

Metropilar

Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Unhalu



VOLUME 8 NO. 1 JANUARI 2010

Perbandingan Tingkat Kelelahan Metode Perata-Rataan Hujan CAS Dalam Debit Rancangan <i>Fitria Rizki</i>	127
Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Kasar Dalam Campuran HRS (Influence of variation of coarse aggregate gradation on HRS Wearing Course Mixture) <i>M. H. Alwan, A. Yusuf, F. Nurul Waji</i>	135
Penamaan Dan Pengukuran Dalam Elemen Aritmetik Sajajar <i>Genot Alim M. Masruki M.</i>	143
Air Limbah Permukiman di Kawasan Pesisir Kota Bau-Bau <i>Roni Tabiraga</i>	147
Analisis Pengaruh Gogan Lalu Lintas Terhadap Kerusakan dan Biaya Pemeliharaan Jalan di Kota Kendari (The Analysis of Traffic Burden's Influence for Damage and Road's Maintenance Cost in Region of Kendari's city) <i>Rahmatulga, Asenah</i>	154
Analisis Kebutuhan Lahan Terminal Barang <i>Dr. Soewarno Soewarno, Le Ode Alwanas Alwanas, Aisyah</i>	159
Analisis Biaya Interkoneksi Jaringan SUTT 150 Kv Koka-Lambuyan dan Kendari Untuk Penghematan Biaya <i>Amulya Nur</i>	171
3Rs: 'MUNGKINKAH?' <i>Dwi Sumantri Kurniasih</i>	175
Permodelan Dan Pengendalian Motor Arus Searah (DC) 75 HP, 500 Volt, 1750 RPM (75 HP, 500 VOLTS, 1750 RPM DIRECT CURRENT (DC) Motor Modeling And Control) <i>Samsul Haq</i>	180
Studi Kinerja Pelayanan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Kendari Untuk Pengelolaan Fungsi <i>Rizki Syarif</i>	190
Analisa Rencana Pengembangan Perumahan Kota Bau-Bau <i>Arissa Nurul</i>	197
Aplikasi Hollow Brick Dengan Hiler Sekam Pada Pembangunan Rumah Sederhana <i>Haris, Kurnia Nurul, M. Alif Husein</i>	207
Pemanfaatan Bio-Briket Dari Limbah Kulit Kacang Sebagai Bahan Bakar Alternatif <i>Sulastika</i>	213
Analisis Numerik Pengaruh Perbandingan Motor Penggerak Terhadap Karakteristik Getaran Baik (Baja Dan Aluminium) Menggunakan Program Matlab <i>Muhammad Saifuddin</i>	219
Membangun Aplikasi Mengukur Teknologi ActiveX Control <i>Darmasari Pratiwi</i>	230
Pengaruh Pertemuan Aliran Terhadap Head Losses <i>Satrio</i>	234
Pengaruh Tekanan Hisap Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudi. Pompa Sentrifugal <i>Jessy Dely</i>	240

Daftar Isi

Perbandingan Tingkat Ketelitian Metode Perata-Rataan Hujan DAS Dalam Debit Rancangan Fatma Balany.....	127
Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Kasar Dalam Campuran HRS (Influence of variation of coarse aggregate gradation on HRS Wearing Course Mixture) LM Nurahmad Arsyad, Edward Ngii	135
Penambahan Dan Pengurangan Dalam Elemen Aritmetik Sejajar Gamal Abdel Nasser M	143
Air Limbah Permukiman di Kawasan Pesisir Kota Bau-Bau Romi Talanipa	147
Analisis Pengaruh Beban Lalu Lintas Terhadap Kerusakan dan Biaya Pemeliharaan Jalan di Kota Kendari (The Analysis of Traffic Burden's Influence for Damage and Road's Maintenance Cost In Region of Kendari's city) Edward Ngii, Hasmiati	154
Analisis Kebutuhan Lahan Terminal Barang Try Sugiyarto Soeparyanto, La Ode Muhamad Nurrakhmad Arsyad	159
Analisis Biaya Interkoneksi Jaringan Sutt 150 KV Kolaka-Lambuya dan Kendari Untuk Penghematan Bbm Abdul Johar	171
3Rs, MUNGKINKAH? Dwi Rinnarsuri Noraduola.....	175
Pemodelan Dan Pengendalian Motor Arus Searah (DC) 75 HP, 500 Volt, 1750 RPM (75 HP, 500 VOLTS, 1750 RPM DIRECT CURRENT (DC) Motor Modeling And Control) Samuel Jie	180
Studi Kinerja Pelayanan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Kendari Unit Pengolahan Punggolaka Rini Sriyani	190
Analisa Rencana Pengembangan Perumahan Kota Bau-Bau Annas Ma'ruf.....	197
Aplikasi Hollow Brick Dengan Filler Sekam Pada Pembangunan Rumah Sederhana Santi, Kurniati Ornam, Maul Hasworo	207

