

ANALISIS PERHITUNGAN PERKUATAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN BAJA PROFIL AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN SERVER DENGAN BANTUAN PROGRAM ETABS

(Reinforced Concrete Analysis with Steel Profile Strengthening as The Result of additional Server Load With ETABS Program)

Slamet Wahyudi¹, Haryo Koco Buwono¹
1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
E-mail : slametwahyudi21@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan pada sebuah gedung di daerah Jakarta Pusat memerlukan ekspansi ruangan untuk kebutuhan ruang server utama dengan beban 1200 kg/m². Sehingga perlu adanya analisis untuk meninjau kekuatan strukturnya apakah masih mampu untuk menerima beban tambahan tersebut. Dan perlu dilakukan perhitungan untuk struktur perkuatannya apabila struktur existing tidak mampu menahan beban tambahan. Dengan menggunakan program ETABS dan perhitungan manual yang berdasar pada peraturan SNI dilakukan analisis tersebut. Pada analisis ini dibuat 3 modeling dengan menggunakan program ETABS. Modeling pertama adalah kondisi normal sebagai kontrol. Modeling kedua adalah struktur existing dengan beban tambahan server tanpa struktur perkuatan. Dan Modeling ketiga dengan beban tambahan dan dengan struktur perkuatan baja profil. Dari hasil output dari masing-masing modeling digunakan analisa perbandingan untuk mendapatkan peningkatan luas tulangan perlu dan gaya dalam yang terjadi serta dimensi baja profil untuk struktur perkuatannya. Hasil dari penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa dengan ditambahkan beban tambahan server pada sebagian area akan menimbulkan peningkatan luas tulangan dan gaya dalam pada struktur lainnya. Dan dihasilkan dimensi baja profil struktur perkuatannya menggunakan HB-400x400x13x21, HB-300x300x10x15 dan IWF-200x100x5,5x8.

Kata Kunci: perkuatan baja profil, ruang server, ETABS.

ABSTRACT

The result of this research is analyzed to know the parts of the structure that is not strong to withstand the load due to the addition of the floor, so held the retrograde by using FRP (Fiber Reinforced Polymer) system. In this study a building in Central Jakarta area requires expansion for the needs of the main server room with a load of 1200 kg / m². So it needs an analysis to review the strength of its structure is still able to accept the additional burden. And it is necessary to calculate for the strengthening structure if the existing structure is unable to withstand additional load. By using ETABS program and manual calculation based on SNI regulation, the analysis is done. In this analysis, 3 modeling was made using ETABS program. First modeling is normal as a control. The second modeling is the existing structure with additional server load without retrofitting structure. And third modeling with additional load and with steel profile reinforcing structure. From the output of each modeling a comparative analysis is used to obtain the necessary increase in the required reinforcement and internal forces as well as the profile steel dimensions for the retrofitting structure. The results of this study conclude that adding additional server loads in some areas will result in an increase in the area of reinforcement and inner force in other structures. And the dimensions of the steel profiles of the retrofitting structure using HB-400x400x13x21, HB-300x300x10x15 and IWF-200x100x5,5x8.

Keywords: steel profile reinforcement, server room, ETABS.

PENDAHULUAN

Penambahan suatu beban pada struktur yang sudah berdiri akan berakibat adanya penambahan luas tulangan perlu dan gaya dalam yang bekerja pada elemen struktur tersebut. Apalagi beban tambahan tersebut cukup berat dari beban rencana. Pada sebuah gedung perkantoran di wilayah Jakarta Pusat direncanakan sebagian ruangan akan dialihfungsikan dari ruang kantor menjadi ruang server utama dengan beban 1200 kg/m². Sehingga kajian terhadap efek yang ditimbulkan terhadap struktur *existing* serta perhitungan perkuatannya perlu dilakukan.

Hasil dari analisis ini diharapkan dapat menjadi masukan kepada pihak pengelola gedung dalam menentukan alternative perkuatan yang diperlukan.

Pada analisis ini juga diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas mengenai teknis pengambilan data-data *existing*, data yang didapatkan diasumsikan sudah sesuai dengan kondisi real existing yang ada.
2. Tidak membahas rincian beban server yang akan ditambahkan, data beban server keseluruhan diasumsikan sudah mempertimbangkan semua bahan, peralatan dan barang-barang penunjang server lainnya.
3. Tidak membahas efek penurunan dari pondasi *existing* dan perkuatannya.
4. Tidak menghitung *joint* antara balok baja perkuatan dengan kolom beton *existing*.
5. Tidak menghitung pelat lantai tambahan, pelat lantai tambahan direncanakan dengan material *raise floor* khusus untuk ruang server.
6. Analisis hanya dilakukan pada struktur balok dan kolom saja.
7. Hanya meninjau dari peningkatan Luas tulangan perlu, Momen dan Geser serta Diagram Interaksi.
8. Asumsi dan pengkondisian dalam analisis perkuatan adalah :
 - Perkuatan baja profil dikaitkan pada kolom beton *existing*.
 - Joint antara baja profil perkuatan dengan kolom *existing* diasumsikan jepit sempurna.
 - Beban server bertumpu pada struktur perkuatan dan lantai tambahan.
 - Tinggi balok perkuatan setinggi 100 cm dari as lantai *existing*.
 - Berat beban lantai tambahan diasumsikan sama dengan berat pelat lantai beton *existing*.
 - Pelat *existing* diasumsikan tidak kuat menahan beban tambahan server.

