STUDI ANALISA GEDUNG DENGAN SISTIM INTERAKSI TERHADAP TOWER
(Studi Kasus: gedung C Universitas Muhammadiyah Jember)

Rofiatul Aini
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : aini.rofiatul@yahoo.com

Abstrack

The increasing demand for communications technology that is cheap and easy to force mobile phone service providers to improve mobile phone network signals. However given their land crisis that is increasing each year so that the underlying to rise and Rooftop on a building C at the University of Muhammadiyah Jember. So we need to review the interaction between the buiding and the tower to determine the effect after the addition of the tower load including the effects of an eartquake, because given the muddy located in the earthquake zone to zone 3.

This study started from existing data of buildings such as the dimensions of the beam, column and plate proceed with modelig the structure before and after the existing tower to find out the results of the interactions that occur and the determine changes in the dimensions of comprehensive reinforcement occurs sothat from these data may generate recommendations that will be used to future.

The result of this study showed that the effect of the earthquake was the largest factor affecting the rift, and the final result of the output value of the aplicationthat is used is SAP 2000V14 shows the value of the force in each elementof the structure and k now the strong value of the load that can be carried by the structure of the building.

Keywords : System interaction of the tower building

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara yang sering terkena bencana gempa bumi. Secara sains dan teknologi hal ini disebabkan karena adanya pertemuan antara empat lempeng tektonik yaitu lempeng Benua Asia, lempeng Benua Australia, lempeng Samudera Hindia, dan lempeng Samudera Pasifik. Selain itu Indonesia juga terletak pada kawasan daerah cincin api pasifik yang mengakibatkan sering terjadi aktivitas gempa bumi pada kawasan ini.

Pertumbuhan aktivitas manusia yang terus meningkat menyebabkan perubahan pola bangunan terutama pada daerah perkotaan. Adanya krisis lahan pada perkotaan yang mengakibatkan harga tanah menjadi mahal maka bangunan didesain tidak lagi ke arah samping melainkan ke arah atas. Struktur bangunan bertingkat ini yang menjadi alternatif bagi masyarakat dalam memenuhi aktivitasnya. Pada pembangunan gedung bertingkat sering terjadi permasalahan yaitu apakah bangunan tersebut aman terhadap beban luar seperti akibat angin dan gempa bumi. Semakin tinggi suatu bangunan maka semakin besar efek yang diterima oleh struktur. Oleh karena itu faktor keamanan bangunan harus menjadi pertimbangan para perencana untuk menghindari kerusakan dan kegagalan bangunan.

Selain dari segi struktur pembangunan gedung, yang melatar belakangi skripsi kali ini juga dari segi komunikasi, dengan perkembangan jaman yang semakin modern semua masyrakat juga membutuhkan jaringan yang baik untuk dapat berkomunikasi dan menggunakan akses-akses dari sosial media, sehingga pembangunan tower juga sangat di butuhkan saat ini. Namun mengingat semakin mirisnya kondisi lahan kali ini (krisis lahan), sehingga menghambat dalam perkembangan pembangunan tower yang dimana dalam setiap pembangunan 1 tower saja membutuhkan ukuran lahan yang cukup luas. Inilah yang menjadi faktor utama dalam pengaplikasian antara bangunan gedung beton bertulang dengan tower yang memiliki rangka baja.

Seperti halnya di daerah jember sendiri memiliki cukup banyak gedung-

gedung bertingkat yang memungkin rawan keruntuhan akibat adanya gempa yang terjadi, berdasarkan peraturan yang berlaku di ketahui bahwa jember merupakan gempa zona 4 yang tergolong cukup rawan, sehingga gedung harus benar-benar di buat seaman mungkin dari kerusakan akibat gempa untuk melindungi penghuninya dari bahaya keruntuhan gedung.

Di dalam skripsi ini saya akan membahas tentang perilaku interaksi bangunan tower dan struktur gedung beton bertulang terhadap peninjauan pengaruh beban gempa dengan objek studi pada Gedung C di Universitas Muhammadiyah Jember, di mana gedung ini merupakan bangunan Mixed Building karena pada gedung ini tidak hanya meliputi bangunan beton bertulang saja melainkan juga di kombinasi dengan kontruksi baja yaitu beban tower yang berada pada lantai atap, sehingga di khawatirkan apabila terjadi gempa yang memiliki skala cukup tinggi akan berpengaruh terhadap runtuhnya gedung dan ambruknya tower.

Rumusan Masalah

Pada penulisan skripsi ini permasalahan yang akan diketengahkan dalam peninjauan bangunan tower dan gedung C di Universitas Muhammadiyah Jember adalah :

1. Bagaimanakah interaksi yang terjadi antara tower dan gedung ?
2. Bagaimana memprediksi runtuhnya tower agar tidak merusak struktur gedung?
3. Kontrol kesanggupan / kuat layan Gedung C ?

