JURNAL

TEKNIK SIPIL

TINJAUAN TERHADAP DESAIN GEDUNG C UNIVERSITAS PENDIDIKAN NASIONAL BALI MENGGUNAKAN SAMBUNGAN SEMI-RIGID

(Studi Kasus : Jalan Raya Bajul Mati Kabupaten Situbondo)

Yudi Andriyanto, 1410611007
Dosen Pembimbing :
1. Ir. Pujo Priyono, MT
2. Ir. Toto Dwi Kuryanto, MT
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

ABSTRAK

Pada suatu sambungan balok dengan kolom, pada umumnya disambung menggunakan sambungan baut. Sambungan dikatakan baik jika sambungan tersebut bersifat rigid, dimana perputaran sudutnya adalah 0.

Memperhatikan profil kolom yang saat ini digunakan adalah profil WF yang mempunyai sisi lemah sumbu Y, maka analisa saat 3D untuk balok arah sumbu memanjang akan disambung menggunakan sambungan semi-rigid. Padahal analisa struktur menggunakan SAP tidak menfasilitasi suatu kekangan yang bersifat semi-rigid melainkan hanya menggunakan asumsi rigid.

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk melakukan analisis besarnya kenaikan momen lapangan akibat digunakannya sambungan semi-rigid dan meninjau besarnya tegangan yang terjadi pada balok komposit dengan tegangan ijin baja yang diijinkan, sehingga tidak menimbulkan resiko pada konstruksi tersebut.

Di dalam analisa perhitungan nilai tegangan terbesar pada tahap sesudah komposit mencapai 135.75 Mpa dimana tegangan baja yang diijinkan $\bar{\sigma}$ = 166.67 Mpa pada profil balok induk yaitu WF 400.200.8.13 dengan rasio kenaikan momen akibat sambungan semi-rigid mendapai 0.25%, profil tersebut dinyatakan aman atau dapat digunakan.

Kata Kunci : sambungan, semi-rigid, analisa

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

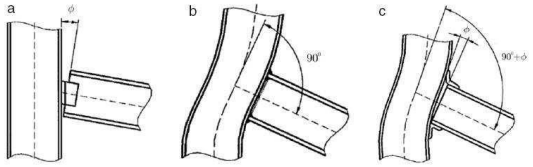
Pada konstruksi baja, penyambungan terjadi karena profil yang digunakan memiliki panjang batang yang kurang dari perencanaan, serta terjadinya pertemuan antara suatu batang dengan batang yang lain pada satu titik buhul, yang kemudian penyambungannya dibantu dengan menggunakan pelat buhul.

Sambungan-sambungan tersebut direncanakan harus dapat menahan gaya-gaya yang akan bekerja padanya akibat adanya beban luar maupun berat sendirinya. Syarat-syarat perencanaan lainnya yang berlaku pada sambungan diantaranya : kekakuan, kekuatan, keindahan, ekonomis, dan praktis.

Dalam perencanaan sambungan, pemilihan alat sambung yang akan digunakan mempengaruhi kekuatan sambungan nantinya. Setiap sambungan memiliki kondisi kekakuan yang berbeda-beda sesuai jenis dan fungsinya. Kekakuan tersebut mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi gaya-gaya dalam dan deformasi yang terjadi pada sambungan tersebut.

Pada konstruksi beton, perihal sambungan tidak terlalu dipermasalahkan, karena hubungan antara titik temu struktur secara keseluruhan bersifat monolit (menyatu secara kaku). Berbeda dengan konstruksi baja maupun kayu, sambungannya memerlukan perhatian khusus karena elemen-elemen struktur yang mengalami penyambungan tidak bersifat monolit seperti halnya pada konstruksi beton, terutama pertemuan antara balok dan kolomnya.

Rangka portal baja secara tradisional direncanakan dengan asumsi bahwa sambungan antara balok dan kolomnya bersifat sendi atau kaku sepenuhnya (*fully rigid*). Jika kondisinya sendi, berarti tidak ada momen yang tersalurkan antara balok dan kolom, ini berarti sambungan tersebut tidak memiliki kekakuan rotasi dan tidak dapat menyalurkan momen, namun dapat menyalurkan gaya aksial dan gaya geser ke komponen yang disambungnya (Gambar 1.1a). Selain itu, sambungan kaku sepenuhnya memiliki kekakuan rotasi dan dapat menyalurkan seluruh gaya yang terjadi antara balok dan kolom (Gambar 1.1b). Namun, sifat dan perilaku sambungan tidak dapat sepenuhnya dipahami. Kenyataannya, sambungan juga memiliki tingkatan derajat kekakuan antara sendi dan kaku, yang disebut semi-kaku.



Gambar 1.1.
Jenis sambungan menurut perilaku sudut rotasi balok dan kolom

Sebagai bahan studi perencanaan, Gedung C Universitas Pendidikan Nasional Bali merupakan gedung yang terdiri dari 4 lantai + 1 lantai semi basement dengan struktur atas adalah struktur komposit baja-beton dengan lantai dari beton.

Struktur komposit merupakan perpaduan antara baja profil dan beton, dimana perbedaannya dengan beton bertulang gaya-gaya tarik yang terjadi pada element struktur di pikul oleh besi tulangan, sedangkan pada struktur komposit gaya-gaya tarik yang terjadi di pikul oleh baja profil.

Struktur komposit dengan profil WF sudah banyak di gunakan dalam perencanaan gedung. Hal ini di sebabkan keuntungan yang di dapat dengan menggunakan struktur komposit pada suatu bangunan dibanding menggunakan struktur beton bertulang. Jika di tinjau dari segi kualitas dan efisiensi waktu pekerjaan

bangunan dengan struktur komposit lebih menguntungkan.

Memperhatikan profil kolom yang saat ini digunakan adalah profil WF, yang mempunyai sisi lemah di sumbu Y, maka saat analisa 3D untuk balok arah sumbu memanjang akan disambung dengan sistem sambungan semi rigid.

Analisa struktur dengan SAP 2000, tidak memfasilitasi suatu "Kekangan" yang bersifat semi rigid, melainkan hanya menggunakan asumsi rigid yang tentunya akan mempunyai hasil gaya dalam pada balok dengan asumsi kekangan tersebut.

Berkaitan dengan hal tersebut, penulis mengajukan judul tugas akhir yang berjudul "Tinjauan Terhadap Desain Gedung C Universitas Pendidikan Nasional Bali Dengan Sambungan Semi Kaku".

Fokus pada penelitian tugas akhir ini adalah untuk mempelajari perilaku sambungan terhadap momen kenaikan momen lapangan yang terjadi pada struktur baja komposit secara teoritis.

Peraturan yang di gunakan untuk prencanaan ini yaitu perencanaan struktur baja dengan metode LRFD berdasarkan SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan permasalahan dalam penelitian dan pembahasan Tugasakhir ini, adalah :

1. Berapa nilai momen lapangan dan tumpuan yang terjadi akibat sambungan semi-rigid?
2. Mampukah profil WF yang digunakan saat ini untuk menahan kenaikan momen lapangan yang terjadi akibat sambungan semi-rigid?

1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan penulisan dalam studi perencanaan pembangunan gedung C undiknas ini adalah :

1. Meninjau besar kenaikan momen lapangan balok komposit pada proyek pembangunan Gedung C Universitas Pendidikan Nasional Bali akibat penggunaan sambungan semi-rigid.
2. Merencanakan ulang struktur utama di saat sambungan menggunakan semi-rigid.

1.4 Manfaat Penelitian

Proposal tugas akhir ini di harapkan dapat memberikan informasi dengan berbentuk ilmu kepada pembaca agar dapat merencanakan dan menghitung kekuatan suatu gedung dengan menggunakan basis struktur komposit baja beton pada saat gedung tersebut mempunyai sambungan semi-rigid.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam studi perencanaan gedung C Universitas Pendidikan Nasional Bali adalan sebagai berikut :

1. Desain perencanaan struktur menggunakan metode LRFD.
2. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban hidup, mati, gempa.
3. Studi perencanaan hanya membahas balok dan sambungan

pada Gedung C Universitas Pendidikan Nasional Bali.