TINJAUAN PUSTAKA

Standar dan peraturan yang digunakan dalam melakukan analisis ini adalah sebagai berikut :

1. SNI 1727:2013, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya.
2. SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
3. SNI 1729:2015, Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
4. SNI 1726:2012, Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung.

Pada analisis efek terhadap struktur *existing* akibat dari penambahan beban server ada beberapa parameter yang dijadikan tolak ukur yaitu : peningkatan luas tulangan perlu & peningkatan gaya dalam (gaya geser dan momen). Dalam peraturan SNI 2847:2013 disyaratkan beberapa hal yang harus dipenuhi dalam merencanakan suatu bangunan dengan menggunakan struktur beton bertulang diantaranya :

$$\emptyset M_n \geq M_u \quad (1)$$

Dimana :

\emptyset : Faktor Reduksi
 M_n : Momen Nominal
 M_u : Momen Ultimit

$$\emptyset P_n \geq P_u \quad (2)$$

Dimana :

\emptyset : Faktor Reduksi
 M_n : Momen Nominal
 M_u : Momen Ultimit

$$\emptyset V_n \geq V_u \text{ (Geser)} \quad (3)$$

Dimana :

\emptyset : Faktor Reduksi
 V_n : Momen Nominal
 V_u : Momen Ultimit

Dari persyaratan diatas secara keseluruhan selain meninjau dari masing-masing nilai pada setiap elemen struktur. Adalah untuk mencari nilai dari luas tulangan yang diperlukan. Sehingga nilai dari luas tulangan yang diperlukan harus sudah mencakup dari persyaratan-persyaratan diatas.

Dalam mengevaluasi suatu bangunan yang dengan konstruksi beton bertulang maka disyaratkan :

$$A_{s_{perlu}} \leq A_{s_{terpasang}} \quad (4)$$

Dimana :

$A_{s_{perlu}}$: Luas tulangan yang diperlukan
 $A_{s_{terpasang}}$: Luas tulangan yang terpasang

Yang mana untuk memperhitungkan luas tulangan perlu antara momen dan geser sangat berkaitan, keterkaitannya adalah dalam mencari nilai luas tulangan perlu sebagai berikut:

Mencari Koefisien Tahanan :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \quad (5)$$

Mencari rasio tulangan (ρ) yang disyaratkan :

Jika,

$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ maka $\rho_{pakai} = \rho$
 $\rho_{min} > \rho$ maka $\rho_{pakai} = \rho_{min}$
 Dimana ;

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (6)$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \quad (7)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (8)$$

Dari nilai ρ yang di dapatkan, maka dapat di cari nilai dari luas tulangan perlunya yang disyaratkan :

Jika,

$A_{s_{min}} < A_s < A_{s_{max}}$ maka $A_{s_{pakai}} = A_s$
 $A_{s_{min}} > A_s$ maka $A_{s_{pakai}} = A_{s_{min}}$
 Dimana:

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} \times b_w \times d \quad (9)$$

$$A_s = \rho \times b_w \times d \quad (10)$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} \times b_w \times d \quad (11)$$

Analisis Gempa

Pada SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, dalam perencanaan dan evaluasi pada struktur bangunan gedung disyaratkan adanya simpangan yang terjadi tidak boleh melebihi dari batasan yang ditentukan di Pasal 7.12.1 dalam tabel 16. Pada analisis ini karena gedung masuk dalam kategori I maka nilai yang di ambil untuk nilai simpangan yang terjadi yaitu $0,025 h_{sx}$. Pada SNI 1726:2012 ada 9 langkah yang harus dilakukan dalam mencari gaya gempa untuk diinput kedalam modeling ETABS yaitu :

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung, (I-IV)
2. Menentukan faktor keutamaan
3. Menentukan parameter percepatan tanah (ss,s1)
4. Menentukan klasifikasi situs (SA-SF)
5. Menentukan faktor koefisien situs (Fa, Fv)

6. Menghitung parameter percepatan desain (SDS, SD1)
7. Menentukan kategori desain seismic, KDS (A-F)
8. Memiiilih sistem dan parameter struktur (R, Cd, W)
9. Perhitungan Gaya Lateral Equivalen

METODOLOGI PENELITIAN

Gedung yang dilakukan analisis adalah sebuah gedung perkantoran 4 lantai yang ada di daerah Jakarta Pusat.

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan kajian dengan mengumpulkan data-data existing yng terkait dengan analisis yang akan dilakukan. Selain itu mengumpulkan literatur tambahan sebagai bahan referensi.

Selanjutnya melakukan modeling dengan bantuan program ETABS. Pada analisis ini dilakukan 3 modeling :

1. Modeling 1 → Struktur *existing* dan dengan beban *existing*.
2. Modeling 2 → Struktur *existing* tanpa perkuatan dengan beban tambahan server.
3. Modeling 3 → Struktur *existing* dengan struktur perkuatan baja profil dan dengan tambahan beban tambahan server.