Batasan Masalah

Agar studi ini tidak meluas dan tetap dalam pembahasan yang semestinya maka kita melakukan batasan masalah sebagi berikut :

1. Studi kasus ini di lakukan pada Gedung C Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Tidak melihat kondisi tanah dan jenis pondasi yang di pakai
3. Menggunakan peraturan ketahanan gempa SNI 03-1726-2002 dan peraturan beton bertulang SNI- 03-2847-2002.
4. Gempa rencana di tetapkan mempunyai periode ulang 50 tahun.
5. Menggunakan aplikasi software untuk struktur SAP 2000 v14
6. Tidak memperhitungkan RAB

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di jurusan teknik sipil, fakultas teknik sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir yang berjudul “Studi Analisis Bangunan Antara Gedung C Dengan sistim Interaksi Terhadap Tower (Peninjauan Beban Gempa)”ini adalah :

1. Untuk mengetahui interaksi yang terjadi antara tower dan gedung ?
2. Untuk memprediksi runtuhnya tower agar tidak merusak struktur gedung?
3. Untuk mengetahui Kontrol kesanggupan / kuat layan Gedung C ?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Desain Terhadap Beban Gempa

Acuan dalam perencanaan bangunan beton bertulang tahan gempa di Indonesia adalah *Standard Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung* (SNI 1726-2002) dan *tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung* (SNI 03-2847-2002) bab 23. Aturan detailing pada dasarnya di atur dalam SNI 03-2847-2002 (BSN,2002 b). Berdasarkan aturan ini, detailing di bedakan berdasarkan tingkat kerawanan daerah terhadap gempa.pada peta zonasi gempa dalam peraturan gempa yang berlaku (SNI 03-1726-2002), Indonesia dibagi atas 6 zona kegempaan, yaitu zona gempa 1 dan 2 (wilayah dengan resiko/kerawanan gempa rendah), zona gempa 3 dan 4 (wilayah dengan resiko gempa menengah), dan zona gempa 5 dan 6 (wilayah dengan resiko gempa tinggi). Menurut SNI 03-2847-2002 (Purwono dkk., 2007). Bangunan yang berada di zona gempa 3 dan 4 harus di rencanakan dengan menggunakan sistem struktur yang memenuhi persyaratan detailing menengah. Jadi sistem struktur bangunan penahan beban

lateral di zona resiko gempa menengah harus di rencanakan agar memiliki paling tidal tingkat daktalitas sedang.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, sistem dasar penahan beban lateral secara umum dapat di bedakan atas :

- Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)
- Sistem Dinding Struktural (SDS).

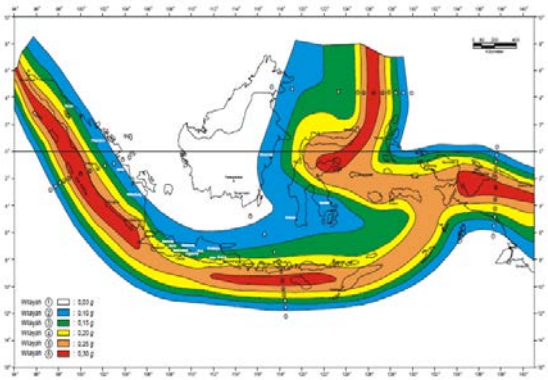
Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) adalah sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur balok, kolom, dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. SRPM dapat dikelompokkan sebagai berikut

Tabel 2.1. ketentuan Pasal 23.2 SNI 03-2847-2002

Resiko Gempa	Jenis Struktur yang Dapat Digunakan	Faktor Modifikasi Respons (R)
Rendah	Sistem Rangka Pemikul Momen - SRPMB (Bab 3 – Bab 20) - SRPMM (Pasal 23.10) - SRPMK (Pasal 23.3-23.5) Sistem Dinding Struktural - SDSB (Bab 3 –Bab 20) - SDSK (Pasal 23.6)	3 – 3,5 5 – 5,5 8-8,5 4 – 4,5 5,5 -6,5
Menengah	Sistem Rangka Pemikul Momen - SRPMM - SRPMK Sistem Rangka Dinding Struktural - SDSB - SDSK	5 – 5,5 8 – 8,5 4 – 4,5 5,5 – 6,5

Peta gempa dan Spektrum Respon

Parameter utama dalam penentuan beban gempa desain Vn adalah CI, I, dan R. nilai C1 diperoleh dari spektrum respon yang berlakudi wilayah tempat bangunan berada. Spektrum respon tersebut dapat dibentuk berdasarkan peta gempa yang berlaku saat ini, dimana indonesia pada dasarnya di bagi atas enam wilayah gempa (gambar 2.2)



Gambar 1 Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar untuk periode 500 tahun (BSN,2002a)

Pembebanan

Jenis pembebanan yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah beban vertikal dan beban horisontal. Pada tahap analisa gaya-gaya dalam pada struktur utama dilakukan pembebanan dengan beberapa kombinasi pembebanan sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam SNI 03-2847-2002.

Beban Vertikal

Beban Mati (PPIUG ’83 pasal 2)

Beban mati mencakup semua bagian dari struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesain, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu. Beban mati ini dihitung berdasarkan PPIUG ’83.

Beban Hidup (PPIUG ’83 pasal 3)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian dan penggunaan gedung tersebut serta kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindahkan, mesin-mesin serta

peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap yang dikategorikan beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air.

Beban Horisontal

Beban Angin (PPIUG '83 pasal 4)

Mencakup semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Dalam perencanaan ini beban horizontal akibat tekanan angin diabaikan, karena pengaruhnya relatif kecil dibandingkan dengan beban horisontal akibat gempa.

