

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan
dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022.**

Bobby Asukmajaya R.

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang
E-mail: bobbyasukma@polinema.ac.id
No. HP 081-259-563-550

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang terletak di Asia Tenggara, memiliki banyak pulau dan terletak dikawasan Ring of Fire / Cincin Api yang terletak di Pasifik. Sehingga dengan adanya kondisi tersebut bencana gempa sangat sering terjadi, dan bahkan akan sering terjadi seiring berjalannya waktu. Banyak sekali gempa yang terjadi sepanjang tahun 2020-2021, BMKG mencatat sebanyak 10.570 kali terjadi gempa tektonik ditahun 2020, sementara ditahun 2021 terjadi 8.264 kali gempa, gempa dengan kerusakan tercatat terdapat sebanyak 23 kali ditahun 2021. Untuk meminimalisir kehancuran gedung akibat gempa, maka sebaiknya perencana struktur bangunan gedung dapat mendesain sesuai dengan peraturan gempa dan peraturan perencanaan bangunan gedung terbaru.

Adanya perkembangan terkait teknologi komputerisasi memudahkan bagi seorang engineer / perencana teknis bangunan untuk dapat mendesain bangunan gedung yang kuat dan ekonomis, dengan banyaknya tuntutan akan mendesain bangunan yang tahan gempa tersebut umumnya engineer hanya diberikan waktu yang cukup singkat, sehingga perlu adanya alat bantu untuk mendesain struktur bangunan gedung tahan gempa. Salah satu alat bantu yang dapat digunakan adalah software Robot Structural Analysis Professional (RSAP), pada tahun 2020 Autodesk selaku perusahaan pemilik software RSAP merilis update terbaru dimana didalamnya sudah masuk peraturan terbaru ASCE-16, dimana peraturan tersebut sesuai dengan SNI gempa terbaru yang telah digunakan di Indonesia yaitu SNI 1726-2019, selain itu dalam merencanakan gedung beton bertulang didalam RSAP 2022 juga menggunakan ACI 318M-14 yang juga sesuai dengan SNI 2847-2019.

Hasil penelitian menunjukkan jika perlu adanya shearwall pada sumbu lemah bangunan gedung untuk membuat bangunan gedung tahan gempa dan pada perbandingan desain elemen struktur antara manual dan dengan RSAP 2022, didapatkan jika proses jauh lebih cepat dengan RSAP 2022 karena secara otomatis dihitung secara optimal dan langsung didapatkan gambar kerja tanpa harus menggambar secara manual dengan autocad.

Kata Kunci : Gedung, Beton, RSAP 2022, Desain, Gempa.

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan
dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022.**

Bobby Asukmajaya R,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang
E-mail: bobbyasukma@polinema.ac.id
No. HP 081-259-563-550

ABSTRACT

Indonesia is a country located in Southeast Asia, has many islands and is located in the Ring of Fire area which is located in the Pacific. So that with these conditions earthquake disasters occur very often, and will often occur over time. There were so many earthquakes that occurred during 2020-2021, the BMKG recorded 10,570 tectonic earthquakes in 2020, while in 2021 there were 8,264 earthquakes, earthquakes with damage recorded as many as 23 times in 2021. To minimize the destruction of buildings due to earthquakes, it is better if building structure planners can design in accordance with earthquake regulations and the latest building planning regulations.

The existence of developments related to computerized technology makes it easier for an engineer / technical building planner to be able to design a strong and economical building, with the many demands for designing earthquake-resistant buildings, engineers are generally only given a fairly short time, so there is a need for tools to design structures. earthquake resistant buildings. One of the tools that can be used is the Robot Structural Analysis Professional (RSAP) software, in 2020 Autodesk as the company that owns the RSAP software released the latest update which includes the latest ASCE-16 regulations, where these regulations are in accordance with the latest earthquake SNI that has been used in Indonesia, namely SNI 1726-2019, in addition to planning reinforced concrete buildings in the 2022 RSAP also using ACI 318M-14 which is also in accordance with SNI 2847-2019.

The results show that if there is a need for a shearwall on the weak axis of the building to make the building earthquake resistant and in the comparison of structural element designs between manual and RSAP 2022, it is found that the process is much faster with RSAP 2022 because it is automatically calculated optimally and directly gets an image. work without having to draw manually with autocad.

Keywords: Building, Concrete, RSAP 2022, Design, Earthquake.