Dari hasil modeling akan didapatkan output berupa luas tulangan perlu dan gaya dalam yang bekerja. Dari hasil modeling 1 dan modeling 2 kemudian dilakukan analisis perbandingan untuk mendapatkan efek yang terjadi pada struktur *existing* terhadap beban tambahan server.

Kemudian dilakukan analisa dan modeling 3 untuk menentukan dimensi dan sistem struktur perkuatan dengan baja profil yang akan digunakan, sekaligus pada modeling 3 ini dilakukan analisa terhadap efek yang terjadi pada struktur beton bertulang akibat dari struktur tambahan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil kajian baik secara langsung dengan mengumpulkan informasi tentang struktur *existing* didapatkan data-data sebagai berikut :

KOLOM :

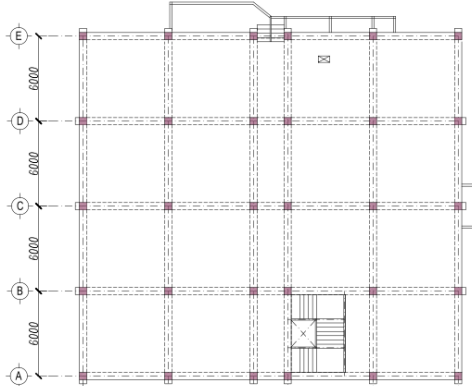
K1 :
 Dimensi = 500 mm x 800 mm
 Tulangan Utama = 18 Ø 25mm
 Sengkang = Ø 10 mm – 100 mm

K2 :
 Dimensi = 500 mm x 500 mm
 Tulangan Utama = 20 Ø 25mm
 Sengkang = Ø 10 mm – 150 mm

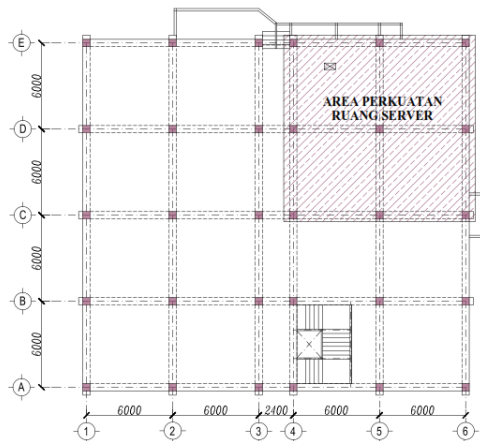
BALOK :

B1 :
 Dimensi = 300 mm x 500 mm
 Tulangan Tumpuan = 6 Ø 19 mm
 Tulangan Lapangan = 6 Ø 19 mm

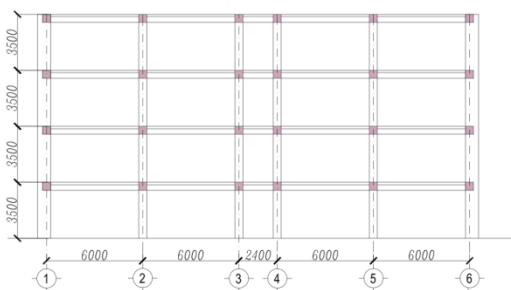
- Sengkok Tumpuan = Ø 10 mm – 150 mm
- Sengkok Lapangan = Ø 10 mm – 200 mm
- B2 :
- Dimensi = 500 mm x 500 mm
- Tulangan Tumpuan = 8 Ø 19 mm
- Tulangan Lapangan = 7 Ø 19 mm
- Sengkok Tumpuan = Ø 10 mm – 150 mm
- Sengkok Lapangan = Ø 10 mm – 200 mm
- Mutu Beton = K-225
- Tebal Plat Lantai = 15 cm
- Kelas situs tanah = SD (Tanah Sedang)



Gambar 1. Denah existing typical Modeling 1



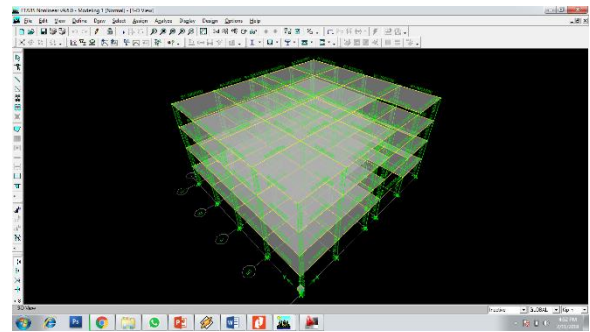
Gambar 2. Denah Area penambahan beban server (modeling 2)



Gambar 3. Potongan struktur existing typical

Modeling 1

Dari data-data existing yang di dapatkan kemudian dibuat modeling 1 dengan ETABS



Gambar 4. Modeling 1 pada ETABS

Langkah berikutnya adalah memasukkan beban, beban-beban yang dimasukkan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Beban mati dan beban hidup (modeling 1)