Pemanfaatan Bio-Briket Dari Limbah Kulit Kakao Sebagai Bahan Bakar Alternatif Sudarsono	213
Analisis Numerik Pengaruh Perletakan Motor Penggetar Terhadap Karakteristik Getaran Balok (Baja Dan Aluminium) Menggunakan Program Matlab Yuspian Gunawan	219
Membangun Aplikasi Menggunakan Teknologi Activex Control Bambang Pramono.....	230
Pengaruh Pertemuan Aliran Terhadap Head Losses Salimin	234
Pengaruh Tekanan Hisap Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudu Pompa Sentrifugal Jenny Delly	240

PENGARUH TONJOLAN BIDANG MUKA PADA STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG

Abdul Kadir¹⁾
Minson Simatupang²⁾

ABSTRACT

The earthquake that happens in Indonesia show that Indonesia locates in affected earthquake area. One method that recognized to reduce the earthquake risk in building structure knows its behavior. This article is aim to know the behavior of building structure suffer with earthquake load where there is an eccentricity between its centre of mass and center of rigidity. In this article are used five models of building structure with difference faces stick out, they are: 0%, 15%, 20%, 25% and 30%. The analysis of earthquake load used three dimension structures with static equivalent analysis. The results show that inner forces, eccentricity and turning moment increase inclined with added of faces stick out.

Keywords: tonjolan bidang muka, gaya-gaya dalam, eksentrisitas

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, perkembangan dalam perencanaan struktur bangunan semakin pesat, yang dibuat dengan gaya dan model sedemikian rupa mengikuti tren yang ada. Pemodelan struktur untuk mendesain bentuk suatu bangunan saat sekarang ini, perihal keindahan sangat mendominasi, sehingga bangunan dibuat dengan bentuk-bentuk yang unik tanpa memperhatikan kekuatan elemen struktur terhadap pengaruh gaya-gaya luar, seperti gempa.

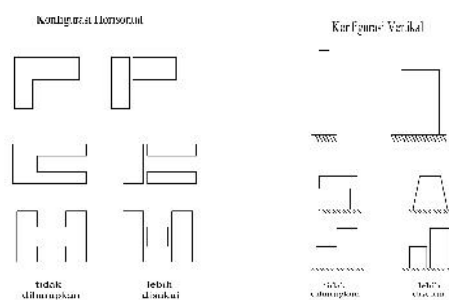
Namun sebagai seorang teknik sipil harus mampu mengaktualisasikan hal tersebut sebagai suatu karya desain yang inovatif dengan menuangkannya kedalam desain struktur yang kokoh dengan memperhatikan kelayakan bangunan terhadap pengaruh gaya-gaya luar, termasuk gaya gempa. Apalagi Indonesia merupakan suatu daerah yang dilalui jalur gempa, baik gempa kuat maupun gempa ringan.

Pengetahuan tentang perilaku struktur bangunan yang mengalami beban gempa merupakan faktor penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Pengetahuan tentang perilaku tersebut bermanfaat untuk mengetahui kekuatan elemen struktur dalam hal mengantisipasi gempa dasar yang akan terjadi. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam mendesain struktur suatu bangunan adalah pengaruh tonjolan bidang muka pada denah struktur bangunan. Hal tersebut telah ditetapkan dalam peraturan SNI, yaitu Perencanaan Tahan Gempa untuk Rumah dan Gedung. Sehingga tujuan dari tulisan ini adalah

untuk mengetahui besarnya gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur akibat pengaruh tonjolan bidang muka pada struktur bangunan akibat gaya gempa.