Beban Gempa (SNI 03 – 1726 - 2002)

Mencakup semua beban statik ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meniru pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dengan menganalisa gedung secara 3 dimensi menggunakan metode Respons Spektrum Analisis, dimana gedung dikenakan spektrum percepatan respon gempa rencana yang dihitung menurut diagram respon spektrum gempa rencana wilayah gempa 3.

.Kombinasi Pembebanan

Sesuai dengan ketentuan yang telah tercantum pada SNI03-2847-2002, digunakan sebagai pedoman perhitungan Struktur dan pendetailan semua elemen struktur. , agar struktur dan komponen dari struktur memenuhi syarat dan ketentuan yang layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi pembebanan yang mungkin terjadi pada bangunan ini, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor pembebanan sebagai berikut (SNI 03-2847-2002 pasal 11.1.2) :

U = 1,4 D

U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)

U = 1,2 D + 1,0 L ± 1,0 E

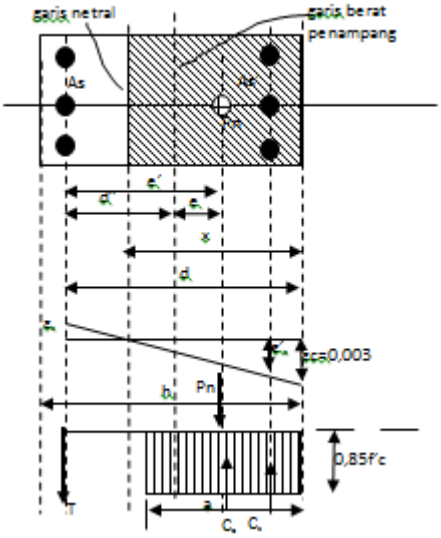
U = 0.9D ± 1.0

Perencaana Kolom

Penampang persegi dalam daerah "compression control" (overreinforced')

Jika Pn> Pb atau e < eb ---→ tercapai keadaan ini.

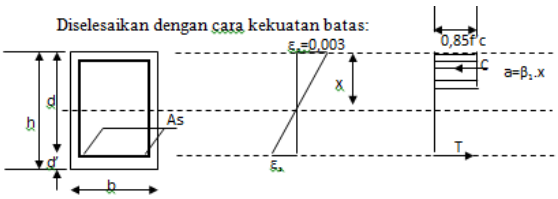
Langkah perhitungan untuk menentukan Pn:



1. Check apakah e < eb atau e> eb
   (e diketahui, eb dihitung)
2. Tentang lokasi garis netral.
   Jika e< eb---→ maka x>xb ---→ εs<εy
   Cc = 0,85.f'c.b.β1.x=…….x
   Cs = A's(fy-0,85f'c) =……
   T=As.fs = 0,003 Es $\frac{d-x}{x}$= $\frac{\ldots\ldots-\cdots\ldots x}{x}$
   Karena , fs = Es.εs
   ε_s:ε_c = (d-x):x
   ε_s =0,003 $\frac{d-x}{x}$
   ∑Momen terhadap Pn=0
   0 = Cs($\bar{y}$-e-d')+Cc [1/2a-($\bar{y}$-e)]+ T[d-($\bar{y}$-e)]
   0 = x^3 - ……..x^2 + …….x - ……..
   Diperoleh x = ……..
3. Menentukan Pn = Cc+Cs-T
4. Kontrol apakah ∑ momen terhadap pusat plastis:

   Pn.en =Cs ($\bar{y}$-d')+Cc ($\bar{y}$-1/2a)+ T(h-$\bar{y}$-d")

Balok penampang persegi memikul lentur murni



Diselesaikan dengan cara kekuatan batas:

Harga β_1 diatur dalam SNI 03-2847-2002 pasal 12.2.7.3 sebagai:
Untuk f'c ≤30 MPa -----→β_1 = 0,85
Untuk f'c>30 MPa --→ β_1 = 0,85-(0,008(f'c-30) ≥0,65.
Kembali ke persoalan:
C = 0,85.f'c. b .a
T = As.fy
C=T --→ a = $\frac{As.fy}{0,85.f'c.b}$
Mn =As.fy (d-1/2a)
Mn = As.fy (d- 0,59$\frac{As.fy}{f'c.b}$

Tower Baja *(RoofTop)*

Tower Jaringan Telekomunikasi adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segi empat atau segitiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat) yang bertujuan untuk menempatkan antenna dan radio pemancar maupun sebagai penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Intinya Tower BTS berfungsi untuk menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan yang menuju jaringan lain.
Berdasarkan Lokasinya, tower jaringan telekomunikasi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :
1. Rooftop : Tower yang berdiri di atas sebuah gedung.
2. Greenfield : Tower yang berdiri langsung diatas tanah.
Berdasarkan bentuknya, tower jaringan telekomunikasi dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Tower 4 Kaki (Rectangular Tower)

Gambar 2 kondisi tower Rofftop

Tahan tekan nominal.