SDL (Super dead load)			LL (Live Load)		
Finishin g, t=2cm	0, 40	kN/ m ²	Beban Perkantoran	2,4	kN/m ²
MEP	0, 20	kN/ m ²	Koridor	4,7	kN/m ²
Plafon	0, 10	kN/ m ²	Beban atap	0,9	kN/m ²
Tembok Hebel (6,5 kN/m ³), t= 10 cm dan h=3,5 m	2, 28	kN/ m ²	*Beban pada balok induk		

Dengan menggunakan langkah-langkah yang disyaratkan dalam SNI 1726:2012 maka didapatkan nilai-nilai gaya gempa yang akan dimasukkan kedalam modeling 1 yaitu :

Tabel 2. Mencari gaya geser gempa (modeling 1)

Kategori resiko bangunan	II
Faktor keutamaan gempa (I_e)	1,0
S_{DS}	0,566
S_{D1}	0,357
Klasifikasi situs	SD (tanah sedang)
Kategori Desain Seismik	D
Sistem Struktur	SRPMB
R	8
C_d	5,5
Ω_0	3
Koefisien respon seismik (C_s)	0.071
Periode fundamental (T_a)	0,354
Cs max	0,089
Cs min	0,025
Cs dipakai	0,071
Berat total struktur (W) (kN)	24246,10
Gaya geser (V) (kN)	1715,41
Eksponen (k)	1

Dari data diatas kemudian kita bisa menghitung besarnya gaya-gaya geser disetiap lantai sebagai beban yang diperhitungkan dalam analisis gempa

Tabel 3. Gaya geser setiap tingkat (modeling 1)

Lantai	Tinggi Lantai dari Dasar h (m)	Berat Lantai W (kN)	$W \cdot h^k$ (kN.m)	C_{vx}	F_x (kN)
4	14	4660.92	65252.95	0.32	548.03
3	10.5	6709.41	70448.82	0.34	591.67
2	7	6709.41	46965.88	0.23	394.45
1	3.5	6166.35	21582.23	0.11	181.26

Setelah semua parameter beban di masukkan kemudian proses running setelah menginput grafik respon *spectrum* dan kombinasi beban. Kombinasi beban yang dimasukkan adalah :

Tabel 4. Kombinasi beban (modeling 1)

Nama Kombinasi	Kombinasi Beban
Combo 1	1 DL + 1 LL
Combo 2	1,2 DL + 1,6 LL
Combo 3	1,2 DL + 1 LL + 1 Ex + 0,3 Ey
Combo 4	1,2 DL + 1 LL + 1 Ex - 0,3 Ey

Nama Kombinasi	Kombinasi Beban
Combo 5	1,2 DL + 1 LL - 1 Ex + 0,3 Ey
Combo 6	1,2 DL + 1 LL - 1 Ex - 0,3 Ey
Combo 7	1,2 DL + 1 LL + 0,3 Ex + 1 Ey
Combo 8	1,2 DL + 1 LL + 0,3 Ex - 1 Ey
Combo 9	1,2 DL + 1 LL - 0,3 Ex + 1 Ey
Combo 10	1,2 DL + 1 LL - 0,3 Ex - 1 Ey
Combo 11	0,9 DL + 1 Ex + 0,3 Ey
Combo 12	0,9 DL + 1 Ex - 0,3 Ey
Combo 13	0,9 DL - 1 Ex + 0,3 Ey
Combo 14	0,9 DL - 1 Ex - 0,3 Ey
Combo 15	0,9 DL + 0,3 Ex + 1 Ey
Combo 16	0,9 DL + 0,3 Ex - 1 Ey
Combo 17	0,9 DL - 0,3 Ex + 1 Ey
Combo 18	0,9 DL - 0,3 Ex - 1 Ey

Modeling 2

Karena struktur yang digunakan dalam modeling 2 sama dengan modeling 1 maka digunakan modeling 1 hanya dirubah di beban yang diterima yaitu ditambah beban server. Dengan langkah-langkah yang sama dengan modeling 1 dihitung beban-beban gempa yang akan dimasukkan dalam modeling 2, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Menghitung gaya geser gempa (modeling 2)

Kategori resiko bangunan	II
Faktor keutamaan gempa (I_e)	1,0
S_{DS}	0,566
S_{D1}	0,357
Klasifikasi situs	SD (tanah sedang)
Kategori Desain Seismik	D
Sistem Struktur	SRPMB
R	8
C_d	5,5
Ω_0	3
Koefisien respon	0.071

seismik (C_s)	
Periode fundamental (T_a)	0,354
C_s max	0,089
C_s min	0,025
C_s dipakai	0,071
Berat total struktur (W) (kN)	24246,10
Gaya geser (V) (kN)	1715,41
Eksponen (k)	1

