juga akan berdampak pada gedung itu sendiri. Oleh karena itu hal yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan variasi-variasi bentuk pengaku diagonal ganda dengan cara variasi bukaan titik puncak diagonal ganda “K” yang pada penelitian sebelumnya memberikan hasil yang efektif terhadap perpindahan lateralnya, sedangkan penelitian saat ini lebih difokuskan pada perilaku dinamis bangunan gedung tersebut yang tidak menutup kemungkinan dapat berdampak pada gedung itu sendiri.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Untuk mengetahui perilaku struktur portal baja bidang bertingkat dengan pengaku diagonal ganda jenis “K” terhadap beban horizontal dengan variasi lebar bukaan titik simpul

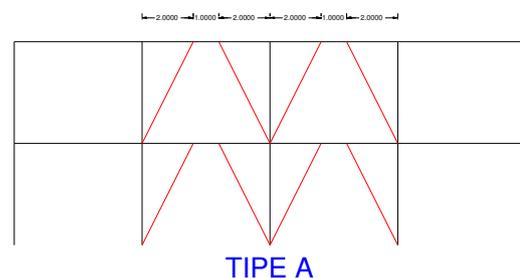
puncak dan penerapan variasi tinggi portal.

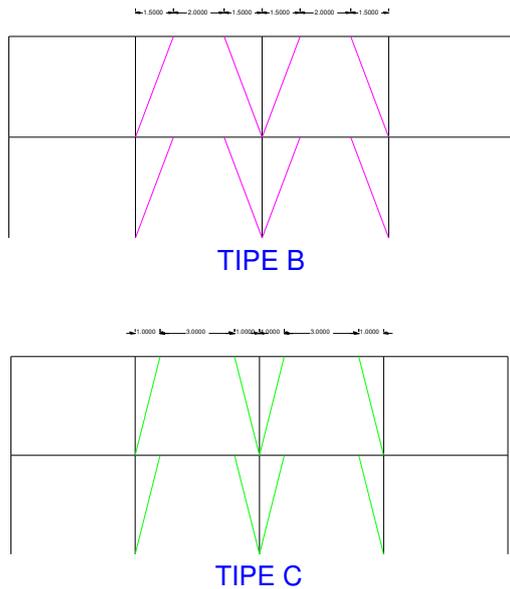
- b) Mengetahui variasi lebar bukaan pada titik simpul puncak pengaku diagonal ganda “K” dan perilaku dinamisnya dalam menahan beban horizontal yang bekerja.

## 3. METODE ANALISIS

Bangunan dikatakan tinggi jika pada analisis struktur dan desainnya dipengaruhi oleh beban lateral yang akan menyebabkan goyangan pada bangunan. Goyangan pada bangunan ini diartikan sebagai besarnya perpindahan lateral pada bagian atas bangunan terhadap dasarnya. Pada desain bangunan tinggi, sistem struktural harus mempertimbangkan persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Persyaratan kekuatan adalah faktor dominan dalam desain struktur bangunan rendah. Sedangkan untuk bangunan tinggi, persyaratan kekakuan dan stabilitas menjadi lebih penting dan lebih dominan dalam desain. (Taranath, 1998)

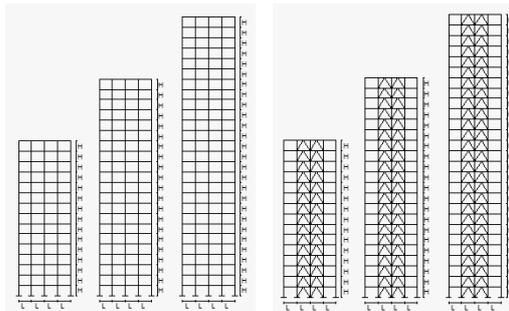
Semakin tinggi bangunan maka kekakuan dari bangunan itu sendiri juga berubah. Hal ini dapat diketahui dari berubahnya nilai simpangan antar lantai maksimum dan frekuensi natural yang ditimbulkan. Pengaruh penambahan *bracing*/pengaku pada gedung juga mempengaruhi kekakuan dari gedung tersebut. Untuk menganalisis sebuah gedung hal pertama yang perlu direncanakan adalah menentukan model gedung dan tipe pengaku yang digunakan. Model gedung yang digunakan adalah gedung 15, 21, dan 27 lantai untuk analisis gempa dinamis linier dengan metode ragam spektrum respons. Dari ketiga model lantai tersebut akan divariasikan tiga titik simpul terbuka dengan Tipe A sejauh 1 meter, Tipe B sejauh 2 meter, dan Tipe C sejauh 3 meter seperti **gambar 3.1** di bawah ini.