4. Pada penulisan ini hanya bersifat review desain bukan perencanaan ulang.
5. Tidak merencanakan perhitungan tangga dan shear wall dinding basement.
6. Tidak melakukan perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya).
7. Dalam pembahasan struktur penulis akan mengacu pada :
   a) Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983).
   b) SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
   c) SNI-1727-2013 tentang Beban Minimum Untuk Perencanaan gedung dan Struktur Lain.
   d) SNI-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.
   e) SNI-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
   f) Menggunakan software SAP 200 V 14 sebagai alat bantu.

   Menambah wawasan secara teknis dalam survey dan geometrik jalan raya dan perencanaan tebal perkerasan lenturnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Struktur komposit terdiri dari profil baja dan beton yang di gabung bersama untuk memikul beban tekan atau lentur. Batang yang memikul lentur umumnya disebut dengan balok komposit dan batang yang memikul tekan umumnya disebut kolom komposit. Dengan menggunakan konstruksi komposit dalam desain suatu komponen struktur ternyata dapat diperoleh beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Dapat mereduksi berat profil baja yang di pakai
2. Tangga profil baja yang di pakai dapat di kurangi.
3. Dapat menambah panjang bentang layan.

2.2 Balok Komposit

Balok komposit adalah bilamana terdapat kerjasama antara dua material yang merupakan satu kesatuan. Untuk membentuk tipe balok yang demikian diperlukan adanya penghubung geser atau shear connector yang berfungsi mentransfer gaya geser dari plat beton ke balok baja melalui bidang pertemuan plat beton dan baja profil, sehingga pergeseran antara plat beton dan profil baja dapat dihindari.

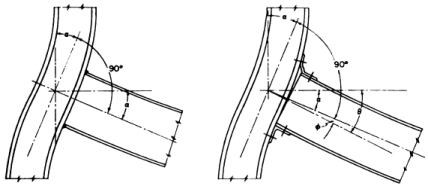
2.3 Sambungan

Sambungan merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindarkan dalam perencanaan struktur baja. Hal ini dikarenakan bentuk struktur bangunan yang begitu kompleks, salah satunya sambungan antara balok dan kolom.

Kegagalan dalam sambungan dapat mengakibatkan perubahan fungsi struktur bangunan, dan yang paling berbahaya adalah keruntuhan pada struktur tersebut. Untuk mencegah hal ini, maka kekakuan sambungan antara balok dan kolom tersebut harus memenuhi persyaratan.

Dalam buku *advanced design of semi-rigid connection by joh E.Lothers (hal.369)* menjelaskan bahwa sambungan rigid tidak ada sudut rotasi yang terjadi dari sambungan tersebut dan momen pada ujung balok di distribusikan sepenuhnya ke kolom. Sambungan sendi diasumsikan bahwa sambungan tidak dikekang dengan baik sehingga menimbulkan sudut rotasi dan momen pada ujung balok selalu nol. Sambungan semirigid diasumsikan bahwa terdapat sudut rotasi pada sambungan dan

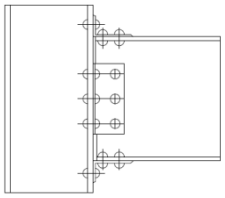
momen di distribusikan ke kolom, rotasi yang dimaksud adalah perubahan sudut yang terjadi antara balok dan kolom.



Gambar 2.1.
Rotasi pada sambungan
(sumber : advanced design of semi-rigid connection)

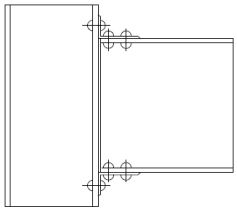
Menurut *B.G. Johnston dan E.H. Mount* dalam buku *Analysis of building frames with semi-rigid connections* disebutkan saat sambungan adalah tipe semi rigid, maka momen lapangan yang terjadi meningkat sebesar 5% sampai 25%, dengan diambil rata-rata kenaikan adalah 10%. Begitupun dengan momen tumpuan, mengalami penurunan sebesar 5% sampai 25%.

Nilai peningkatan persentase momen pada model sambungan semi-rigid di gambarkan Dalam buku *advanced design of semi-rigid connection by john E.Lothers.*



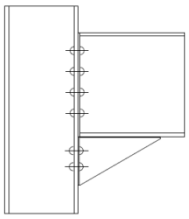
Gambar 2.2.
Sambungan dengan tingkat kenaikan momen 10%

(sumber : advanced design of semi-rigid



Gambar 2.3.
Sambungan dengan tingkat kenaikan momen 20%

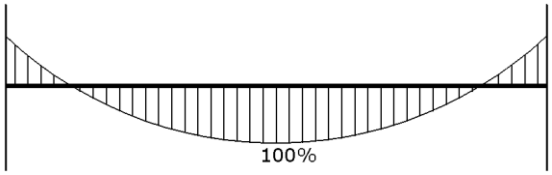
(sumber : advanced design of semi-rigid connection)



Gambar 2.4.
Sambungan dengan tingkat kenaikan momen 25%

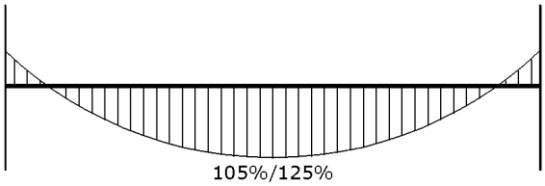
(sumber : advanced design of semi-rigid connection)

Dengan begitu besar momen yang akan di tanggung oleh balok akan meningkat signifikan dari momen normal yang berasumsi menggunakan sambungan rigid.



Gambar 2.5.
Kondisi momen saat sambungan rigid

(sumber : Analysis of building frames with semi-rigid connections)



Gambar 2.6.
Kondisi momen saat sambungan semirigid

(sumber : Analysis of building frames with semi-rigid connections)

2.4 Konsep Pembebanan

Dalam menjalankan fungsinya, setiap struktur akan menerima pengaruh dari

luar, sistem struktur yang terbuat dari material bermassa, juga akan memikul beratnya sendiri akibat pengaruh gravitasi. Berikut merupakan gambaran pembebanan yang di perhitungkan pada konstruksi gedung bertingkat berdasarkan peraturan terkait :

2.4.1. Beban Mati

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.

2.4.2. Beban Hidup

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.

2.4.3. Beban Angin

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.

2.4.4. Beban Gempa (SNI-1726-2012)

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.

Pembebanan gempa bekerja dalam 2 arah utama gedung-gedung secara bersamaan. Kemungkinan bahwa selama suatu jangka waktu yang pendek selama gempa berlangsung, unsur-unsur struktur dalam kedua arah utama (seperti balok-balok portal 2 arah) mencapai taraf leleh secara bersamaan.

Pasal 3.3.2. peraturan gempa, Pasal ini mensyaratkan agar unsur-unsur primer direncanakan terhadap pengaruh 100% dari beban gempa rencana dalam satu arah utama dikombinasikan dengan pengaruh 30% dari beban gempa rencana dalam arah yang tegak lurus.

2.4 Kombinasi Pembebanan

Karena analisa yang akan dilakukan menggunakan metode elastic,maka kombinasi yang akan digunakan pada perencanaan ini menggunakan beberapa kombinasi seperti berikut.