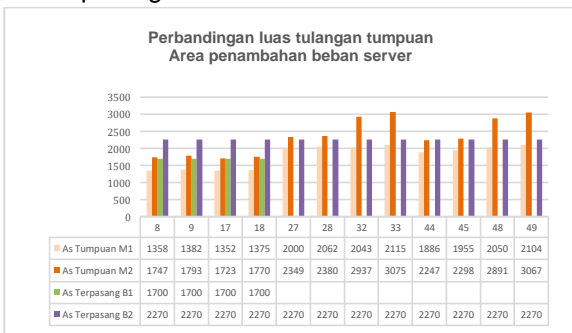
Sedangkan karena adanya penambahan beban server sehingga untuk gaya geser di tiap tingkat juga berubah. Maka gaya gesernya perlu di hitung juga sebagai berikut

Tabel 6. Gaya geser tiap tingkat (modeling 2)

Lantai	Tinggi Lantai dari Dasar h (m)	Berat Lantai W (kN)	$W \cdot h^k$ (kN.m)	C_{vx}	F_x (kN)
4	14	4660.92	65252.95	0.32	553.34
3	10.5	6709.41	70448.82	0.34	597.40
2	7	6709.41	46965.88	0.23	398.27
1	3.5	6571.14	22998.97	0.11	195.03

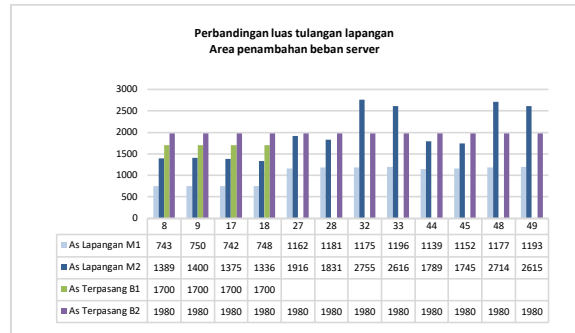
Analisis Perbandingan Modeling 1 dan Modeling 2

Dari hasil output kedua modeling 1 dan modeling 2 kemudian dilakukan analisis dengan metode perbandingan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui efek yang terjadi pada struktur *existing* akibat penambahan beban server. Perbandingan yang dilakukan dengan menganalisa nilai dan presentase kenaikan yang terjadi, serta pada daerah atau elemen struktur mana saja yang mengalami peningkatan. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



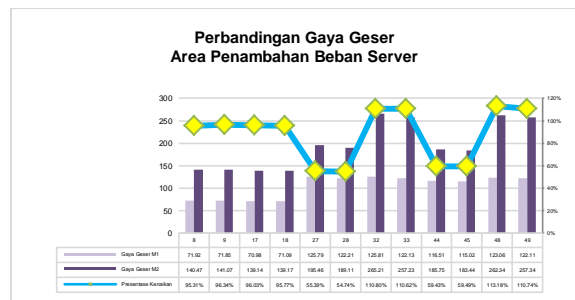
Gambar 5. Perbandingan luas tulangan perlu tumpuan balok, area penambahan

beban server modeling 1 dan modeling 2

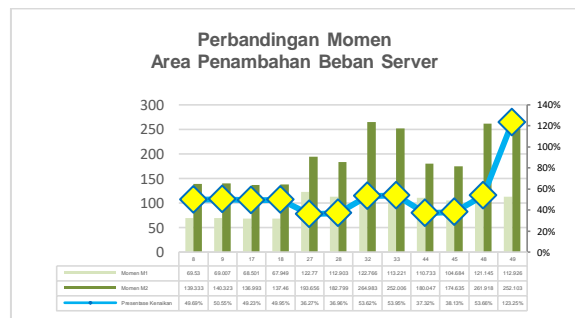


Gambar 6. Perbandingan luas tulangan perlu lapangan balok, area penambahan beban server modeling 1 dan modeling 2

Dari grafik perbandingan diatas dapat dilihat bahwa peningkatan yang terjadi di area penambahan beban server cukup besar, dan bahkan melebihi dari luas tulangan perlu. Walaupun dibeberapa *type* balok ada yang masih dibawah luas tulangan terpasang yaitu disisi tumpuan, tetapi di lapangan semua mengalami *over* dari luas tulangan terpasang. Oleh karena itu dapat disimpulkan balok tidak kuat.



Gambar 7. Perbandingan dan presentase peningkatan gaya geser modeling 1 & modeling 2



Gambar 8. Perbandingan gaya geser pada balok area penambahan beban server modeling 1 dan modeling 2

Dari Gambar 7 & 8 dapat dilihat adanya kenaikan momen dan geser yang cukup besar pada balok diarea penambahan beban server. Bahkan ada beberapa balok yang kenaikannya

mencapai 100% lebih. Dari luas tulangan perlu balok pada grafik 1 & 2 luas tulangan yang terpasang tidak mencukupi atau lebih kecil dari luas tulangan perlu, sehingga dinyatakan tidak kuat. Selanjutnya untuk memastikannya maka dibuatkan perhitungan manual berdasarkan persyaratan dari SNI 2847:2013. Balok yang dihitung untuk *sample* adalah balok dengan momen terbesar. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil perhitungan manual *momen nominal*