Suatu komponen struktur yang menagalami gaya tekan konsentris, akibat beban terfaktor Nu, menurut SNi 03-1729-2002 Pasal 9.1 harus memenuhi:

$$Nu \leq Ø_c N_n$$

Dengan Ø = 0,85
Nu = gaya aksial tekan terfaktor
Nn = kuat tekan nominal komponen struktur = Ag.fcr.
Tegangan kritis untuk daerah elastic, dituliskan sebagai:

$$\frac{fcr}{fy} = \frac{1}{\lambda c^2}$$

Dengan λc = $\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{\frac{fy}{E}}$
Dimana λ = rasio kelangsingan = $\frac{kl_u}{r}$
Dengan k = adalah koefisien tekuk ; Lu = panjang elemen yang tak ditopang; r = dalah jari-jari girasi penampang.
Daya dukung nominal Nn struktur tekan dihitung sebagai:

$$Nn = Ag\frac{fy}{\omega}$$

Dengan besaran ω ditentukan oleh λc, yaitu:
- Untuk λc ≤0,25 maka ω=1,0
- Untuk 0,25 < λc ≤1,2 maka
- ω = $\frac{1,43}{1,6-0,67\lambda c}$
- Untuk λc >1,2 maka
- ω = $1,25\lambda c^2$

Batasan rasio kelangsingan λp untuk penampang kompak balok I

Tegangan leleh,fy	Tekuk local Flens	Tekuk local web	Tekuk torsi lateral
Modulus Elastisitas, E=200000 MPa	$\frac{b}{2t_f} = \frac{170}{\sqrt{fy}}$	$\frac{h}{t_w} = \frac{1680}{\sqrt{fy}}$	$\frac{L}{r_y} = \frac{790}{\sqrt{fy}}$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Perencanaan

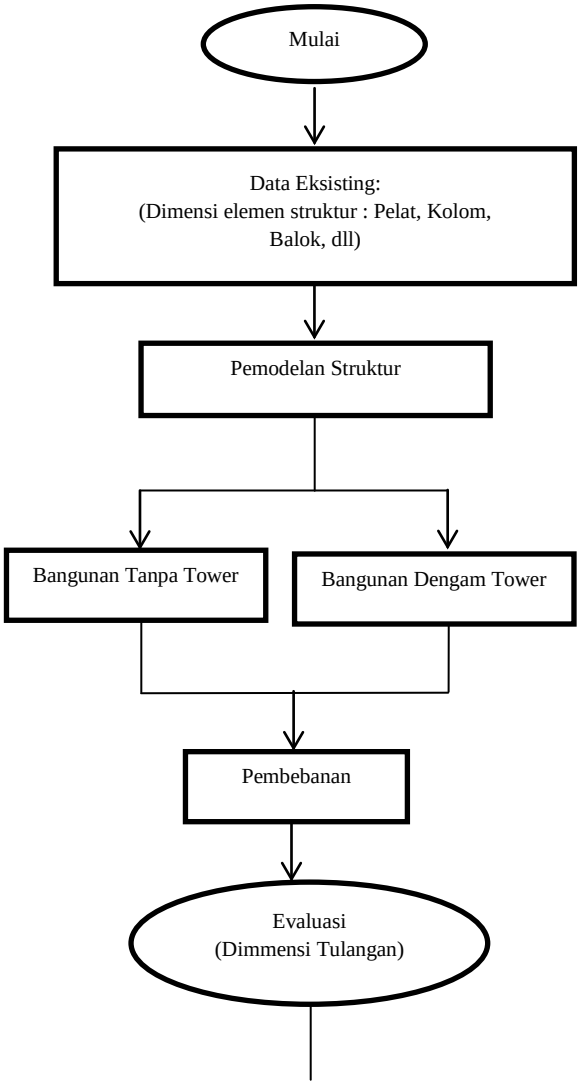
- Universitas Muhammadiyah Jember
- Fungsi Gedung : Pusat Laboratorium dan Gedung Perkuliahan
- Lokasi : Di Kampus Universitas Muhammadiyah Jember
- Luas Bangunan : 900 m2
- Jumlah Lantai : 3 Lantai

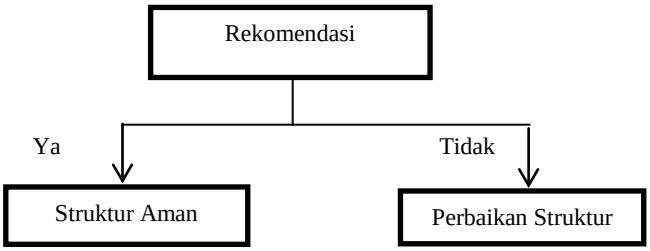
- Elevasi Bangunan : ±12 meter
- Jenis Konstruksi Bertulang :Beton
- Struktur Atap Baja :Rangka
- Mutu Beton : K225
- Mutu Baja : U32

Standart Peraturan

1. Persyaratan Perhitungan Beton Struktural dan Atruan Detailing Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002
2. Standart Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung , SNI 03-1726-2002.
3. Peraturan pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung 1987

Diagram Alur Penelitian





4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Struktur Utama dan Sekunder

Beban Mati(Dead Load),

Adalah berat sendiri struktur dan komponen lainnya yang harus di tinjau sebagai beban mati.