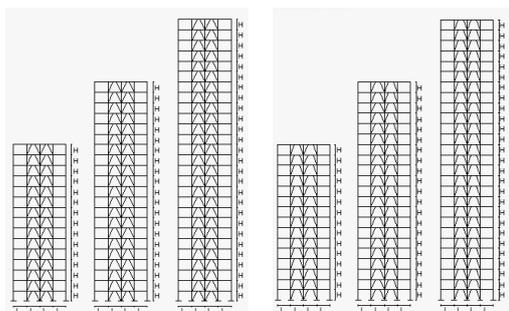


**Gambar 3.1** Jenis Bukaan Titik Simpul Puncak pengaku diagonal jenis “K”

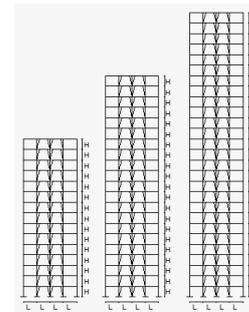
Tinggi gedung yang digunakan dalam analisis yaitu 60 meter, 84 meter, dan 108 meter dengan tumpuan jepit. secara skematik bentuk geometri struktur portal bidang dapat dilihat pada **gambar 3.2, 3.3,** dan **3.4** dibawah ini.



**Gambar 3.2** Struktur Portal Bidang Tipe Terbuka dan Tipe 0 15, 21, dan 27 lantai.



**Gambar 3.3** Struktur Portal Bidang Tipe A dan Tipe B 15, 21, dan 27 lantai.



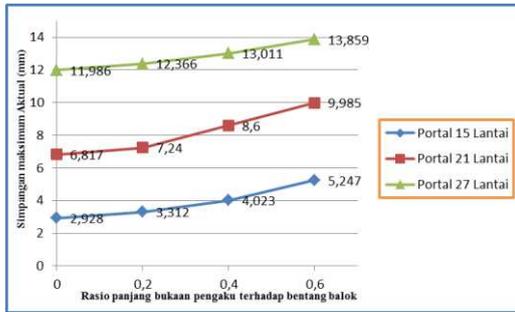
**Gambar 3.4** Struktur Portal Bidang Tipe C 15, 21, dan 27 lantai.

Untuk perencanaan faktor utama gedung, faktor reduksi gempa, jenis tanah, waktu getar alami fundamental, geser dasar seismik, distribusi vertikal dan horizontal gaya gempa mengacu pada aturan SNI 03-1726-2012. Untuk penentuan respon spektra direncanakan sendiri berdasarkan daerah gempa yang terletak pada posisi bangunan tersebut.

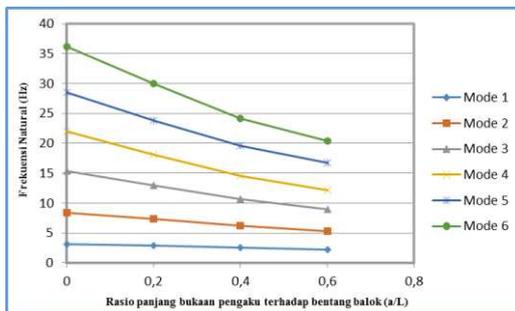
Untuk penyajian hasil dari analisis diatas dalam bentuk grafik yang dinyatakan dengan perilaku dinamis berupa frekuensi natural dan simpangan antar lantai maksimum yang dibandingkan dengan rasio tinggi portal terhadap lebar portal dan rasio panjang bukaan pengaku terhadap balok.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