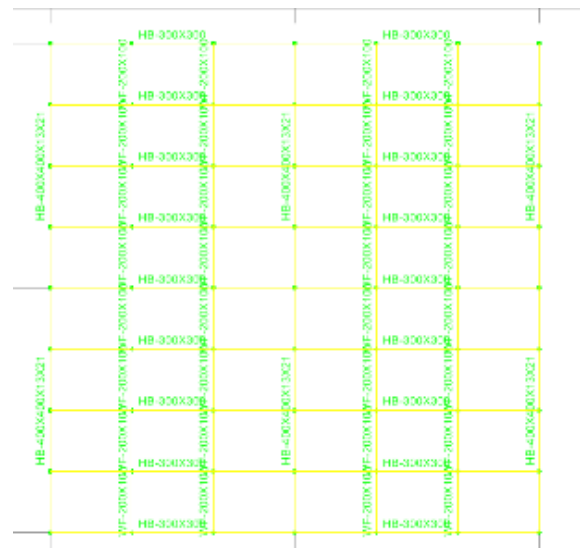
Lokasi	ØMn (kg.m)	Mu (kg.m)
Tumpuan	23534	27021
Lapangan	19799	20757

Dari tabel diatas diatas menunjukkan bahwa nilai dari Momen Ultimate lebih besar yang berarti dari peraturan SNI 2847 : 2013 persyaratan keamanan desain tidak terpenuhi. Selain ada peningkatan luas tulangan perlu, momen dan gaya geser pada elemen struktur di area penambahan beban server. Dari hasil modeling 1 & modeling 2 juga didapatkan adanya peningkatan luas tulangan perlu, momen dan gaya geser pada area diluar penambahan beban. Akan tetapi kenaikan yang terjadi hanya dibawah 30% dan luas tulangan perlu yang dihasilkan masih lebih kecil dari luas tulangan terpasang. Sehingga sesuai peraturan SNI masih memenuhi syarat atau masih kuat.

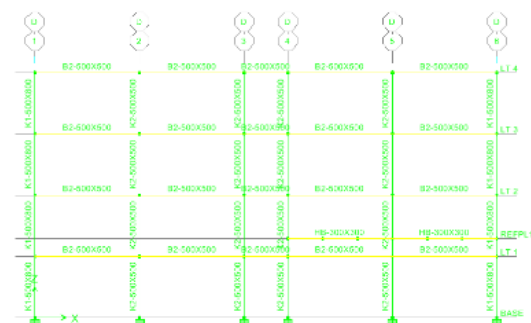
Modeling 3

Setelah mengetahui efek yang terjadi terhadap strutur *existing* akibat adanya penambahan beban struktur. Maka selanjutnya membuat modeling 3 yaitu kondisi diberikan struktur perkuatan dan adanya beban tambahan server. Karena adanya pertimbangan nantiny struktur akan digunakan untuk ruang server yang mana ketentuannya lantai yang digunakan harus terdapat rongga atau ruang untuk tempat kabel dan instalasi pendingin ruangan khusus, maka struktur perkuatan dipilih dengan menggunakan baja profil dengan mengaitkan ke struktur kolom *existing* dengan elevasi 50cm dari elevasi lantai *existing*. Struktur yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6. Sedangkan untuk baja profil yang dimodelingkan dalam program ETABS adalah :

1. H1 → HB 400 x 400 x 13 x 21
2. H2 → HB 300 x 300 x 10 x 15
3. H3 → WF 200 x 100 x 5,5 x 8



Gambar 9. Struktur perkuatan baja profil



Gambar 10. Potongan struktur perkuatan baja profil

Karena adanya penambahan beban dan penambahan struktur perkuatan tambahan maka untuk berat struktur dan beban horizontal untuk analisis gempa perlu dihitung kembali.

Tabel 8. Menghitung gaya geser gempa (modeling 3)

Kategori resiko bangunan	II
Faktor keutamaan gempa (I_e)	1,0
S_{DS}	0,566
S_{D1}	0,357
Klasifikasi situs	SD (tanah sedang)
Kategori Desain Seismik	D
Sistem Struktur	SRPMB
R	8
C_d	5,5
Ω_0	3
Koefisien respon seismik (C_s)	0.071
Periode fundamental (T_a)	0,354
Cs max	0,089
Cs min	0,025
Cs dipakai	0,071

Berat total struktur (W) (kN)	26318.48
Gaya geser (V) (kN)	1862
Eksponen (k)	1

Dari data diatas kemudian kita bisa menghitung besarnya gaya-gaya geser disetiap lantai sebagai beban yang diperhitungkan dalam analisis gempa. Didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 9. Gaya geser gempa antar tingkat (modeling 3)

Lantai	Tinggi Lantai dari Dasar h (m)	Berat Lantai W (kN)	W.h ^k (kN.m)	Cv x	Fx (kN)
4	14	4660.92	65252.95	0.31	574.47
3	10.5	6709.41	70448.82	0.33	620.22
2	7	6709.41	46965.88	0.22	413.48
1	3.5	8238.74	28835.57	0.14	253.86

Setelah semua parameter dimasukkan maka dilakukan *running* pada program ETABS sehingga didapatkan beberapa output sebagai berikut yang digambarkan seperti grafik