Konfigurasi Struktur Bangunan

Suatu bentuk struktur yang didesain harus memperhatikan gaya lateral, gaya torsi, gaya gempa yang diakibatkan serta bentuk simetris struktur. Konfigurasi bentuk bangunan baik secara horizontal maupun secara vertikal sejauh keadaan memungkinkan hendaknya diletakkan sesimetris mungkin terhadap pusat massa dari bangunan tersebut. Hal ini untuk menghindari terjadinya pemusatan gaya gempa pada titik-titik tertentu pada struktur bangunan.



Gambar 1 Konfigurasi Horizontal dan Konfigurasi Vertikal

¹⁾ Dosen Tetap Pada Fakultas Teknik Universitas Haluoleo

²⁾ Dosen Tetap Pada Fakultas Teknik Universitas Haluoleo

Rancangan dan Pemodelan Struktur

Sehubungan dengan pengaruh tonjolan bidang muka pada struktur bangunan beton bertulang maka perancangan penelitian ini adalah membandingkan model/denah bangunan yang memiliki bentuk tonjolan bidang muka antara (0%) , 15% , 20% , 25% dan 30% terhadap beban gempa berdasarkan SNI 1726-2003 sehingga menghasilkan gaya-gaya dalam pada struktur bangunan. Struktur dibuat dengan pemodelan denah dan bentuk tonjolan bidang muka seperti Gambar 2.

LANDASAN TEORI

1. Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen (V)

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut berupa beban gempa nominal static ekuivalen.

Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V) yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- V =Beban geser dasar nominal statik ekuivalen
- C =Nilai faktor respon gempa yang didapat dari spektrum respon gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental (T).

- R =Faktor reduksi gempa
- I =Faktor keutamaan
- W_t = Berat total gedung

2. Faktor Reduksi Gempa (R)

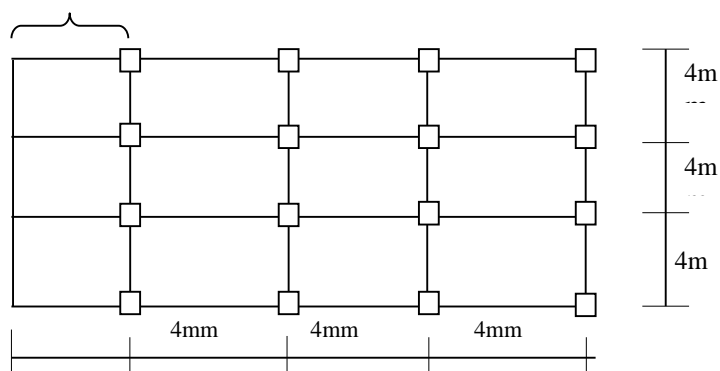
Faktor reduksi gempa (R) yang digunakan disesuaikan dengan wilayah gempa tempat pembangunan struktur gedung tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

3. Faktor Respon Gempa (C)

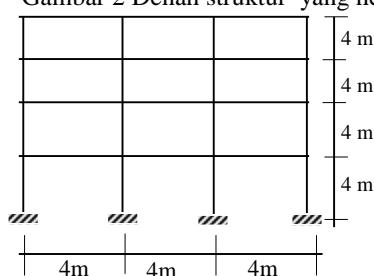
Faktor respon gempa (C) berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu memikul beban yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada struktur. Koefisien C bergantung pada frekuensi terjadinya gerakan tanah yang bersifat sangat merusak, yang berbeda-beda pada tiap wilayah gempa, waktu getar alami struktur dan kondisi tanah setempat yang dinyatakan dalam percepatan gravitasi dengan nilai T (detik).

4. Faktor Keutamaan (I)

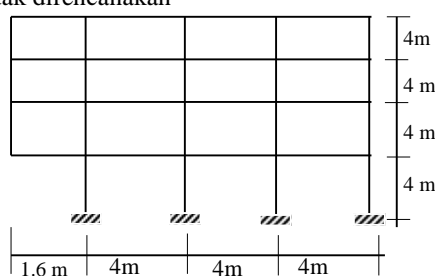
Faktor keutamaan (I) dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana agar struktur mampu memikul beban gempa dengan perioda ulang yang lebih panjang atau dengan kata lain dengan tingkat kerusakan yang lebih kecil.