- Berat sendiri plat 0,12 x 2400 =288 kg
- Berat plafon +penggantung =18 Kg
- Partisi =100 Kg
- Spesi 2 x 21 = 42 Kg
- Ubin 2 x 24 =48 Kg +

DL =496 Kg

Beban Hidup (Life Load),

Pada lantai gedung, sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan dan juga dinding pemisah ringan (q ≤100 kg/m')

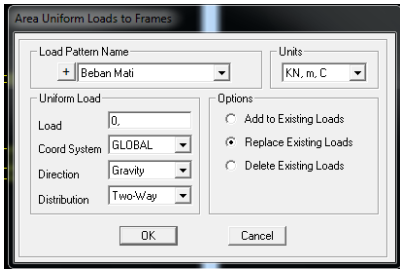
LL = 250Kg

Beban Reduksi

Pada perencanaan balok induk dan portal (beban horizontal/ gempa dan angin), dapat dikalikan faktor reduksi.

Akibat beban Reduksi , jadi : Beban Hidup = 225 Kg

Sistem input pembebanan pada elemen frame, menggunakan fasilitas load area to frame two way, yang dibebankan pada area plat. Hasil sebagai berikut :



Gambar 4.1 Input beban pada SAP2000

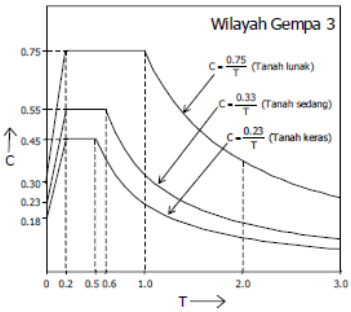
Penentuan Zona Wilayah Gempa

Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Indonesia (SNI 03-1726-2002, halaman 30), Gedung diasumsikan berlokasi di wilayah gempa 3 dari zona gempa Indonesia. dengan berbagai kondisi tanah (lunak, sedang dan keras) respon spektrum yang di reduksi dapat dilihat dalam tabel berikut .

Tabel 4.1 kondisi tanah keras (zona 3)

T	Percepatan Tanah Wialayah Gempa 3 Tanah Keras	Faktor I	Faktor R	Percepatan Tanah Rencana
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=[(2)x(3)]/(4)
0	0,10	1,0	3,5	0,028
0,2	0,45	1,0	3,5	0,128
0,5	0,45	1,0	3,5	0,128
1	0,23	1,0	3,5	0,066
2	0,115	1,0	3,5	0,033
3	0,077	1,0	3,5	0,022

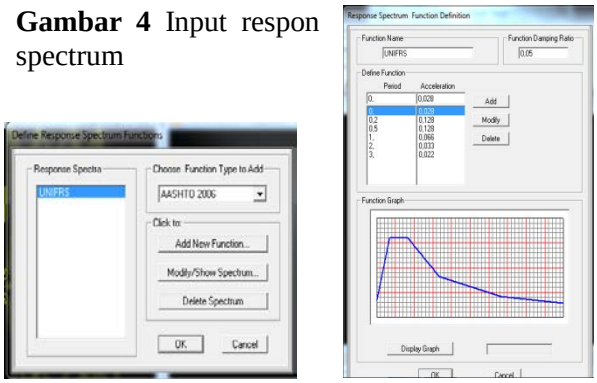
Diagram Respon Spektrum Gempa Rencana untuk Wilayah Gempa 3,



Gambar 3 Grafik Wilayah Gempa 3

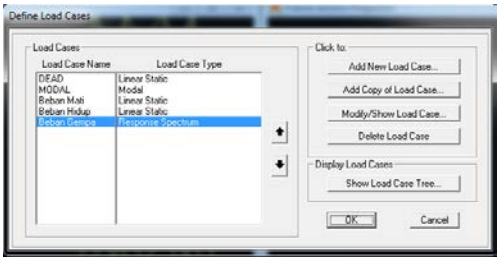
Perhitungan beban gempa berdasarkan diagram Respon Spectrum di hitung menggunakan bantuan *software* SAP2000. Perhitungan ini menggunakan pemodelan dari kondisi tanah dan berdasrkan perhitungan Grafik Respon Spectrum, seperti yang ditunjukan pada gambar dibawah ini:

Gambar 4 Input respon spectrum

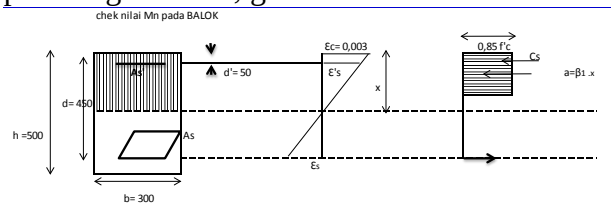


Gambar 5 Input data dari Respon Spectrum sebagai fungsi beban Gempa

Perencanaan Balok



Pada perencanaan balok ini membahas tentang perencanaan struktur balok induk dan anak yang meliputi perencanaan penulangan lentur, geser dan torsi.



Diketahui : (Lihat lampiran...)