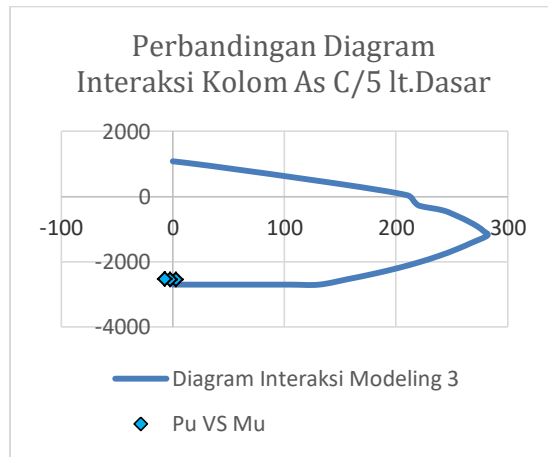
Tabel 10. Luas tulangan perlu balok (modeling 3)

Nomor Member / Beam	Type Balok	As Tulangan Perlu		As Tulangan Terpasang	
		Tumpuan (mm ²)	Lapangan (mm ²)	Tumpuan (mm ²)	Lapangan (mm ²)
B 8	B-1	1274	734	1700	1700
B 9	B-1	1292	740	1700	1700
B 17	B-1	1261	730	1700	1700
B 18	B-1	1266	732	1700	1700
B 27	B-2	1973	1156	2270	1980
B 28	B-2	2043	1175	2270	1980
B 32	B-2	1985	1158	2270	1980
B 33	B-2	2093	1190	2270	1980
B 44	B-2	1860	1135	2270	1980
B 45	B-2	1842	1131	2270	1980
B 48	B-2	2061	1180	2270	1980
B 49	B-2	2019	1168	2270	1980

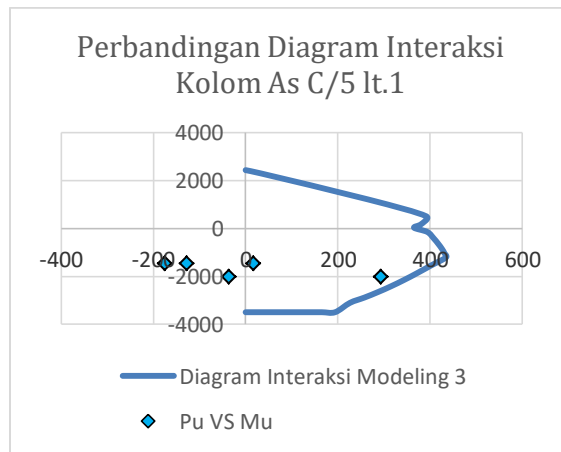
Dari tabel diatas dapat dilihat luas tulangan perlu lebih kecil dari luas tulangan terpasang sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur balok diarea penambahan beban server masih aman.

Karena struktur perkuatan dikaitkan pada kolom *existing* dari hasil modeling juga ditemukan adanya beberapa kolom tersebut yang mengalami peningkatan luas tulangan perlu. Oleh karena itu

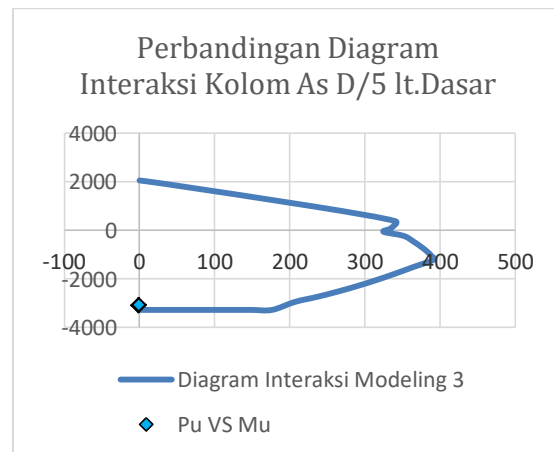
perlu dilakukan analisis tambahan dengan diagram interaksi untuk melihat apakah dengan beban yang bekerja masih cukup aman kolom tersebut. Dari peningkatan luas tulangan perlu ada 4 kolom yang terjadi, kolom tersebut yang dianalisa dengan menggunakan diagram interaksi sebagai berikut :



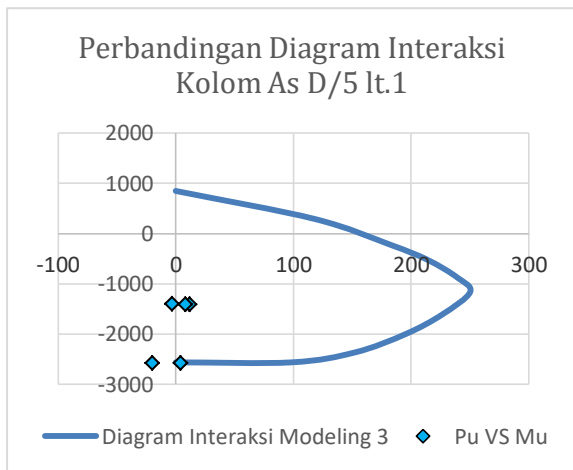
Gambar 11. Diagram Interaksi Kolom As C/5 Lt.dasar