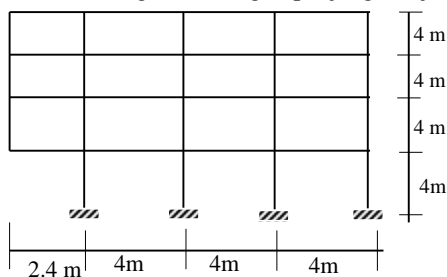
Gambar 2 Denah struktur yang hendak direncanakan



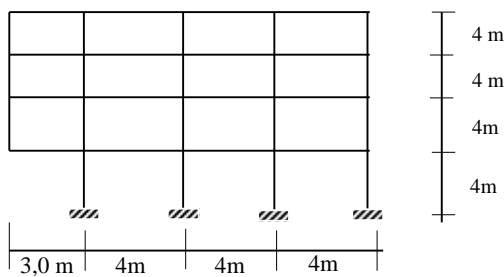
Gambar 2.1. Tampak samping struktur Bangunan Dengan panjang tonjolan 0%



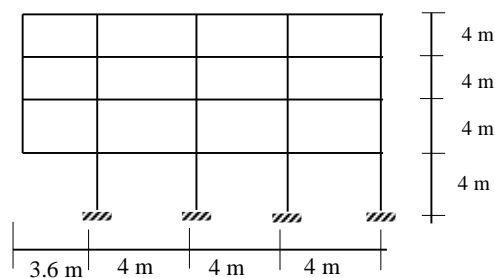
Gambar 2.2. Tampak samping struktur bangunan Dengan panjang tonjolan 15%



Gambar 2.3 Tampak samping struktur Bangunan dengan panjang tonjolan 20%



Gambar 2.4 .Tampak samping struktur Bangunan dengan panjang tonjolan 25%



Gambar 2.5 .Tampak samping struktur Bangunan Dengan panjang tonjolan 30%

Untuk menghitung nilai keutamaan gedung (I) berdasarkan persamaan (2) berikut :

$$I = I_1 I_2 \dots\dots\dots (2)$$

dimana I_1 adalah faktor keutamaan untuk penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung, sedangkan I_2 adalah faktor keutamaan untuk penyesuaian umur gedung tersebut. Faktor-faktor keutamaan I_1 , I_2 dan I ditetapkan menurut Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Faktor Keutamaan

Kategori gedung atau bangunan	Faktor Keutamaan I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1
Monumen dan bangunan monumental	1
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,5
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,5
Cerobong, tangki di atas menara.	1,25

5. Waktu Getar Fundamental (T₁)

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental T₁ dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien ζ (zeta) untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya n menurut persamaan :

$$T_1 < \zeta n \dots\dots\dots (3)$$

- Dimana :
- T₁ = Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik.
 - ζ = Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada wilayah gempa.
 - n = Jumlah lantai tingkat struktur gedung

Tabel 2 Koefisien Pengali Waktu Getar Alami Struktur

Wilayah Gempa dan Jenis Struktur	g
Sedang & ringan; rangka baja	0,119
Sedang & ringan; rangka beton dan RBE	0,102
Sedang & ringan; bangunan lainnya	0,068
Berat; rangka baja	0,111
Berat; rangka beton dan RBE	0,095
Berat; bangunan lainnya	0,063

Sumber : Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan

Waktu getar alami struktur dapat ditentukan dengan rumus pendekatan sesuai dengan Method A dari UBC Section 1630.2.2. sebagai berikut :

$$T = 0,0731 H^{3/4} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:
H = tinggi gedung dari penjepitan lateral

6. Beban Geser Dasar Nominal Akibat Gempa Sepanjang Tinggi Gedung (F_i)

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal static ekuivalen F_i pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan:

$$F = \frac{W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i z_i} V \dots\dots\dots (7)$$

- Dimana :
- F_i = Beban gempa nominal statik ekuivalen pada pusat masa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur gedung atas
 - W_i = Berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
 - z_i = Ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral
 - V = Beban geser dasar nominal statik ekuivalen

7. Analisa Terhadap T Reyleigh

Besarnya nilai T yang dihitung sebelumnya dengan memakai cara empiris, harus dikontrol terhadap T_{Reyleigh} dengan rumus :