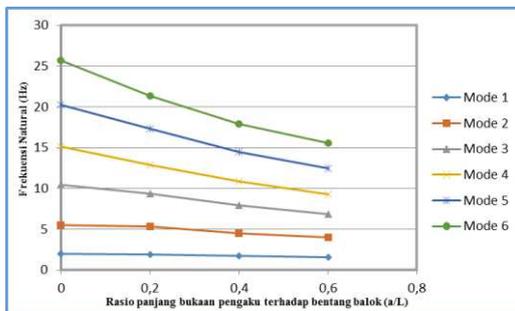
Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan *bracing*/pengaku pada gedung memberikan dampak pada gedung itu sendiri baik dalam sisi kekakuan, simpangan antar lantai maksimum, maupun frekuensi natural. Variasi tinggi gedung juga berdampak pada kekakuan dan frekuensi natural pada gedung itu sendiri. Terlihat pada grafik simpangan antar lantai maksimum portal 15, 21, dan 27 lantai yang semakin bertambah secara linier dengan semakin dibukanya pengaku pada gedung dengan pembebanan yang sama yang dibandingkan dengan rasio panjang bukaan pengaku terhadap bentang balok pada **gambar 3.5**. Untuk frekuensi natural dengan semakin dibukanya pengaku maka kekakuan akan semakin kecil sehingga nilai frekuensi natural ikut menurun dengan pembebanan yang sama pada **gambar 3.6 3.7** dan **3.8**.



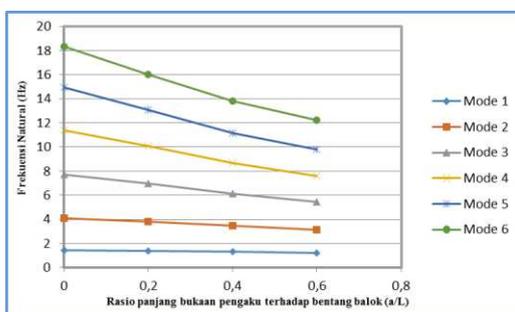
**Gambar 3.5** Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15, 21, dan 27 Lantai.



**Gambar 3.6** Grafik Frekuensi Natural Portal 15 Lantai.

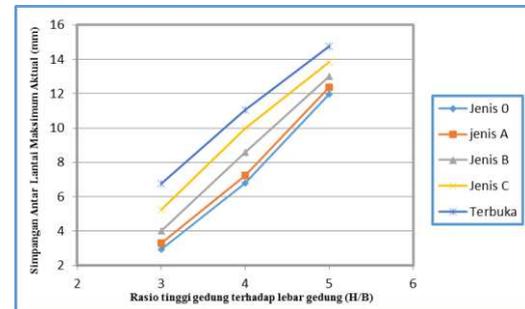


**Gambar 3.7** Grafik Frekuensi Natural Portal 21 Lantai.



**Gambar 3.8** Grafik Frekuensi Natural Portal 27 Lantai.

Untuk rasio tinggi gedung terhadap lebar gedung dapat dilihat pada grafik bahwa semakin tinggi gedung maka kekakuan akan semakin kecil. Hal ini menyebabkan simpangan antar lantai maksimum akan semakin besar. Hasil penyajian grafik dapat dilihat pada **gambar 3.9** dibawah ini.



**Gambar 3.9** Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum pada tiap-tiap pengaku terhadap jumlah lantai.

Untuk tiap tipe portal pada setiap lantai akan dianalisis kenaikan/penambahan nilai simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio panjang bukaan pengaku terhadap bentang balok. Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- Tipe A terhadap tipe 0 sebesar 13%.
- Tipe B terhadap tipe 0 sebesar 37%.
- Tipe C terhadap tipe 0 sebesar 79%.
- Tipe B terhadap tipe A sebesar 21%.
- Tipe C terhadap tipe A sebesar 58%.
- Tipe C terhadap B sebesar 30%.