Gambar 12. Diagram Interaksi Kolom As C/5 Lt.1



Gambar 13. Diagram Interaksi Kolom As.D/5 Lt.dasar

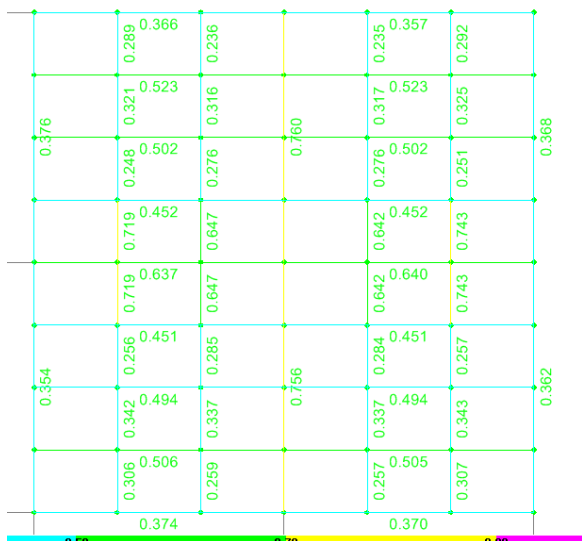


Gambar 14. Diagram Interaksi Kolom As. D/5 Lt.1

Dari diagram interaksi diatas daidapatkan hasil bahwa gaya dalam yang terjadi pada kolom-kolom tersebut akibat dari adanya struktur perkuatan tambahan dan beban tambahan server masih mampu ditahan dengan struktur kolom *existing*.

Hasil Output Struktur Perkuatan

Pada modeling 3 juga didapatkan hasil dari struktur perkuatan dengan baja profil. Dari hasil yang didapatkan setelah proses running tidak ada warna merah atau nilai rasio yang lebih dari 1 (satu) yang berarti struktur baja profil cukup aman dan mampu menopang beban-beban yang bekerja. Hasil ouput tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 15. Rasio struktur perkuatan baja profil

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Akibat penambahan beban server tanpa perkuatan struktur mempunyai efek terhadap struktur lainnya yang tidak

langsung menerima beban tambahan, terutama pada balok pendek di area koridor yang berada disamping area penambahan beban server. Akan tetapi efek yang terjadi atau peningkatannya tidak terlalu signifikan, yaitu rata-rata di bawah 50%.

2. Kenaikan luas tulangan perlu yang terjadi pada struktur existing pada area yang dikenai beban tambahan server adalah rata-rata sebesar 30% ditumpuan dan 89,08% dilapangan, sementara diluar area tersebut sebesar 5,27% ditumpuan dan 3,74% dilapangan. Sedangkan rata-rata peningkatan momen dan geser berturut-turut di area yang dikenai tambahan beban adalah 52,71% dan 88,15%, sementara diluar area tersebut 6,61% dan 4,24%.
3. Beberapa kolom yang menjadi tumpuan struktur perkuatan tambahan mengalami kenaikan luas tulangan perlu karena kenaikan momen dan geser di kolom tersebut. Akan tetapi dari hasil analisa masih mampu dan aman untuk menopang struktur perkuatan tambahan dan beban tambahan server karena tulangan yang terpasang masih lebih dari tulangan perlu.
4. Dari hasil analisis diperoleh dimensi baja profil yang digunakan untuk struktur perkuatan tambahan adalah HB 400 x 400 x 13 x 21, HB 300 x 300 x 10 x 15 dan WF 200 x 100 x 5,5 x 8.

Dengan adanya struktur perkuatan tambahan efek yang terjadi hanya pada kolom yang menjadi tumpuan struktur perkuatan tambahan tersebut. Sedangkan pada elemen strukrur lainnya tidak mengalami perubahan.

DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, Istimawan. (1999). "Struktur Beton Bertulang". Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Herdiansah, Yudi. "Evaluasi Kinerja dan Perkuatan Struktur Gedung Guna Penambahan Lantai Dengan Studi Kasus Gedung Fakultas Psikologi UNJANI". Cimahi : Fakultas Teknik – Universitas Jenderal Achmad Yani.

Indarto, Himawan, dkk. "Evaluasi Kekuatan Struktur yang Sudah Berdiri Dengan Uji Analisis dan Uji Beban (Studi Kasus Gedung Setda Kabupaten Brebes). Brebes : Jurnal Teknik Sipil Academia

Miswar, Khairul, dkk. “Perbaikan dan Perkuatan Balok Beton Bertulang Dengan Cara Penambahan Profil Baja Kanal”. Nanggroe Aceh Darussalam : Teknik Sipil - Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Moestopo, Muslinang. (2012). “Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa”. Jakarta : HAKI (Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia)

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2012. (2012). “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727-2013. (2013). “Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1729-2015. (2015). “Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural”. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847-2013. (2013). “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Bin Ishaq Al-sheikh, DR. Abdullah Bin Muhammad Bin Abdurahman. (2005). “Tafsir Ibnu Katsir”. Jakarta : Pustaka Imamasy-Syafi'i