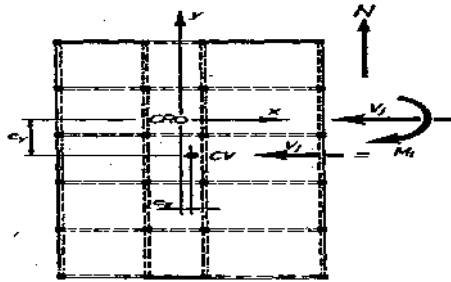
$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \dots\dots\dots (8)$$

dimana W_i adalah berat lantai tingkat ke-i termasuk beban hidup yang sesuai, F_i adalah beban gempa nominal statik ekivalen, d_i adalah simpangan horizontal lantai tingkat ke-i dinyatakan dalam mm dan g adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det². Besarnya T yang dihitung sebelumnya, sesuai Pasal 6.2.2 SNI-1726-2003 tidak boleh menyimpang lebih dari 20% hasil T Reyleigh.

8. Pusat Massa

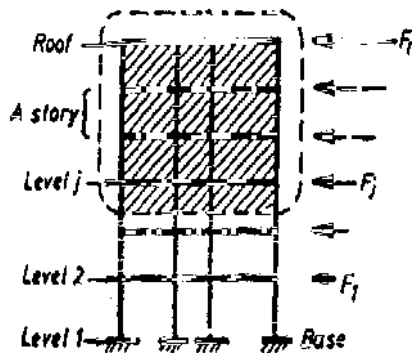
Pusat massa lantai tingkat suatu struktur gedung adalah titik tangkap resultante beban mati,

berikut beban hidup yang sesuai, yang bekerja pada lantai itu.



Gambar 3 Perpindahan lantai relatif [8, hal.16]

Penjumlahan semua gaya lantai, ditunjukkan oleh F_j pada Gambar 4. Massa terpusat merupakan total dari massa pada tiap lantai tingkat yang dikumpulkan pada pusat massanya. Perhitungan massa dengan menghitung berat komponen-komponen struktur kemudian dibagi dengan konstanta gravitasi.



Gambar 4 Gaya Lateral pada sebuah bangunan [8, hal.16]

9. Analisa untuk Gaya Lateral

Distribusi gaya lateral pada portal yang terlihat pada Gambar 4 merupakan denah dari bangunan portal berlantai banyak. Gaya gempa lantai diasumsikan sebagai pusat massa. Pusat kekakuan (*Center of Rigidity/ CR*), atau pusat kekakuan sistem portal, yang digambarkan oleh titik CR di dalam Gambar 3 ditempatkan pada koordinat-koordinat $x'r$ dan $y'r$, dimana :

$$x'_r = \frac{x'_1 K_{y1} + x'_2 K_{y2} + x'_3 K_{y3} + x'_4 K_{y4}}{K_{y1} + K_{y2} + K_{y3} + K_{y4}}$$

atau lebih banyak

$$x'_r = \frac{\sum (x'_i K_{yi})}{\sum K_{yi}}$$

dengan cara yang sama

$$y'_r = \frac{\sum (y'_i K_{xi})}{\sum K_{xi}}$$

di mana x'_i dan y'_i adalah koordinat-koordinat dari satu portal yang diambil dari satu arbitra asal, seperti yang ditunjukkan di dalam Gambar 3.

Bila gaya lateral gempa $V_n = V_x$ berada pada pusat kekakuan yang dinyatakan sebagai CR pada Gambar 3, hanya translasi lantai di dalam arah X akan terjadi. Dengan begitu total gaya lateral dalam kaitan dengan translasi serupa semua portal di dalam X atau arah Y untuk ditahan oleh satu portal adalah berturut-turut :

$$V'_{ix} = (K_{xi} / dK_{xi}) V_x$$

$$V'_{iy} = (K_{yi} / dK_{yi}) V_y$$

Karena resultan total gaya lateral pada keseluruhan struktur V_n , pada umumnya, tidak melalui pusat kekakuan tetapi sebagai gantinya adalah titik CV. Momen puntiran, menyebabkan rotasi-rotasi lantai, akan mempengaruhi gaya horizontal portal pada arah x dan y . Total gaya lateral dalam suatu portal oleh momen torsi M_t sendiri adalah