As' :1511,95 mm2

As :1065,584 mm2

Mutu Beton K-225 (f'c) : 18,68 Mpa

Mutu Baja U-32 (fy) : 320 Mpa

Langkah perhitungan :

a. Tentukan tulangan tarik (=Asy) sehingga tulangan akan leleh :

Ɛ's = Ɛy = fy/Es

= 320/ 200000

=0,0016

(Xy-50) : Xy = 0,0016 : 0,003

(Xy-50) : Xy = 0,5333

Xy = 107,14286 mm

ay = β1 . Xy

= 0,85 x 107,14286

= 91,0714

Ccy =0,85 . f'c . b . ay

= 0,85 x 18,675 x 350 x 91,0714

= 433693,5

Csy = (fy-0,85f'c) As'

= (320 – 0,85(18,675)) x 1511,951

= 459824

Ty = Ccy + Csy

=893518

Asy = Ty/fy

= 623166,26 /320

= 2792,24 mm^2

As = 1065,584 mm^2 < Asy (2792,24mm2) Belum leleh!!!

b. Tulangan Tarik Maksimum As :

Dalam Keadaan Seimbang :

Xb = $\frac{600}{600+fy}\,d$

= $\frac{600}{600+320}\,450$

= 293, 478

X maks = 0,75 Xb

= 0,75 x 293,478

= 220,1087

a maks = β1 . X maks

= 0,85 x 220,1087

= 187, 092

Cc maks = 0,85 .f'c .b. a maks

=0,85 . 18,675 .350 . 187,092

= 890957,4 N

Ɛc=0,003 = (220,108 – 50) : 220,108

Ɛ's = 0,002319 > Ɛy

= 0,0016 Tulangan Leleh Ok!!

Cs = Csy = 459824 N

T maks = Cc maks + Cs

= 1350781 N

As maks = T maks / fy

= 4221,19 mm2 > As yang diketahui (1065,584 mm2)

Catatan : Jika As maks < As yang diketahui (.....ukuran balok yang diperbesar)

Menentukan Mn:

As =1065,584 mm2

As' =1511,951 mm2

T = As.fy

=1065,584 (320)

= 340986,88 N

Cs = (fy-0,85f'c) As'

=(320-0,85.18,67)(1511,951)

= 459824 N

Cc = 0,85.f'c.b.a

= 0,85(18,67)(350)(a)

= 4762,1 a

T = Cc+Cs

340986,8 = 4762,1 a + 459824

a = -24,95 mm

X = a/β_1

= -24,95 /0,85

=-29,35 mm

ε'_s : 0,003 = (-29,35 -50): -29,35

ε'_s = 0,008109 > ε_y (=0,001576)----- tulangan tekan sudah leleh

Mn = Cc (d-a/2) +Cs (d-d')

= 4762,1 (-29,35) (450-½(-24,95)+ 459823,9 (450-50)

=128970128,1 N-mm

Mn = 128,97 kN-m

Sedangkan setelah interaksi nilai Mn menjadi = 143,21 kN-mm,

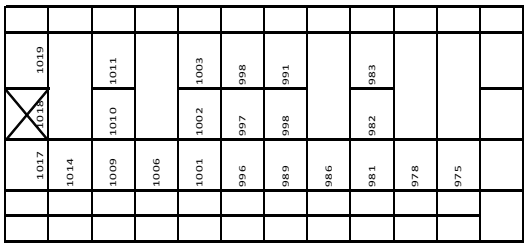
Tabel.1 Gaya Dalam Balok Eksterior Lantai 1 pada Tumpuan

Frame	DesignSect	Location	Mn	Mn'	deviasi
Text	Text	mm	kN/mm	kN/mm	mn/mn'
1023	Tumpuan	0	128,9701	143,2178	-11%
1024	Tumpuan	5000	180,7478	157,0284	13%
1028	Tumpuan	0	47,87924	145,7751	-204%
1029	Tumpuan	5000	65,0033	157,1779	-142%

Tabel 2 Gaya Dalam Balok Eksterior Lantai 1 pada Lapangan

Frame	DesignSect	Location	Gaya Dalam		deviasi
Text	Text	mm	Mn	Mn'	Mn/Mn'
1023	Lapangan	2500	60,72111	44,26417	27%
1024	Lapangan	2500	67,73185	48,7244	28%
1028	Lapangan	2500	36,14242	45,05021	-25%
1029	Lapangan	2500	35,41582	51,98674	-47%

Berikut adalah sketsa lokasi denah balok yang ada di lantai 1.



PERHITUNGAN KOLOM

Analisis dan desain tulangan kolom dihitung dengan bantuan *software* SAP2000. Hasil dari analisis berupa luasan tulangan pada kolom dan digunakan untuk menentukan nilai momen nominal (Mn) dan untuk mengetahui kuat layan gedung dalam memikul beban apakah masih layak atau tidak.

As :2925 mm2 (hasil SAP2000)
As' :2925 mm2(hasil SAP2000)
Mutu beton : K 225 = 18,67 Mpa
Mutu Baja : U 32 = 320 Mpa
Langkah Perhitungan :
1. Chek kondisi tulangan

$$Xb = \frac{600}{600+320} \times 600$$
= 391,304 mm
Ab = 0,85 x Xb
=0,85 x 391,304
=332,608 mm
Menentukan nilai eb ;
Cc = 0,85f'c x β1 x Xb x b
=0,86 x 18,67 x 0,85 x 391,304 x 450
=2375886,277 N
Cs =As'(fy-0,85f'c)
=2925(320-0,85(18,67))
=889569,2813 N
T =As x fy
=2925 x 320
=936000 N
Pnb =Cc + Cs –T
=2375886,27 + 889569,28 – 936000
= 2329455,558 N
= 2329,456 kN
Momen terhadap garis berat penampang :
Pnb x Eb = T(600 -250) + Cc(250 - 1/2ab) + Cs(250-d')
23294556eb =327600000 + 198851351,5 +177913856,3
Eb = 704365207,7 / 2329455,558
Eb =302,37 mm
Nilai e = 235,74
Karena e = 235,7 < eb =302,37
maka balok overreinforce!!