- 1 D
- 1 D + 1 L
- 1 D + 1 L + 0.9 E

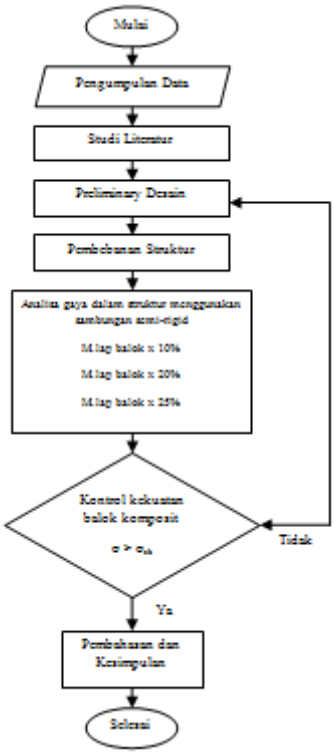
  Dimana :
  D = Dead/beban mati
  L = Live/beban hidup
  E = Gempa

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mempermudah penyusunan tugas akhir ini maka diperlukan suatu tahapan-tahapan analisa, agar hasil yang diperoleh sesuai dengan harapan, adapun

tahapan perencanaan dijelaskan dalam flowchart berikut :

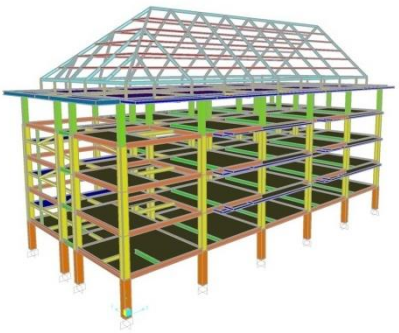


Gambar. 3.1 Bagan alir atau *flow chart*.

BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Gedung



Gambar 4.1 Permodelan gedung c undiknas,bali

Data geometri perencanaan Gedung C Universitas Pendidikan Nasional adalah sebagai berikut :

1) Jenis Bangunan : Gedung bertingkat.
2) Jenis Struktur : Baja komposit.
3) Fungsi : Ruang kuliah.
4) Lokasi : Denpasar, Bali.
5) Tinggi : 26.79 m
6) Jumlah lantai : 4 lantai + 1 basement.

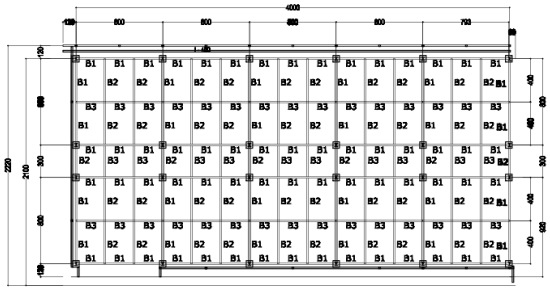
Gambar 4.2 Lokasi proyek

(Sumber : Google earth)

4.2 Data Material

1) Mutu Profil Baja : BJ 41
   fy 250 MPa
   fu 410 MPa
2) Mutu Baut : A325
3) Mutu Beton : K-300
4) Lokasi : Denpasar, Bali

4.3 Permodelan Struktur Balok



Gambar 4.3. Permodelan balok

4.4 Preliminary Desain

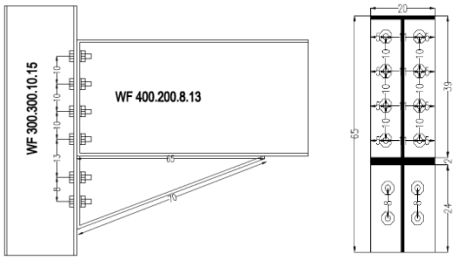
4.4.1 Profil Balok

Penentuan profil balok yang digunakan sesuai dengan data asli di lapangan. Dalam hal ini digunakan profil balok jenis I WF dengan spesifikasi ukuran :

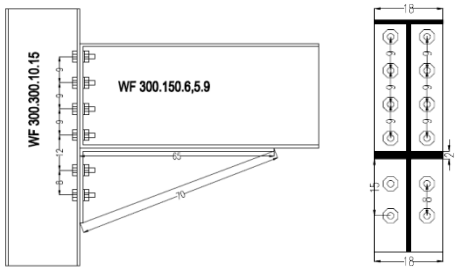
- B1 (WF 400.200.8.13)
- B2 (WF 300.150.6,5.9)
- B3 (WF 350.150.5.15)
- B4 (WF 350.150.8.13)
- B5 (WF 200.100.7.10)

4.4.2 Sambungan

Model sambungan semi-rigid yang dipakai adalah tipe sambungan satu bracket dengan peningkatan moment sebesar 25% seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.



Gambar 4.4. Permodelan sambungan WF 400 dan detail sambungan



Gambar 4.5. Permodelan sambungan WF 300 dan detail sambungan

4.5 Pembebanan

- Atap/lisplang : 100 kg/m^2
- Lantai : 250 kg/m^2
- Lorong : 300 kg/m^2

a. Beban-Beban Yang Bekerja Pada Balok

- Dinding ½ bata = 250 kg/m^2

1. Tinggi dinding 3,50 m = 250 x 3,50 = 875 kg/m^2
2. Tinggi dinding 3 m = 250 x 3,00 = 750 kg/m^2

b. Beban-Beban Yang Bekerja Pada Pelat Lantai

- Beban Mati (Dead Load)

1. Berat sendiri plat lantai= 2400 x 0,12 = 288 kg/m^2
2. Plafond + Penggantung = 18 kg/m^2
3. Berat Ubin = 24 kg/m^2
4. Berat Pasir = 1600 x 0.05 = 80 kg/m^2
5. Berat Spesi = 2100 x 0.02 = 63 kg/m^2
5. Utilitas = 2100 x 0.02 = 45 kg/m^2

---------- +

Q_D = 518 kg/m^2

- Beban Hidup (Live Load)

1. Beban hidup lantai = 250 kg/m^2
2. Beban hidup gang/lorong = 300 kg/m^2

---------- +

Q_L = 550 kg/m^2

c. Beban-Beban Yang Bekerja Pada Pelat Atap/Listplang

- Beban Mati (Dead Load)

1. Berat sendiri plat atap = 0.10 x 2400 = 240 kg/m^2
2. Plafond + Penggantung = 18 kg/m^2
3. Spesi/Lapisan Kedap Air = 2200 x 0.02 = 44 kg/m^2
4. Genangan Air= 1000 x 0.03= 30 kg/m^2

---------- +

Q_D = 332 kg/m^2

- Beban Hidup (Live Load)

1. Beban hidup pada atap bangunan hotel = 100 kg/m^2

---------- +

Q_L = 100 kg/m^2

- Beban Hidup Air Hujan (Live Load Rain Watter)

1. Beban hidup air hujan= 1000 x 0.05
= 50 kg/m^2

---------- +

Q_L = 50 kg/m^2

4.6 Beban Gempa

4.6.1. Parameter Gempa

a. Wilayah Gempa
Lokasi bangunan terdapat di kota denpasar bali dengan wilayah zona gempa 4

b. Jumlah Lantai
Jumlah lantai bangunan adalah 4 Lantai + 1 Basement

c. Jenis Tanah
Dari data sondir yang di dapat jenis tanah di bawah bangunan merupakan Tanah Sedang (data sondir terlampir).

d. Faktor Kutamaan
Gedung ini difungsikan sebagai fasilitas pendidikan factor keutamaan adalah 1,5 (Tabel 2, SNI 3-1726-2012)

e. Kategori Desain Seismik
Termasuk kategori D karena 0.50 < Sds (Tabel 6, SNI-1726-2012)

f. Jenis Struktur Gedung
Sistim Rangka Baja dan Beton Komposit Pemikul Momen Khuus (Tabel 9, SNI-1726-2012)

g. Faktor Reduksi Gempa
Nilai factor reduksi yang di dapat adalah 8 sesuai (Tabel 9, SNI - 1726-2012)

4.6.2. Respon Spectrum Rencana

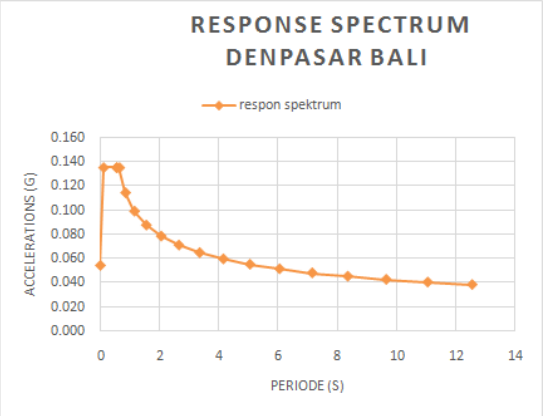
Dalam analisis beban gempa dinamik, respons spektrum disusun berdasarkan respons terhadap percepatan tanah *(ground acceleration)* hasil rekaman gempa. Desain spectrum merupakan representasi gerakan tanah *(ground motion)* akibat getaran gempa yang pernah terjadi pada suatu lokasi. Hal-hal dipertimbangkan adalah zona gempa dan jenis tanah.