$$V''_{ix} = (y_i K_{xi} / I_p) M_t$$

di dalam arah X dan

$$V''_{iy} = (x_i K_{yi} / I_p) M_t$$

di dalam arah y, dimana momen inersia polar kekakuan-kekakuan portal adalah

$$I_p = \sum x_i^2 K_{yi} + \sum y_i^2 K_{xi}$$

dan koordinat-koordinat untuk portal-portal, $x'r$ dan y_i , (diharapkan) untuk diambil dari pusat kekakuan (CR), seperti yang ditunjukkan di dalam Gambar 3. Dengan begitu total gaya horizontal berlaku untuk satu portal di dalam arah x atau y menjadi

$$V_{ix} = V'_{ix} + V''_{ix}$$

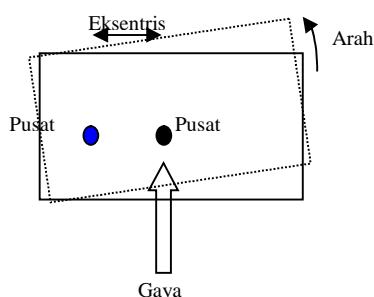
atau

$$V_{iy} = V'_{iy} + V''_{iy}$$

atau tergantung pada eksentrisitas dan koordinat untuk portal tertentu, kontribusi puntiran, V''_{ix} , dan V''_{iy} , bisa positif atau negatif.

10. Pengaruh Eksentrisitas

Eksentrisitas dapat diartikan jarak pusat massa lantai terhadap pusat rotasi lantai (pusat kekakuan) gedung. Dengan adanya eksentrisitas maka akan terjadi gerakan memuntir, yang menimbulkan gaya geser tambahan pada unsur-unsur vertikal (kolom-kolom dan dinding-dinding) dari suatu tingkat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Denah struktur yang mengalami rotasi akibat momen puntir tingkat horizontal

Eksentrisitas rencana e_d harus ditentukan sebagai berikut :

Untuk $0 < e \leq 0,3 b$:

$$e_d = 1,5e + 0,05b \dots\dots\dots(9)$$

atau

$$e_d = e - 0,05b \dots\dots\dots (10)$$

dan dipilih di antara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau;

Untuk $e > 0,3 b$:

$$e_d = 1,33e + 0,1b \dots\dots\dots (11)$$

atau

$$e_d = 1,17e - 0,1b \dots\dots\dots (12)$$

dan dipilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau.

11. Momen Guling

Akibat pengaruh gempa rencana struktur bawah tidak boleh gagal lebih dahulu dari struktur atas, maka struktur bawah harus memikul beban maksimum akibat pengaruh gempa rencana,

$$V_m = f \cdot V_n$$

V_n = beban gempa

F = faktor tahanan

Akibat beban gempa nominal, gaya statik ekuivalen nominal F_i pada suatu struktur bangunan gedung menangkap pada pusat massa lantai ke- i dan ketinggian h_i , maka pembebanan momen guling nominal maksimum dari struktur atas ke struktur bawah dihitung dengan persamaan:

$$F_{mg} = \frac{f \cdot \sum F_i h_i}{\sum W_i b_{xi}} > 1.5 \dots\dots\dots (15)$$

Dimana:

F_i = gaya gempa

W_i = berat tiap lantai

h_i = tinggi lantai

b_i = lebar bangunan

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Gaya-gaya dalam

Gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur dapat dilihat pada Lampiran 2, baik untuk tonjolan bidang muka 0%, 15%, 20% 25% maupun 30%. Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam Lampiran 2 tersebut, menunjukkan bahwa gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur cenderung meningkat seiring dengan penambahan bidang tonjolan. Peningkatan ini juga terjadi pada semua lantai. Oleh karena itu pembuatan tonjolan bidang muka pada sebuah bangunan harus mendapat perhatian khusus, agar estetika yang diharapkan dari sebuah desain justru tidak berakibat buruk.

2. Eksentrisitas

Eksentrisitas struktur akibat adanya tonjolan bidang muka dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Eksentrisitas Yang Terjadi Akibat Perbedaan Bidang Tonjolan

Tonjolan	Eksentrisitas-Lantai			
	4	3	2	1
0%	0	1.314	1.104	1.104
15%	0.650	1.271	1.113	1.113
20%	2.442	2.993	2.846	2.846
25%	2.815	3.393	3.249	3.249
30%	3.099	3.620	3.495	3.495

Table 3 menunjukkan bahwa dengan memperbesar tonjolan bidang muka maka nilai eksentrisitas akan semakin besar. Hal ini akan menyebabkan momen puntir yang bekerja pada struktur semakin besar. Sehingga pada bagian tertentu dari struktur akan mengalami peningkatan gaya-gaya dalam, khususnya unsur-unsur vertikal.