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60**

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak di Asia Tenggara, memiliki banyak pulau dan terletak dikawasan Ring of Fire / Cincin Api yang terletak di Pasifik[1]. Sehingga dengan adanya kondisi tersebut bencana gempa sangat sering terjadi, dan bahkan akan sering terjadi seiring berjalannya waktu. Banyak sekali gempa yang terjadi sepanjang tahun 2020-2021, BMKG mencatat sebanyak 10.570 kali terjadi gempa tektonik ditahun 2020, sementara ditahun 2021 terjadi 8.264 kali gempa, gempa dengan kerusakan tercatat terdapat sebanyak 23 kali ditahun 2021. Untuk meminimalisir kehancuran gedung akibat gempa, maka sebaiknya perencana struktur bangunan gedung dapat mendesain sesuai dengan peraturan gempa dan peraturan perencanaan bangunan gedung terbaru.

Adanya perkembangan terkait teknologi komputerisasi memudahkan bagi seorang engineer / perencana teknis bangunan untuk dapat mendesain bangunan gedung yang kuat dan ekonomis, dengan banyaknya tuntutan akan mendesain bangunan yang tahan gempa tersebut umumnya engineer hanya diberikan waktu yang cukup singkat, sehingga perlu adanya alat bantu untuk mendesain struktur bangunan gedung tahan gempa. Penggunaan software alat bantu yang dapat digunakan adalah software Robot Structural Analysis Professional (RSAP)[2], pada tahun 2020 Autodesk selaku perusahaan pemilik software RSAP merilis update terbaru dimana didalamnya sudah masuk peraturan terbaru ASCE-16, dimana peraturan tersebut sesuai dengan SNI gempa terbaru yang telah digunakan di Indonesia yaitu SNI 1726-2019[3], selain itu dalam merencanakan gedung beton bertulang didalam RSAP 2022 juga menggunakan ACI 318M-14 yang juga sesuai dengan SNI 2847-2019[4].

Dalam penelitian ini akan membahas cara untuk merencanakan bangunan tahan gempa dengan menggunakan bantuan software RSAP 2022 sesuai dengan peraturan gempa dan peraturan perencanaan bangunan beton bertulang, agar nantinya dapat memudahkan dan menyingkat waktu perencanaan struktur bangunan beton bertulang tahan gempa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot Structural Analysis Professional

Software Robot Structural Analysis Profesional (RSAP) merupakan salah satu produk dari autodesk, yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan software dibidang teknik. RSAP merupakan program yang terintegrasi yang mencakup banyak hal dalam mencakupi proses desain struktur, yang terdiri dari permodelan, analisis dan perancangan komponen struktur. Dalam program RSAP memungkinkan engineer untuk menganalisa struktur yang diawali dengan membuat permodelan, selanjutnya menginput pembebanan yang nantinya dilanjutkan dengan memverifikasi hasil yang diperoleh. Dalam melaksanakan perencanaan elemen struktur RSAP telah dibekali dengan beberapa code / peraturan dari berbagai negara yang memudahkan engineer dalam proses analisa sesuai dengan peraturan yang dipilih[5].

RSAP memiliki beberapa fitur analisa yaitu analisis linier, non linier, dan dinamis yang terdiri dari spektral, gempa, time history, push over, P-Delta, deformasi, tekuk dan plastisitas. Selain itu di software ini dilengkapi multi-bahasa yang dapat memudahkan penggunaanya dalam memahami isi fitur dalam software, jumlah code yang terdapat dalam RSAP adalah 50, sehingga hal ini membuat pengguna software cukup menggunakan satu software dalam proses

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60**

analisa dan perencanaan. Komponen struktur yang dapat dimodelkan dan dianalisa adalah elemen portal, dinding, plat, cangkang dan lain sebagainya, selain itu dari hasil analisa ini nantinya dapat dilaksanakan interoperabilitas dengan software lain yang digunakan sebagai salah satu kesatuan software Building Information Modelling seperti revit, tekla, dan beberapa software BIM yang lainnya[6].

2.2 Pembebanan

Sesuai SNI 1727-2020[7], pembebanan termasuk dalam gaya maupun akibat lainnya berupa berat bangunan dari struktur atas, orang yang ada didalamnya, dan perabotan yang terdapat didalam bangunan tersebut. Sementara terdapat juga efek dari lingkungan, adanya pergerakan, dan adanya perubahan dimensi akibat adanya suatu gaya, beban hidup yang didapatkan dari penghuni didalam bangunan tersebut bukan dalam beban lingkungan, selain itu terdapat beban hujan, angin, dan lainnya.

Tabel 1 Pembebanan Sesuai SNI 1727-2020

No	Simbol	Keterangan
1	DL1	Beban Mati Otomatis dihitung RSAP
2	DL2	Beban Mati Tambahan (Tabel C3.1-1)
3	LL	Beban Hidup (Tabel 4.3.1)
4	Lr	Beban Hidup Atap
5	W	Beban Angin (RSAP)
6	E	Beban Gempa yang sesuai SNI-1726-2019

2.3 Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban yang diakibatkan dari adanya gerakan tanah yang disebabkan gempa bumi yang terdiridari gempa bumi tektonik, dan vulkanik yang berpengaruh terhadap struktur tersebut. Analisa beban gempa di atur dalam SNI 1726-2019.