Sesuai data diatas nilai respon spectrum gempa rencana diambil langsung dari situs *puskim.pu.go.id* dengan lokasi proyek pada kota denpasar zona gempa 4.

Tanah Sedang		T	Koef	I	R	Koef.Reduksi
Variabel	Nilai	0	0.29	1.5	8	0.054
PGA (g)	0.441	0.11	0.724	1.5	8	0.136
SS (g)	0.977	0.552	0.724	1.5	8	0.136
S1 (g)	0.36	0.552	0.724	1.5	8	0.136
CRS	1.053	0.652	0.724	1.5	8	0.136
CR1	0.952	0.852	0.613	1.5	8	0.115
FPGA	1.059	1.152	0.531	1.5	8	0.100
FA	1.109	1.552	0.469	1.5	8	0.088
FV	1.681	2.052	0.42	1.5	8	0.079
PSA (g)	0.467	2.652	0.38	1.5	8	0.071
SMS (g)	1.084	3.352	0.347	1.5	8	0.065
SM1 (g)	0.604	4.152	0.319	1.5	8	0.060
SDS (g)	0.722	5.052	0.295	1.5	8	0.055
SD1 (g)	0.403	6.052	0.275	1.5	8	0.052
T0 (detik)	0.112	7.152	0.257	1.5	8	0.048
TS (detik)	0.558	8.352	0.242	1.5	8	0.045
		9.652	0.228	1.5	8	0.043
		11.052	0.216	1.5	8	0.041
		12.552	0.205	1.5	8	0.038

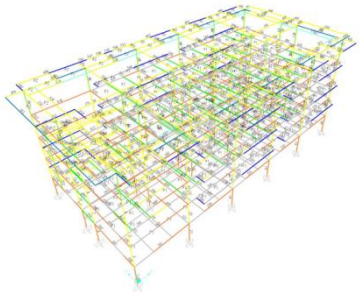
Pada penelitian ini ditetapkan efektifitas pembebanan arah x sebesar 100% dan pada arah y sebesar 30%, untuk menghitung distribusi beban gempa arah x dan pembebanan arah y sebagai berikut.

- Faktor keutamaan (I)
  = 1.5 (untuk fasilitas pendidikan)
- Faktor reduksi gempa (R)
  = 8
- Koefesien reduksi gempa
  = (Koef x I)/R
- Faktor skala gempa arah X
  = (G x I)/R = (9,81 x 1.5) / 8 = 1,84
- Faktor skala gempa arah Y
  = 30% x Gempa arah X = 0,55

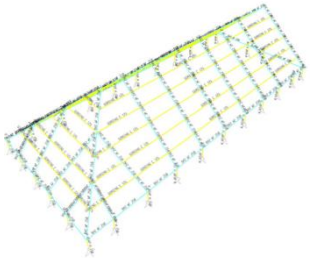


4.7 Analisa Struktur

Pada tahap analisis ini struktur dimodelkan dalam bentuk 3D dengan pembebanan yang telah di jelaskan. Proses analisa menggunakan bantuan software SAP V.14 dengan metode analisa portal dan atap secara terpisah.



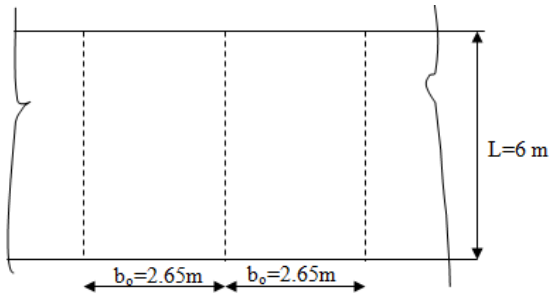
Gambar 4.6. Portal gedung



Gambar 4.7. Atap

4.8 Kinerja Struktur

Dari hasil analisa diatas diberikan satu sampel perhitungan balok komposit 8-32 profil WF 400.200.8.13 menggunakan sambungan semi-rigid dengan nilai peningkatan momen lapangan sebesar 25 % :



Lebar efektif pelat beton diambil nilai terkecil dari:

$b_e \leq L/4 = 800/4 = 200$ cm

---→ b_e= 200 cm

$b_e \leq b_o = 265$ cm

Menetukan nilai modular ratio,n

$Ec = 4700\sqrt{20.8} = 21410$ MPa

Es = 200000 MPa

n = Es/Ec = 200000/21000 = 9.3

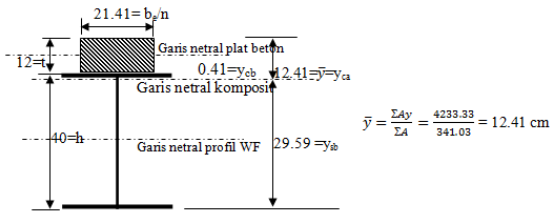
Pelat beton ditransformasikan ke penampang baja, sehingga:

$b_e/n = 200/9.3 = 21.41$ cm

Direncanakan profil WF 400.200.8.13

Menentukan letak garis

	Luas transformasi	Lengan momen	A.y
	A(cm^2)	y(cm)	(cm^3)
Pelat beton	21.41 x 12=256.91	½(12)=6	1541
Profil WF	84.12	40/2+12=32	2692
Jumlah	341.03		4233.33



Momen inertia penampang komposit, dihitung dengan menggunakan teorema sumbu sejajar:

	A(cm²)	y(cm)	Io(cm⁴)	d(cm)	Io+Ad² (cm⁴)
Pelat beton	256.91	6	1/12(21)(12³)=3082.97	(12.41-6)=6.41	13650
Profil WF	84.12	32	23700	(32-12.41)=19.59	55972
				Ix=	69622

Selanjunya modulus penampang (S) dapat dihitung sebagai berikut:

$$S_c = S_{beton} = \frac{I_x}{yca} = \frac{69621.66}{12.41} = 5608.7 \text{ cm}^3$$

$$S_{sa} = S_{baja\ atas} = \frac{I_x}{y_{sa}} = \frac{69621.66}{0.41} = 168495 \text{ cm}^3$$

$$S_{sb} = S_{bajabawah} = \frac{I_x}{y_{sb}} = \frac{69621.66}{39.59} = 1758.7 \text{ cm}^3$$

b. Pemeriksaan tegangan

Tahap ssk beton sudah menegras (sesudah komposit), beban seluruhnya dipikul oleh penampang komposit :

Perhitungan beban bekisting :

Berat bekisting : 50 x 2.65 = 132.5 kg/m

Momen akibat bekisting : 1/8 ql^2 = 1/8 x 132.5 x 8^2 = 1060 kg/m =10600000 N-mm

Hasil momen SAP balok 8-32 Comb3 = 114247854.7N-mm x 25%= 142809818 N-mm

$M_{maks(ssk)}$=10600000+1428098= 153409818.4 N-mm

Tambahan tegangan yang terjadi:

Tegangan pada serat atas baja:

$$\sigma_{sa} = \frac{M_{ssk}}{S_{sa}} = \frac{153409818.4}{168494688.2} = 0.91 \text{ MPa (tekan)}$$

(bagian atas baja terletak diatas sumbu netral, sehingga σ_{sa} adalah tegangan tekan)

Tegangan pada serat bawah baja:

$$\sigma_{sb} = \frac{M_{ssk}}{S_{sb}} = \frac{153409818.4}{1758708.80} = 87.23\text{MPa (tarik)}$$

Tegangan pada serat atas beton:

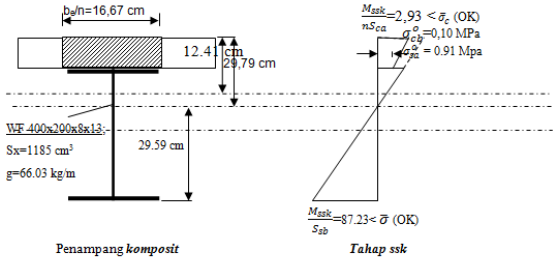
$$\sigma_{ca} = \frac{M_{ssk}}{n\,S_{ca}} = \frac{121{,}32x10^6}{(9.34)5608680} = 2{,}93\text{MPa (tekan)}$$

Tegangan pada serat bawah beton:

$$\sigma_{ca} = \frac{M_{ssk}}{n\,S_{ca}} = \frac{121{,}32x10^6}{(9.34)168494688.2} = 0{,}10 \text{ MPa (tekan)}$$

Tegangan ijin:

1. Tegangan ijin baja, $\bar{\sigma}$ = fy/1.5 = 250/1.5 = 166.67 MPa
2. Tegangan ijin beton, $\bar{\sigma}_c$ = 0.45 f'c = 0.45 (20.75) = 9.34 MPa



Untuk hasil selengkapnya perhitungan kinerja balok komposit menggunakan sambungan semi-rigid ditabelkan sebagai berikut :

- Perhitungan balok arah X kombinasi 1 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D)	Spesifikasi			Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)	
		M. Lap (N/mm)	M. Lap (N/mm)*110%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1
1	8-32	82460510.00	90706561.00	B1	8	200	57.60	ok
	32-56	76762148.74	84438363.61	B1	8	200	54.04	ok
	56-80	77374251.93	85111677.12	B1	8	200	54.42	ok
	80-104	76939597.14	84633556.85	B1	8	200	54.15	ok
	104-128	81695951.46	89865546.61	B1	8	200	57.12	ok
2	9-33	92134661.34	101348127.47	B1	8	200	63.65	ok
	33-57	75281012.53	82809113.78	B1	8	200	53.11	ok
	57-81	78617318.04	86479049.84	B1	8	200	55.20	ok
	81-105	77976018.48	85773620.33	B1	8	200	54.80	ok
	105-129	82230533.82	90453587.20	B1	8	200	57.46	ok
3	10-34	89529970.84	98482967.92	B1	8	200	62.02	ok
	34-58	75238637.66	82762501.43	B1	8	200	53.09	ok
	58-82	78545253.65	86399779.02	B1	8	200	55.15	ok
	82-106	77923881.70	85716269.87	B1	8	200	54.77	ok
	106-130	81940696.64	90134766.30	B1	8	200	57.28	ok
4	11-35	74948415.13	82443256.64	B1	8	200	52.90	ok
	35-59	76815257.73	84496783.50	B1	8	200	54.07	ok
	59-83	78753862.03	86629248.23	B1	8	200	55.28	ok
	83-107	78194699.80	86014169.78	B1	8	200	54.93	ok
	107-131	83340756.62	91674832.28	B1	8	200	58.15	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 2 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M. Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M. Lap (N/mm)*110%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 2 Semi rigid	Status Comb 1
1	8-32	115626125.80	127188738.38	B1	8	200	78.35	ok
	32-56	106729461.00	117402407.10	B1	8	200	72.78	ok
	56-80	107653038.90	118418342.79	B1	8	200	73.36	ok
	80-104	106976455.90	117674101.49	B1	8	200	72.94	ok
	104-128	114244245.10	125668669.61	B1	8	200	77.48	ok
2	9-33	124168039.40	136584843.34	B1	8	200	83.69	ok
	33-57	104610397.60	115071437.36	B1	8	200	71.46	ok
	57-81	109005904.50	119906494.95	B1	8	200	74.21	ok
	81-105	108057049.30	118862754.23	B1	8	200	73.61	ok
	105-129	114789025.30	126267927.83	B1	8	200	77.82	ok
3	10-34	114557391.70	126013130.87	B1	8	200	77.68	ok
	34-58	104995195.10	115494714.61	B1	8	200	71.70	ok
	58-82	108837408.10	119721148.91	B1	8	200	74.10	ok
	82-106	107970975.50	118768073.05	B1	8	200	73.56	ok
	106-130	114360541.20	125796595.32	B1	8	200	77.55	ok
4	11-35	91953942.23	101149336.45	B1	8	200	63.54	ok
	35-59	107499810.80	118249791.88	B1	8	200	73.26	ok
	59-83	109131479.00	120044626.90	B1	8	200	74.28	ok
	83-107	108359155.50	119195071.05	B1	8	200	73.80	ok
	107-131	116372448.00	128009692.80	B1	8	200	78.81	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 3 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M. Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M. Lap (N/mm)*110%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 3 Semi rigid	Status Comb 3
1	8-32	114247854.70	125672640.17	B1	8	200	77.48	ok
	32-56	106386216.60	117024838.26	B1	8	200	72.57	ok
	56-80	107103269.80	117813596.78	B1	8	200	73.02	ok
	80-104	106332083.60	116965291.96	B1	8	200	72.53	ok
	104-128	112975020.10	124272522.11	B1	8	200	76.69	ok
2	9-33	117939877.90	129733865.69	B1	8	200	79.79	ok
	33-57	103195398.00	113514937.80	B1	8	200	70.57	ok
	57-81	107349061.60	118083967.76	B1	8	200	73.17	ok
	81-105	116210227.20	127831249.92	B1	8	200	78.71	ok
	105-129	112063469.20	123269816.12	B1	8	200	76.12	ok
3	10-34	106700615.00	117370676.50	B1	8	200	72.76	ok
	34-58	103732439.00	114105682.90	B1	8	200	70.91	ok
	58-82	107268444.50	117995288.95	B1	8	200	73.12	ok
	82-106	106231174.60	116854292.06	B1	8	200	72.47	ok
	106-130	11926999.00	13119698.90	B1	8	200	13.49	ok
4	11-35	87125615.09	95838176.60	B1	8	200	60.52	ok
	35-59	106560246.40	117216271.04	B1	8	200	72.68	ok
	59-83	107784101.20	118562511.32	B1	8	200	73.44	ok
	83-107	106815518.20	117497070.02	B1	8	200	72.84	ok
	107-131	114053155.00	125458470.50	B1	8	200	77.36	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 1 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D) M. Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D) M. Lap (N/mm)*120%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1
1	8-32	82460510.00	98952612.00	B1	8	200	62.29	ok
	32-56	76762148.74	92114578.49	B1	8	200	58.40	ok
	56-80	77374251.93	92849102.32	B1	8	200	58.82	ok
	80-104	76939597.14	92327516.57	B1	8	200	58.52	ok
	104-128	81695951.46	98035141.75	B1	8	200	61.77	ok
2	9-33	92134661.34	110561593.61	B1	8	200	68.89	ok
	33-57	75281012.53	90337215.04	B1	8	200	57.39	ok
	57-81	78617318.04	94340781.65	B1	8	200	59.67	ok
	81-105	77976018.48	93571222.18	B1	8	200	59.23	ok
	105-129	82230533.82	98676640.58	B1	8	200	62.13	ok
3	10-34	89529970.84	107435965.01	B1	8	200	67.12	ok
	34-58	75238637.66	90286365.19	B1	8	200	57.36	ok
	58-82	78545253.65	94254304.38	B1	8	200	59.62	ok
	82-106	77923881.70	93508658.04	B1	8	200	59.20	ok
	106-130	81940696.64	98328835.97	B1	8	200	61.94	ok
4	11-35	74948415.13	89938098.16	B1	8	200	57.17	ok
	35-59	76815257.73	92178309.28	B1	8	200	58.44	ok
	59-83	78753862.03	94504634.44	B1	8	200	59.76	ok
	83-107	78194699.80	93833639.76	B1	8	200	59.38	ok
	107-131	83340756.62	100008907.94	B1	8	200	62.89	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 2 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M. Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M. Lap (N/mm)*120%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 2 Semi rigid	Status Comb 1
1	8-32	115626125.80	138751350.96	B1	8	200	84.92	ok
	32-56	106729461.00	128075353.20	B1	8	200	78.85	ok
	56-80	107653038.90	129183646.68	B1	8	200	79.48	ok
	80-104	106976455.90	128371747.08	B1	8	200	79.02	ok
	104-128	114244245.10	137093094.12	B1	8	200	83.98	ok
2	9-33	124168039.40	149001647.28	B1	8	200	90.75	ok
	33-57	104610397.60	125532477.12	B1	8	200	77.40	ok
	57-81	109005904.50	130807085.40	B1	8	200	80.40	ok
	81-105	108057049.30	129668459.16	B1	8	200	79.76	ok
	105-129	114789025.30	137746830.36	B1	8	200	84.35	ok
3	10-34	114557391.70	137468870.04	B1	8	200	84.19	ok
	34-58	104995195.10	125994234.12	B1	8	200	77.67	ok
	58-82	108837408.10	130604889.72	B1	8	200	80.29	ok
	82-106	107970975.50	129565170.60	B1	8	200	79.70	ok
	106-130	114360541.20	137232649.44	B1	8	200	84.06	ok
4	11-35	91953942.23	110344730.68	B1	8	200	68.77	ok
	35-59	107499810.80	128999772.96	B1	8	200	79.38	ok
	59-83	109131479.00	130957774.80	B1	8	200	80.49	ok
	83-107	108359155.50	130030986.60	B1	8	200	79.96	ok
	107-131	116372448.00	139646937.60	B1	8	200	85.43	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 3 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M. Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M. Lap (N/mm)*120%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 3 Semi rigid	Status Comb 3
1	8-32	114247854.70	137097425.64	B1	8	200	83.98	ok
	32-56	106386216.60	127663459.92	B1	8	200	78.62	ok
	56-80	107103269.80	128523923.76	B1	8	200	79.11	ok
	80-104	106332083.60	127598500.32	B1	8	200	78.58	ok
	104-128	112975020.10	135570024.12	B1	8	200	83.11	ok
2	9-33	117939877.90	141527853.48	B1	8	200	86.50	ok
	33-57	103195398.00	123834477.60	B1	8	200	76.44	ok
	57-81	107349061.60	128818873.92	B1	8	200	79.27	ok
	81-105	116210227.20	139452272.64	B1	8	200	85.32	ok
	105-129	112063469.20	134476163.04	B1	8	200	82.49	ok
3	10-34	106700615.00	128040738.00	B1	8	200	78.83	ok
	34-58	103732439.00	124478926.80	B1	8	200	76.81	ok
	58-82	107268444.50	128722133.40	B1	8	200	79.22	ok
	82-106	106231174.60	127477409.52	B1	8	200	78.51	ok
	106-130	11926999.00	14312398.80	B1	8	200	14.17	ok
4	11-35	87125615.09	104550738.11	B1	8	200	65.47	ok
	35-59	106560246.40	127872295.68	B1	8	200	78.74	ok
	59-83	107784101.20	129340921.44	B1	8	200	79.57	ok
	83-107	106815518.20	128178621.84	B1	8	200	78.91	ok