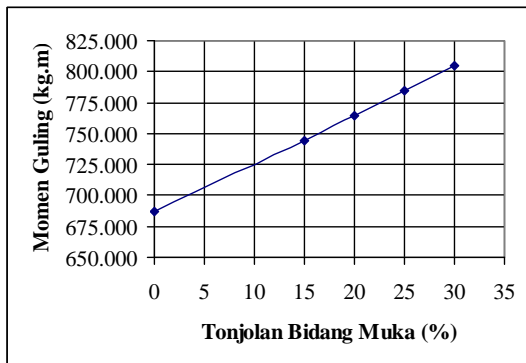
3. Momen Guling

Besarnya momen guling yang terjadi pada struktur akibat peningkatan bidang tonjolan dapat dilihat pada Tabel 4 maupun Gambar 6.

Table 4 Momen Guling yang Terjadi Sesuai Bidang Tonjolan

Tonjolan (%)	Momen Guling (kg.m)
0	687.552,69
15	744.753,46
20	764.718,25
25	784.309,43
30	804.254,46

Berdasarkan kecenderungan yang terjadi pada struktur seperti pada Gambar 6 menunjukkan bahwa momen guling meningkat linier seiring dengan peningkatan tonjolan bidang muka.



Gambar 6. Kecenderungan Momen Guling

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, bahwa pengaruh tonjolan bidang muka pada struktur bangunan beton bertulang berupa :

- o gaya dalam yang dihasilkan akibat pengaruh tonjolan sangat besar
- o eksentrisitas yang dihasilkan antara pusat massa dan pusat kekakuan struktur bangunan semakin besar dengan penambahan tonjolan bidang muka, sehingga menimbulkan gerakan memuntir (momen puntir) yang menimbulkan gaya geser tambahan terhadap unsur-unsur vertikal
- o momen guling akibat gaya gempa yang bekerja pada struktur bangunan mengalami kenaikan yang linier mulai dari tonjolan 15%
- o sebaiknya bangunan yang direncanakan menggunakan tonjolan bidang muka dengan panjang tonjolan dibawah 25%, untuk menghindari resiko gempa yang terjadi.

Referensi :

- [1]. Andrianto, H.R, 2007, *Analisa Struktur Gedung Dengan Etabs Versi 9.0.7*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
 - [2]. Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI 03-2847-2002*, Bandung.
 - [3]. Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2003*, Bandung.
 - [4]. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
 - [5]. Dowrick, D.J. 1978, *Earthquake Resistant Design*, John Wiley & Sons, New York.
 - [6]. Ghost, SK., and Fanella A.D., 2003, *Seismic And Wind Design Of Concrete Buildings (2000 IBC, ASCE 7-98, ACI 318-99)*, International Code Council, USA.
 - [7]. Naeim, F, 1989, *The Seismic Design Handbook*, Van Nostrand Reinhold International Company Limited, New York.
 - [8]. Paulay, T., Priestley M.J.N., 1991, *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, Wiley Interscience Publication, Christchurch and San Diego.
 - [9]. Poerbo H., 2007, *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi*, Djambatan, Jakarta.
 - [10]. Purwono, R., 2005, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*, ITS Press, Surabaya.
 - [11]. Schueller, W. 1989, *Struktur dan Bangunan Bertingkat Tinggi*, Eresco, Bandung.
- <http://wiryanto.wordpress.com>

Lampiran 1. Faktor daktalitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	α_m	R_m	f
1. Sistem dinding penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	1. Dinding geser beton bertulang	2,7	4,5	2,8
	2. Dinding penumpu dengan rangka baja ringan	1,8	2,8	2,2
	dan bresing tarik			
	3. Rangka bresing dimana bresingnya memikul beban gravitasi			
	a. Baja	2,8	4,4	2,2
	b. Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 & 6)	1,8	2,8	2,2
2. Sistem rangka gedung (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	1. Rangka bresing eksentris baja (RBE)	4,3	7	2,8
	2. Dinding geser beton bertulang	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja	3,6	5,6	2,2
	b. Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 & 6)	3,6	5,6	2,2
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja	4,1	6,4	2,2
5. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail	4	6,5	2,8	
6. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail penuh	3,6	6	2,8	
7. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8	
3. Sistem rangka pemikul momen (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur).	1. Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)			
	a. Baja	5,2	8,5	2,8
	b. Beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	2. Rangka Pemikul Momen Menengah beton (SRPMM)	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)			
	a. Baja	2,7	4,5	2,8
b. Beton bertulang	2,1	3,5	2,8	
4. Rangka batang baja pemikul momen khusus (SRBPMK)	4	6,5	2,8	