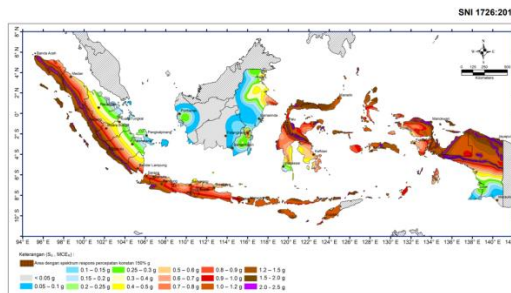
Didalam SNI 1726:2019 gempa yang direncanakan sebagai gempa dengan kemungkinan / probabilitas terlampaui selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%. Berikut adalah langkah-langkah dalam penentuan beban gempa.

2.4 Penentuan Peta Zona Gempadi Indonesia

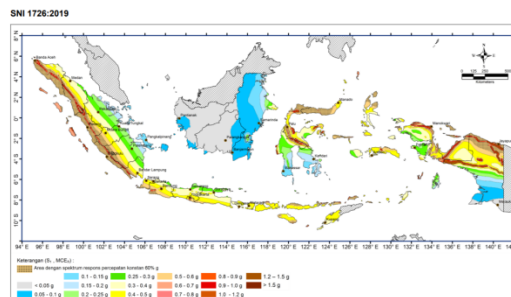
Penentuan zona gempa pada area ditinjaubertujuanuntukmemeprolehnilaiparameter S_s dan parameter S_1 . Parameter S_s adalah parameter responsspektralpercepatangempa MCE_R yang terpetakanpadaperiodependek, dan S_1 adalah parameter respons spectral gempa MCE_R terpetakanuntukperiode 1,0 detik.

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60



Gambar 1 Peta Zona Gempa Ss
Sumber= SNI1726-2019



Gambar 2 Peta Zona Gempa S1
Sumber= SNI1726-2019

2.5 Spektrum Respons Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ,
3. Untuk periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2}$$

Keterangan:

- SDS = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek;
- SD1 = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik;
- T = Periode getar fundamental struktur

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

- $T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

- $T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

T_L = Peta transisi periode panjang yang ditunjukkan pada Gambar 3 yang nilainya diambil dari Gambar 20.

2.6 Kategori Desain Seismik

Pada bangunan yang direncanakan harus dianalisa sesuai dalam kategori desain seismik (KDS) sesuai dengan tabel berikut :

Tabel2. Kategori Desain Seismikberdasarkan S_{DS}

Nilai Parameter S_{DS}	KategoriRisiko	
	I / II / III	IV
$S_{DS} < 0.167$	A	A
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	B	C
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	C	D
$0.50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber= SNI1727-2020

Tabel3. Kategori Desain SeismikBerdasarkan S_{D1}

Nilai Parameter S_{D1}	KategoriRisiko	
	I / II / III	IV
$S_{D1} < 0.067$	A	A
$0.067 \leq S_{D1} < 0.133$	B	C
$0.133 \leq S_{D1} < 0.20$	C	D
$0.20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber= SNI1727-2020

2.7 Koefisien Respon Seismik

Sesuai dengan SNI 1726:2019 pasal 7.8.1.1, nilai koefisien respons seismik (C_s) wajib dipilih dengan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)}$$

Dimana:

S_{DS} = parameter percepatan respons spectral desain pada periode pendek

R = koefisien modifikasi respons

I_e = faktor keamanan gempa

Nilai C_s yang dihitung tidak perlu melebihi:

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60**

Untuk $T \leq TL$

$$- C_s = (0,5 S_1)/(T \cdot (R I_e))$$

Untuk $T > TL$

$$- C_s = (SD_1 \cdot TL)/(T^2 \cdot (R I_e))$$

Nilai C_s harus tidak kurang dari:

$$- C_s = 0,004 \cdot SDS \cdot I_e \geq 0,01$$

Dimana:

SD_1 = parameter pada percepatan respon spectral desain periode 1,0 detik

T = periode fundamental struktur (detik)

TL = peta transisi perioda panjang (detik)

S_1 = parameter percepatan respons spectral maksimum yang ditentukan

2.8 Berat Efektif Seismik (W_t)

Berat efektif seismik terdiri dari seluruh beban mati dan beban-beban sebagai berikut, yaitu arah yang digunakan adalah dengan minimal sebesar 25% nilai beban hidup yang telah dianalisa dan 100% untuk beban mati yang otomatis dihitung oleh software RSAP, sementara untuk beban mati tambahan perlu untuk ditambahkan juga.