	107-131	114053155.00	136863786.00	B1	8	200	83.85	ok

- Perhitungan balok arah X kombinasi 1 kenaikan momen 25%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D)	Spesifikasi			tegangan ijin baja σ	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)		Rasio tegangan yang terjadi (%)
		M. Lap (N/mm)	M. Lap (N/mm)*125%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)		Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1	
1	8-32	82460510.00	103075637.50	B1	8	200	166.67	64.64	ok	0.25
	32-56	76762148.74	95952685.93	B1	8	200	166.67	60.59	ok	0.25
	56-80	77374251.93	96717814.91	B1	8	200	166.67	61.02	ok	0.25
	80-104	76939597.14	96174496.43	B1	8	200	166.67	60.71	ok	0.25
	104-128	81695951.46	102119939.33	B1	8	200	166.67	64.09	ok	0.25
2	9-33	92134661.34	115168326.68	B1	8	200	166.67	71.51	ok	0.25
	33-57	75281012.53	94101265.66	B1	8	200	166.67	59.53	ok	0.25
	57-81	78617318.04	98271647.55	B1	8	200	166.67	61.90	ok	0.25
	81-105	77976018.48	97470023.10	B1	8	200	166.67	61.45	ok	0.25
	105-129	82230533.82	102788167.28	B1	8	200	166.67	64.47	ok	0.25
3	10-34	89529970.84	111912463.55	B1	8	200	166.67	69.66	ok	0.25
	34-58	75238637.66	94048297.08	B1	8	200	166.67	59.50	ok	0.25
	58-82	78545253.65	98181567.06	B1	8	200	166.67	61.85	ok	0.25
	82-106	77923881.70	97404852.13	B1	8	200	166.67	61.41	ok	0.25
	106-130	81940696.64	102425870.80	B1	8	200	166.67	64.27	ok	0.25
4	11-35	74948415.13	93685518.91	B1	8	200	166.67	59.30	ok	0.25
	35-59	76815257.73	96019072.16	B1	8	200	166.67	60.62	ok	0.25
	59-83	78753862.03	98442327.54	B1	8	200	166.67	62.00	ok	0.25
	83-107	78194699.80	97743374.75	B1	8	200	166.67	61.60	ok	0.25
	107-131	83340756.62	104175945.78	B1	8	200	166.67	65.26	ok	0.25

- Perhitungan balok arah X kombinasi 2 kenaikan momen 25%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L)	Spesifikasi			tegangan ijin baja σ	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)		Rasio tegangan yang terjadi (%)
		M. Lap (N/mm)	M. Lap (N/mm)*125%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)		Comb 2 Semi rigid	Status Comb 2	
1	8-32	115626125.80	144532657.25	B1	8	200	166.67	88.21	ok	0.25
	32-56	106729461.00	133411826.25	B1	8	200	166.67	81.88	ok	0.25
	56-80	107653038.90	134566298.63	B1	8	200	166.67	82.54	ok	0.25
	80-104	106976455.90	133720569.88	B1	8	200	166.67	82.06	ok	0.25
	104-128	114244245.10	142805306.38	B1	8	200	166.67	87.23	ok	0.25
2	9-33	124168039.40	155210049.25	B1	8	200	166.67	94.28	ok	0.25
	33-57	104610397.60	130762997.00	B1	8	200	166.67	80.38	ok	0.25
	57-81	109005904.50	136257380.63	B1	8	200	166.67	83.50	ok	0.25
	81-105	108057049.30	135071311.63	B1	8	200	166.67	82.83	ok	0.25
	105-129	114789025.30	143486281.63	B1	8	200	166.67	87.61	ok	0.25
3	10-34	114557391.70	143196739.63	B1	8	200	166.67	87.45	ok	0.25
	34-58	104995195.10	131243993.88	B1	8	200	166.67	80.65	ok	0.25
	58-82	108837408.10	136046760.13	B1	8	200	166.67	83.38	ok	0.25
	82-106	107970975.50	134963719.38	B1	8	200	166.67	82.77	ok	0.25
	106-130	114360541.20	142950676.50	B1	8	200	166.67	87.31	ok	0.25
4	11-35	91953942.23	114942427.79	B1	8	200	166.67	71.38	ok	0.25
	35-59	107499810.80	134374763.50	B1	8	200	166.67	82.43	ok	0.25
	59-83	109131479.00	136414348.75	B1	8	200	166.67	83.59	ok	0.25
	83-107	108359155.50	135448944.38	B1	8	200	166.67	83.04	ok	0.25
	107-131	116372448.00	145465560.00	B1	8	200	166.67	88.74	ok	0.25