Pn > Pb
Cc = 0,85f'c x b x a
=0,85(18,67) . 450 . 0,85x
=6071,709x
Cs = As'(fy-0,85f'c)
=2925(320-0,85(18,67))
=889569,28 N
T =As x fy

$$Es = \frac{0,003(600-x)}{X}$$
$$T = 2925 \times \frac{0.003(600-x)}{x} \times 200000$$
$$= \frac{1755000 \times (600-x)}{X}$$
∑ momen terhadap Pn = 0
$$0 = T(600-150) + Cc(150-1/2a) + Cs(15-d')$$
$$= \frac{1755000(600-x)}{X} \times 450 + 6071,71x(150-0,425x) + 889569,2(150-50)$$
$$88956928,1 = \frac{4,738\times10^{11} - 789750000x}{X} + 910756,41x - 2580x^2$$
$$= 4,738\times10^{11} - 789750000x + 910756,4x^2 - 2580x^3$$
$$4,7376\times10^{11} = 2580x^3 - 910756,4x^2 + 789750000x$$
X1(400) = f(x) = -138431573071,8
X2(450) =f(x) = -67655795698,83
Y : (50-y) = x1/x2
Y : (50-y) = -138431573071,8/67655795698,83
$$-67655795698,83\,y = -6,92158\times10^{12} - 138431573071,88\,y$$
$$-206087368770,7\,y = -6,92158\times10^{12}$$
Y = 33,58 mm
Jadi x = 400 + 33,58 mm
= 433,58 mm
Check apakah tulangan tarik belum leleh :
$$Fs = \frac{0.003\,(600-433.58)}{433,586} \times 200000$$
Cc =2632606,068 N
$$T = \frac{1755000 \times (600-433.58)}{X}$$
$$= \frac{1755000 \times 166.41}{433,586}$$
= 673585,89
Sehingga :
Pn = Cc + Cs – T
= 2848589,5 N
= 2848,59 kN > Pnb = 2329,46 kN (.....oke!!)

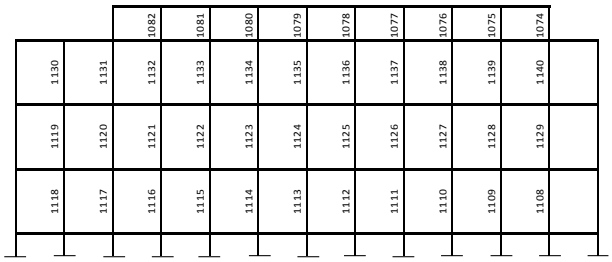
Tabel 6 output sap kondisi penampang kolom pada lantai 1 sebelum interaksi

Frame	PMMArea	e	Kondisi Penampang
Text	mm2		
1033	2925	497,220	Underreinforced
1034	2925	521,893	Underreinforced
1035	2925	575,809	Underreinforced
1036	2925	528,504	Underreinforced
1037	2925	658,925	Underreinforced
1038	2925	670,00	Underreinforced
1039	2925	666,674	Underreinforced
1040	2925	538,177	Underreinforced
1041	2925	592,976	Underreinforced
1042	2925	553,091	Underreinforced
1043	2925	1658,148	Underreinforced
1093	2925	285,769	Overreinforced
1094	2925	384,803	Underreinforced
1095	2925	504,638	Underreinforced
1096	2925	333,520	Underreinforced
1097	2925	282,766	Overreinforced
1099	2925	733,201	Underreinforced
1108	2925	228,753	Overreinforced
1109	2925	263,526	Overreinforced
1110	2925	315,989	Underreinforced
1111	2925	221,554	Overreinforced
1112	2925	420,994	Underreinforced
1113	2925	438,120	Underreinforced
1114	2925	341,653	Underreinforced
1115	2925	219,299	Overreinforced
1116	2925	318,003	Underreinforced
1117	2925	208,225	Overreinforced
1118	2925	324,144	Underreinforced

Tabel 6 output sap kondisi penampang kolo pada lantai 1

Frame	PMMArea	e	Kondisi Penampang
Text	mm2		
1033	2925	235,749	Overreinforced
1034	2925	163,625	Overreinforced
1035	2925	386,234	Underreinforced
1036	2925	229,583	Overreinforced
1037	2925	2,14	Overreinforced
1038	2925	2,55	Overreinforced
1039	2925	183,94	Overreinforced
1040	2925	147,512	Overreinforced
1041	2925	300,235	Overreinforced
1042	2925	219,32	Overreinforced
1043	2925	1,67	Overreinforced
1093	2925	1,734	Overreinforced
1094	2925	140,507	Overreinforced
1095	2925	130,477	Overreinforced
1096	2925	223,724	Overreinforced
1097	2925	203,953	Overreinforced
1099	2925	1,464	Overreinforced
1108	2925	1,32	Overreinforced
1109	2925	169,338	Overreinforced
1110	2925	147,168	Overreinforced
1111	2925	271,482	Overreinforced
1112	2925	221,631	Overreinforced
1113	2925	133,069	Overreinforced
1114	2925	129,99	Overreinforced
1115	2925	210,79	Overreinforced
1116	2925	203,433	Overreinforced
1117	2925	138,974	Overreinforced
1118	2925	1,85	Overreinforced