<p>4. Sistem ganda (Terdiri dari : 1) rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi; 2) Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral; 3) Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/sistem ganda)</p>	<p>1. Dinding geser a. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang b. Beton bertulang dengan SRPMB baja c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang 2. RBE baja a. Dengan SRPMK baja b. Dengan SRPMB baja 3. Rangka bresing biasa a. Dengan SRPMK baja b. Dengan SRPMB baja c. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 & 6) d. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 & 6) Rangka bresing konsentrik khusus a. Baja dengan SRPMK baja b. Baja dengan SRPMB baja</p>	<p>5,2 2,6 4 5,2 2,6 4 2,6 4 2,6 4,6 2,6</p>	<p>8,5 4,2 6,5 8,5 4,2 6,5 4,2 6,5 4,2 7,5 4,2</p>	<p>2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8</p>
<p>5. Sistem struktur gedung kolom kantilever (Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral)</p>	<p>Sistem struktur kantilever</p>	<p>1,4</p>	<p>2,2</p>	<p>2</p>
<p>6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka</p>	<p>Beton bertulang biasa (tidak untuk wilayah 3, 4, 5 & 6)</p>	<p>3,4</p>	<p>5,5</p>	<p>2,8</p>
<p>7. Subsistem tunggal (Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan)</p>	<p>1. Rangka terbuka baja 2. Rangka terbuka beton bertulang Rangka terbuka beton bertulang dengan balok 3. balok beton pratekan (bergantung pada indeks baja total) Dinding geser beton bertulang berangkai 4. daktail penuh. Dinding geser beton bertulang kantilever 5. daktail parsial.</p>	<p>5,2 5,2 3,3 4 3,3</p>	<p>8,5 8,5 5,5 6,5 5,5</p>	<p>2,8 2,8 2,8 2,8 2,8</p>

Lampiran 2 Gaya-Gaya Dalam Balok B-24 dan Kolom C-10 Masing-Masing Lantai

Tonjolan		Lantai 4				Lantai 3				Lantai 2				Lantai 1			
		Aksial	Momen			Aksial	Momen			Aksial	Momen			Aksial	Momen		
			+	Lap.	-		+	Lap.	-		+	Lap.	-		+	Lap.	-
0%	B24	8.18	2.78	3.20	7.97	10.74	6.79	2.87	13.05	14.73	11.74	3.04	18.82	16.69	14.23	3.07	21.13
	C10	2.30	4.17		5.40	6.20	12.08		11.29	10.42	19.83		19.80	12.76	31.06		13.59
15%	B24	27.02	34.58	10.02	29.69	25.19	28.36	3.82	33.83	25.66	30.08	4.65	33.77	25.58	30.10	4.82	33.44
	C10	22.70	42.57		41.24	12.99	27.51		17.97	20.21	40.84		29.89	17.75	43.46		18.65
20%	B24	32.61	46.87	12.53	36.97	29.11	35.29	3.83	40.63	28.27	34.96	4.97	38.00	27.09	32.90	4.96	35.96
	C10	30.30	56.16		53.93	15.57	33.59		20.91	22.81	46.87		33.49	19.03	46.66		19.94
25%	B24	45.13	74.29	18.03	53.37	36.12	47.55	3.82	52.89	33.08	43.95	5.54	45.86	30.38	38.95	5.27	41.40
	C10	47.63	87.11		83.61	19.13	43.03		23.93	28.82	59.84		41.26	21.76	53.53		22.63
30%	B24	55.40	96.63	22.41	66.95	42.00	57.88	3.86	63.15	37.03	51.32	6.00	52.31	33.05	43.88	5.52	45.82
	C10	62.21	113.21		108.53	21.93	50.64		26.12	33.75	70.22		47.91	23.97	59.12		24.79

Lampiran 3. Respons Spektrum Gempa Rencana