- Perhitungan balok arah X kombinasi 3 kenaikan momen 25%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E)	Spesifikasi			tegangan ijin baja σ	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)		Rasio tegangan yang terjadi (%)
		M. Lap (N/mm)	M. Lap (N/mm)*125%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)		Semi rigid 87.2287	Status Comb 3	
1	8-32	114247854.70	142809818.38	B1	8	200	166.67	87.23	ok	0.25
	32-56	106386216.60	132982770.75	B1	8	200	166.67	81.64	ok	0.25
	56-80	107103269.80	133879087.25	B1	8	200	166.67	82.15	ok	0.25
	80-104	106332083.60	132915104.50	B1	8	200	166.67	81.60	ok	0.25
	104-128	112975020.10	141218775.13	B1	8	200	166.67	86.32	ok	0.25
2	9-33	117939877.90	147424847.38	B1	8	200	166.67	89.85	ok	0.25
	33-57	103195398.00	128994247.50	B1	8	200	166.67	79.37	ok	0.25
	57-81	107349061.60	134186327.00	B1	8	200	166.67	82.33	ok	0.25
	81-105	116210227.20	145262784.00	B1	8	200	166.67	88.62	ok	0.25
	105-129	112063469.20	140079336.50	B1	8	200	166.67	85.68	ok	0.25
3	10-34	106700615.00	133375768.75	B1	8	200	166.67	81.86	ok	0.25
	34-58	103732439.00	129665548.75	B1	8	200	166.67	79.75	ok	0.25
	58-82	107268444.50	134085555.63	B1	8	200	166.67	82.27	ok	0.25
	82-106	106231174.60	132788968.25	B1	8	200	166.67	81.53	ok	0.25
	106-130	11926999.00	14908748.75	B1	8	200	166.67	14.50	ok	0.25
4	11-35	87125615.09	108907018.86	B1	8	200	166.67	67.95	ok	0.25
	35-59	106560246.40	133200308.00	B1	8	200	166.67	81.76	ok	0.25
	59-83	107784101.20	134730126.50	B1	8	200	166.67	82.63	ok	0.25
	83-107	106815518.20	133519397.75	B1	8	200	166.67	81.95	ok	0.25
	107-131	114053155.00	142566443.75	B1	8	200	166.67	87.09	ok	0.25

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 1 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D)	Spesifikasi			Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)	
		M.Lap (N/mm)	M.Lap (N/mm)*110%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1
1	50-56	127429629.00	140172591.90	B1	8	200	85.73	ok
	56-62	2533875.67	2787263.24	B2	8	75	6.60	ok
	62-68	127524793.70	140277273.07	B1	8	200	85.79	ok
2	51-57	124826842.40	137309526.64	B1	8	200	84.10	ok
	57-63	4367192.04	10493862.62	B2	8	75	16.69	ok
	63-69	128292275.00	141121502.50	B1	8	200	86.27	ok
3	52-58	124480460.10	167350034.50	B1	8	200	83.52	ok
	58-64	3412404.42	9253930.70	B2	8	75	15.06	ok
	64-70	127874746.80	140662221.48	B1	8	200	86.01	ok
4	53-59	126287882.70	138916670.97	B1	8	200	85.02	ok
	59-65	6184138.99	6802552.89	B2	8	75	11.85	ok
	65-71	129241065.20	142165171.72	B1	8	200	86.86	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 2 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L)	Spesifikasi			Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)	
		M.Lap (N/mm)	M.Lap (N/mm)*110%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Comb 2 Semi rigid	Status Comb 2
1	50-56	178471247.10	196318371.81	B1	8	200	117.65	ok
	56-62	173481.83	190830.01	B2	8	75	3.20	ok
	62-68	178654535.10	196519988.61	B1	8	200	117.77	ok
2	51-57	175895176.20	193484693.82	B1	8	200	116.04	ok
	57-63	4318796.82	4750676.50	B2	8	75	9.17	ok
	63-69	181186318.10	199304949.91	B1	8	200	119.35	ok
3	52-58	175650155.00	193215170.50	B1	8	200	115.89	ok
	58-64	2933996.50	3227396.15	B2	8	75	7.17	ok
	64-70	180504635.70	198555099.27	B1	8	200	118.93	ok
4	53-59	178497556.00	196347311.60	B1	8	200	117.67	ok
	59-65	6974783.06	7672261.37	B2	8	75	12.99	ok
	65-71	182521389.30	200773528.23	B1	8	200	120.19	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 3 kenaikan momen 10%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E)	Spesifikasi			Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa)	
		M.Lap (N/mm)	M.Lap (N/mm)*110%	Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Comb 3 Semi rigid	Status Comb 3
1	50-56	177873986.50	195661385.15	B1	8	200	117.28	ok
	56-62	1743968.12	1918364.93	B2	3	75	5.46	ok
	62-68	178076270.20	195883897.22	B1	3	200	117.41	ok
2	51-57	172463401.80	189709741.98	B1	3	200	113.90	ok
	57-63	4337494.25	4771243.68	B2	3	75	9.19	ok
	63-69	177811727.80	195592900.58	B1	3	200	117.24	ok
3	52-58	173090596.60	190399656.26	B1	3	200	114.29	ok
	58-64	2924570.49	3217027.54	B2	8	75	7.16	ok
	64-70	177977926.90	195775719.59	B1	8	200	117.35	ok
4	53-59	176575624.50	194233186.95	B1	8	200	116.47	ok
	59-65	7088159.33	7796975.26	B2	8	75	13.15	ok
	65-71	180499405.50	198549346.05	B1	8	200	118.92	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 1 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D) M.Lap (N/mm)*120%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1
1	50-56	127429629.00	152915554.80	B1	8	200	92.97	ok
	56-62	2533875.67	3040650.80	B2	8	75	6.60	ok
	62-68	127524793.70	153029752.44	B1	8	200	93.04	ok
2	51-57	124826842.40	149792210.88	B1	8	200	91.20	ok
	57-63	4367192.04	5240630.45	B2	8	75	16.69	ok
	63-69	128292275.00	153950730.00	B1	8	200	93.56	ok
3	52-58	124480460.10	149376552.12	B1	8	200	74.91	ok
	58-64	3412404.42	4094885.30	B2	8	75	15.06	ok
	64-70	127874746.80	153449696.16	B1	8	200	93.28	ok
4	53-59	126287882.70	151545459.24	B1	8	200	92.20	ok
	59-65	6184138.99	7420966.79	B2	8	75	11.85	ok
	65-71	129241065.20	155089278.24	B1	8	200	94.21	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 2 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M.Lap (N/mm)*110%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 2 Semi rigid	Status Comb 2
1	50-56	178471247.10	214165496.52	B1	8	200	127.80	ok
	56-62	173481.83	208178.20	B2	8	75	3.20	ok
	62-68	178654535.10	214385442.12	B1	8	200	127.93	ok
2	51-57	175895176.20	211074211.44	B1	8	200	126.04	ok
	57-63	4318796.82	5182556.18	B2	8	75	9.17	ok
	63-69	181186318.10	217423581.72	B1	8	200	129.65	ok
3	52-58	175650155.00	210780186.00	B1	8	200	125.88	ok
	58-64	2933996.50	3520795.80	B2	8	75	7.17	ok
	64-70	180504635.70	216605562.84	B1	8	200	129.19	ok
4	53-59	178497556.00	214197067.20	B1	8	200	127.82	ok
	59-65	6974783.06	8369739.67	B2	8	75	12.99	ok
	65-71	182521389.30	219025667.16	B1	8	200	130.56	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 3 kenaikan momen 20%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M.Lap (N/mm)*110%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 3 Semi rigid	Status Comb 3
1	50-56	177873986.50	213448783.80	B1	8	200	127.39	ok
	56-62	1743968.12	2092761.74	B2	3	75	5.69	ok
	62-68	178076270.20	213691524.24	B1	3	200	127.53	ok
2	51-57	172463401.80	206956082.16	B1	3	200	123.70	ok
	57-63	4337494.25	5204993.10	B2	3	75	9.76	ok
	63-69	177811727.80	213374073.36	B1	3	200	127.35	ok
3	52-58	173090596.60	207708715.92	B1	3	200	124.13	ok
	58-64	2924570.49	3509484.59	B2	8	75	7.54	ok
	64-70	177977926.90	213573512.28	B1	8	200	127.46	ok
4	53-59	176575624.50	211890749.40	B1	8	200	126.51	ok
	59-65	7088159.33	8505791.20	B2	8	75	14.08	ok
	65-71	180499405.50	216599286.60	B1	8	200	129.19	ok