Gambar 4 Denah kolom pada gedung C Grid 4



Analisa Tower

Dalam studi analisa ini tower yang di tinjau pada gedung C merupakan jenis tower Rooftop atau tower yang berdiri di atas sebuah gedung. Dan tower ini berbentuk segi empat dengan 4 kaki dengan profil dengan beberapa jenis profil baja yang digunakan baja siku dan Wf yang digunakan untuk pengekang antar pondasi tower.

- Baja siku
  180 x180 x 20

kx	=	ky	=	1,84	
L	=	5012			
ix	=	iy	=	5,51 cm	
Ix	=	Iy	=	1680	cm4
r min	=	35,3	mm		
fy	=	345	Mpa		
Ag	=	6800	mm		
Iξ	=	2690	cm4		
iξ	=	66,96	cm		
Iη	=	679	cm4		
iη	=	3,5	cm		
kη	=	4,52			
Nu	=	17,05			
Nn	=	531904			

A.aksi kolom

$$\lambda = \frac{K \times L}{r} = \frac{1 \times 5012}{35,3}$$

$$= 142,013$$

$$\lambda c = \frac{\lambda y}{\pi} \times \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

$$= \frac{14\ 2,013}{3,14} \times \sqrt{\frac{345}{20000}} = 1,878$$

$$\omega = 1,25 \times \lambda c^2$$

$$= 1,25 \times 1,87^2 = 4,410$$

$$Nn = Ag*fy = \frac{6800 \times 345}{\omega} = 531904$$

$$Nu = \frac{17,05}{4,410} = 3,77 \times 10^{-5}$$

$$\varphi Nn = 0,85 \times 531904$$

$$\lambda p = \frac{200}{\sqrt{fy}} = \frac{200}{\sqrt{345}} = 10,767$$

$$b/t = 180 / 20 = 9$$

b/t<λp kompak

jadi profil baja yang kita gunakan untuk rangka tower dinyataan kompak secara hitungan dan di input dalam SAP untuk di cek kekuatan secara struktural apakah tower tersebut dapat menahan berat sendiri atau tidak.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam kajian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tower ternyata mempengaruhi gaya dalam gedung secara signifikan pada daerah lapangan. Seperti yang terjadi pada beberapa balok dan kolom berikut ini:

a. Pada Balok :

- Balok Lantai 1 pada frame : 997, 998, 1029, 1028, 973
- Balok Lantai 2 pada frame: 966, 961, 927 dan 913.
- Balok Lantai 3 pada frame: 282

b. Pada Kolom :

- Kolom lantai 1 pada frame : 1093,1108,1109,1111,1115,1118.
- Kolom lantai 2 pada frame : 1044,1106,1124, dan 1125.
- Kolom lantai 3 pada frame : 1130, 1140. 1065 dan 1066

2. Dalam studi ini keruntuhan tower tidak bisa di prediksi karena pengaruh yang besar terjadi pada kombinasi 3 yaitu 1,2D +1,0L+1,0E sehingga beban yang sangat berpengaruh dalam keruntuhan tower dan gedung ini adalah akibat beban gempa dan terjadinya gempa itu sendiri tidak dapat kita prediksikan.
3. Dalam penilaian untuk kekuatan gedung yang direncakan dalam periode ulang 50 tahun ini di prediksi tidak cukup kuat dalam menerima beban yang terjadi, sehingga seperti yang telah disebutkan diatas bahwa pada gedung C tetap harus dilakukan perbaikan struktur untuk menigkatkan kuat layan Gedung C ini sendiri.

SARAN

1. Untuk tujuan pengembangan skripsi ini harus dilakukan peninjauan yang lebih detail dengan cara membandingkan damping rasio rata-rata untuk struktur gedung di bawah dan tower yang ada diatasnya.
2. Sebaiknya dalam merencanakan gedung harus diperhitungan untuk penamabahan beban yang akan dibebani dalam struktur utama agar tidak terjadi kerusakan struktur.
3. Sehingga untuk mencegah adanya hal hal yang dapat berakibat fatal harus dilakukan perbaikan secara sturktur atau renovasi gedung untuk meningkatkan nilai eksentrisitas pada kolom dan juga mengurangi angka kelendutan pada balok.

DAFTAR PUSTAKA

- *Purwono M.Sc, Prof. Ir. Rachmat. 2005. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa. Surabaya : ITS Pers*
- *http://www.pu.go.id/publik/bencana/gempa. 20 februari 2016*
- *Priyono MT, Ir. Pujo. 2012. Diktat Kuliah Struktur Beton 1-2. Jember : Unmuh Jember*
- *http: google.com*
- *www.wikipedia.com*