Untuk tiap tipe portal pada setiap lantai akan dianalisis kenaikan/penambahan nilai simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio tinggi gedung terhadap lebar gedung. Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual tipe 0 yang dibandingkan antar portal tiap lantai adalah sebagai berikut :

- Portal 21 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 132.82%.
- Portal 27 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 309.36%.
- Portal 27 lantai terhadap portal 21 lantai sebesar 75.82%.

Dari uraian diatas simpangan antar lantai maksimum maupun frekuensi natural selalu disajikan dalam hasil prosentase, hal ini dibuat untuk mengetahui perlakuan struktur yang ditimbulkan akibat ditambahkannya pengaku jenis “K” dengan 3 macam bukaan pengaku atau tanpa bukaan. Perhitungan prosentase diatas tentu tidak lepas dari acuan teori yang dibuat yaitu semakin kaku sebuah struktur maka simpangan antar lantai maksimum akan semakin kecil dan frekuensi natural akan semakin besar. Semakin dibukanya pengaku jenis “K” dengan variasi bukaan tertentu maka akan mengakibatkan simpangan antar lantai maksimum yang semakin besar dan frekuensi natural yang semakin kecil karena kekakuan dari struktur tersebut akan semakin berkurang dan mendekati struktur yang tanpa berpengaku.

Dari prosentase diatas dapat terlihat perubahan nilai simpangan antar lantai maksimum yang semakin bertambah secara linier pada setiap tipe pengaku, hal ini mungkin disebabkan karena stabilnya jarak bukaan yang telah direncanakan yaitu sejarak 1 m, 2 m, dan 3 m. Sedangkan untuk frekuensi natural semakin menurun seiring dengan dibukanya pengaku. Pola linier pada grafik membuktikan bahwa stabilnya jarak bukaan pengaku yang direncanakan yaitu 1m, 2m, dan 3m, jadi semua jenis bukaan pengaku dapat digunakan dengan melihat hasil penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang masih stabil.

Untuk prosentase tipe portal pada setiap lantai dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah lantai/semakin tinggi bangunan maka prosentasenya akan semakin besar dan simpangan antar lantai

maksimum juga semakin besar, hal ini mungkin disebabkan karena semakin tinggi sebuah bangunan kekakuan yang ditimbulkan semakin kecil.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan membuka pengaku (*bracing*) ganda “K” dari tipe 0, A, B, C, dan Terbuka pada portal bidang baja bertingkat, maka kekakuan di portal akan semakin kecil. Hal ini menyebabkan simpangan maksimum antar lantai akan semakin besar dan frekuensi natural akan semakin kecil.
2. Dengan memvariasikan jumlah lantai pada setiap tipe bukaan puncak pengaku portal dari tipe 0, A, B, C, dan Terbuka akan menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah lantai, maka simpangan maksimum antar lantai aktual akan semakin besar.

### 5.2 Saran

Melihat banyaknya faktor yang mempengaruhi penelitian ini, berikut ini saran yang dapat diberikan oleh peneliti:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan analisis tiga dimensi agar hasil yang dikeluarkan dapat dipakai dalam dunia nyata/lapangan.
2. Dari analisis yang dilakukan sudah cukup efektif dengan membatasi penggunaan jumlah lantai yaitu lima belas, dua puluh satu, dan dua puluh tujuh lantai dengan memakai berbagai tipe pengaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 03-1726-2012*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Taranath, B. S. 1998. *Steel, Concrete, and Composite Design of Tall Building* . USA : McGraw-Hill.

- Hendro Suseno.*et.al*.2007. *Portal baja Bidang Bertingkat dengan Macam-Macam Tipe dan Tata Letak Pengaku Diagonal Ganda*. Malang:Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Widyani Tika Nur. 2009. *Pengaruh Variasi Bukaan Titik Puncak Pengaku Diagonal “K”*

*Terhadap Perpindahan Lateral  
Pada Portal Baja Bidang  
Bertingkat. Malang :*  
Universitas Brawijaya Malang.