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 1 kenaikan momen 25%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 1 (1 D) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 1 (1 D) M.Lap (N/mm)*125%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	tegangan ijin baja σ̄	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 1 Semi rigid	Status Comb 1	Rasio tegangan yang terjadi (%)
1	50-56	127429629.00	159287036.25	B1	8	200	166.67	96.60	ok	0.25
	56-62	2533875.67	3167344.59	B2	8	75	166.67	6.60	ok	0.25
	62-68	127524793.70	159405992.13	B1	8	200	166.67	96.67	ok	0.25
2	51-57	124826842.40	156033553.00	B1	8	200	166.67	94.75	ok	0.25
	57-63	4367192.04	5458990.05	B2	8	75	166.67	16.69	ok	0.25
	63-69	128292275.00	160365343.75	B1	8	200	166.67	97.21	ok	0.25
3	52-58	124480460.10	155600575.13	B1	8	200	166.67	70.60	ok	0.25
	58-64	3412404.42	4265505.53	B2	8	75	166.67	15.06	ok	0.25
	64-70	127874746.80	159843433.50	B1	8	200	166.67	96.91	ok	0.25
4	53-59	126287882.70	157859853.38	B1	8	200	166.67	95.79	ok	0.25
	59-65	6184138.99	7730173.74	B2	8	75	166.67	11.85	ok	0.25
	65-71	129241065.20	161551331.50	B1	8	200	166.67	97.89	ok	0.25

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 2 kenaikan momen 25%

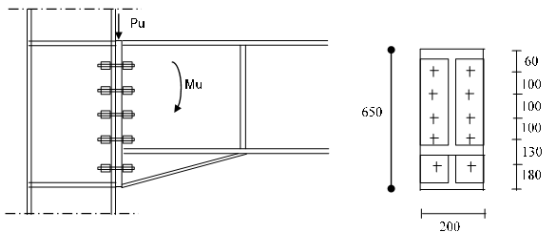
Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 2 (1 D + 1 L) M.Lap (N/mm)*125%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	tegangan ijin baja σ̄	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 2 Semi rigid	Status Comb 2	Rasio tegangan yang terjadi (%)
1	50-56	178471247.10	223089058.88	B1	8	200	166.67	132.88	ok	0.25
	56-62	173481.83	216852.29	B2	8	75	166.67	3.20	ok	0.25
	62-68	178654535.10	223318168.88	B1	8	200	166.67	133.01	ok	0.25
2	51-57	175895176.20	219868970.25	B1	8	200	166.67	131.04	ok	0.25
	57-63	4318796.82	5398496.03	B2	8	75	166.67	9.17	ok	0.25
	63-69	181186318.10	226482897.63	B1	8	200	166.67	134.81	ok	0.25
3	52-58	175650155.00	219562693.75	B1	8	200	166.67	130.87	ok	0.25
	58-64	2933996.50	3667495.63	B2	8	75	166.67	7.17	ok	0.25
	64-70	180504635.70	225630794.63	B1	8	200	166.67	134.32	ok	0.25
4	53-59	178497556.00	223121945.00	B1	8	200	166.67	132.89	ok	0.25
	59-65	6974783.06	8718478.83	B2	8	75	166.67	12.99	ok	0.25
	65-71	182521389.30	228151736.63	B1	8	200	166.67	135.75	ok	0.25

- Perhitungan balok arah Y kombinasi 3 kenaikan momen 25%

Lantai	Balok	RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M.Lap (N/mm)	SEMI RIGID Kombinasi 3 (1D+1L+0.9E) M.Lap (N/mm)*125%	Spesifikasi Jenis Profil	L (m)	Be (cm)	tegangan ijin baja σ̄	Tegangan serat bawah yang terjadi (Mpa) Comb 3 Semi rigid	Status Comb 3	Rasio tegangan yang terjadi (%)
1	50-56	177873986.50	222342483.13	B1	8	200	166.67	132.45	ok	0.25
	56-62	1743968.12	2179960.15	B2	3	75	166.67	5.80	ok	0.25
	62-68	178076270.20	222595337.75	B1	3	200	166.67	132.59	ok	0.25
2	51-57	172463401.80	215579252.25	B1	3	200	166.67	128.61	ok	0.25
	57-63	4337494.25	5421867.81	B2	3	75	166.67	10.04	ok	0.25
	63-69	177811727.80	222264659.75	B1	3	200	166.67	132.41	ok	0.25
3	52-58	173090596.60	216363245.75	B1	3	200	166.67	129.05	ok	0.25
	58-64	2924570.49	3655713.11	B2	8	75	166.67	7.73	ok	0.25
	64-70	177977926.90	222472408.63	B1	8	200	166.67	132.52	ok	0.25
4	53-59	176575624.50	220719530.63	B1	8	200	166.67	131.53	ok	0.25
	59-65	7088159.33	8860199.16	B2	8	75	166.67	14.55	ok	0.25
	65-71	180499405.50	225624256.88	B1	8	200	166.67	134.32	ok	0.25

4.8 Perhitungan Kuat Rencana Baut

Berikut merupakan contoh analisa kekuatan sambungan baut balok kolom dengan profil balok induk adalah WF 400.200.8.13.



Dari data SAP 2000 diperoleh :

Mu : 18944.14 Kg-m= 1894414 Kg-m

Pu : 8011.37 Kg

Diameter Baut : 30 mm

Tebal Plat : 12 mm

a. Perhitungan Ruv yang diterima setiap baut
   Ruv= Pu/n = 8011.37/12 = 667.61 Kg

b. Perhitungan kuat geser baut

f Rnv= 0.75 x 0.5 x fu x Ab x n
= 0.75 x 0.5 x 4100 x 7.065 x 1
= 10862.44 Kg

c. Perhitungan kuat tumpu baut
f Rn= 2.4 x d x tp x fu x 0.75

= 2.4 x 3 x 1 x 4100 x 0.75

= 22140 Kg

d. Perhitungan kuat tarik baut
f Rnt= 0.75 x 0.75 x fu x Ab

= 0.75 x 0.75 x 4100 x 7.065

= 16293.66 Kg

e. Interaksi geser dan kuat tarik baut

$$\left(\frac{Ruv}{\emptyset Rnv}\right)^2 + \left(\frac{Rut}{Rnt}\right)^2 \leq 1$$

$$= \frac{667.6142}{10862.44} + \frac{\text{Rut}}{16293.66} \leq 1$$

Rut= T = 15292.24 Kg

f. Kontrol momen sambungan
a= (Σ T) / (fy B) = 3.186 cm

Sdi = 186.07

f Mn= ((0.9 fy a^2 B/2) + S T di) > Mu = 5910107 Kg-cm > 1894414 Kg-cm

Ok.!

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan balok komposit menggunakan sambungan semi-rigid dengan peningkatan momen sebesar 5% sampai 25% diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Profil penampang balok baja mampu menahan kenaikan momen lapangan sebesar 5% sampai 25% dengan analisa balok komposit menggunakan cara elastic.
2. Rasio yang terjadi dengan nilai terbesar adalah 0.25% pada saat momen lapangan mengalami kenaikan sebesar 25%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sebutkan diantaranya adalah :

1. Perlu adanya antisipasi rasio tegangan balok sebesar 0.25% pada perencanaan menggunakan sambungan semi-rigid.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk menghasilkan perencanaan struktur menggunakan sambungan semi-rigid sehingga perencanaan bisa mendekati kondisi yang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

Priyono,p. (1994). *"Diktat Kuliah Konstruksi Baja II".* Universitas Muhammadiyah Jember.

SNI-1726. 2012. *"Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung"* . BSN, Bandung.

Lother,E john (1960). *"Advanced Design In Structural Steel".* Oklahoma State University.

SNI-03-2847. 2002. *"Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung".* BSN, Bandung.

Johnston,BG. (1942). *"Analysis Of Building Frames With Semi-Rigid Connections".* Oklahoma State University.

PPIUG. 1983. *"Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung"*