2.9 Gaya Geser Dasar Seismik

Sesuai dengan SNI 1726:2019 pasal 7.8.1, gaya geser dasar seismik (V) dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W_t$$

Dimana:

V = gaya geser dasar seismik

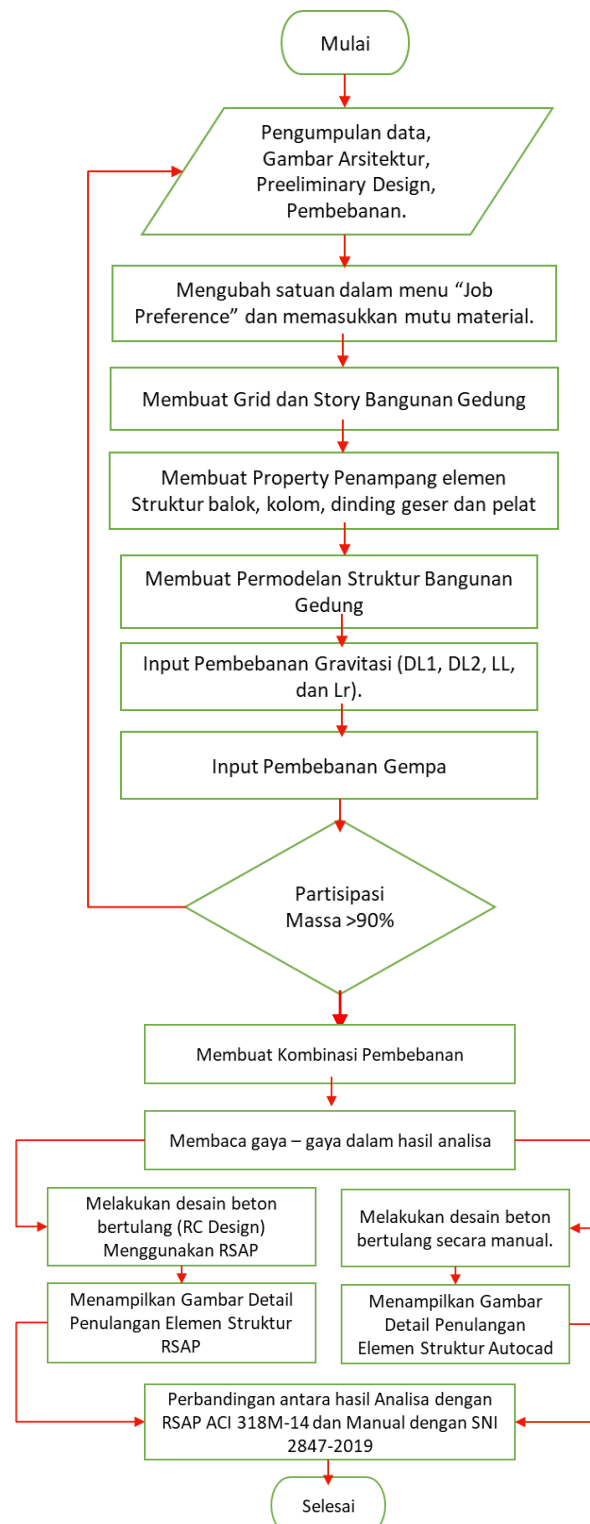
C_s = koefisien respon seismik

3. METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah diagram alur penelitian :

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal *Qua Teknika*, (2023), 13(1): 46-60



Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

Gambar 3 Diagram Alir Metode Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Preliminary Design

Setelah melakukan preliminary design untuk elemen-elemen struktur diperoleh kesimpulan berupa dimensi elemen struktur seperti di bawah ini :

1. Balok Induk = 45/70 cm
2. Balok Anak = 20/35 cm
3. Pelat = 12 cm
4. Kolom Interior B1 = 85/100 cm
5. Kolom Eksterior B2 = 85/100 cm
6. Kolom Eksterior B3 = 60/60

Hasil dari Preliminary Design diatas yang akan di gunakan untuk pemodelan dalam software *RSAP* sebagai acuan awal.

4.2 Parameter Pembebanan Gempa

Berikut adalah parameter pembebanan gempa yang dihitung berdasarkan lokasi wilayah Kab. Lombok Nusa Tenggara Barat dengan asumsi Tanah Lunak (SE).

1. Kategori Resiko = II
2. Faktor Keutamaan (Ie) = 1
3. Fa = 0,9
4. Fv = 2,2
5. SDS = 0,752
6. SD1 = 0,733
7. KDS = D
8. Koefisien Modifikasi Respon (R) = 4 (Dinding geser beton bertulangan biasa)
9. Faktor pembesaran defleksi (Cs) = 4
10. Periode Fundamental To = 0,195
11. Ts = 0,975
12. Ta = 0,529
13. Tmax = 0,741
14. Cs Pakai = 0,346

Selanjutnya nilai – nilai parameter yang didapatkan dimasukkan kedalam *RSAP 2022*.

4.3 Pengecekan Partisipasi Massa

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

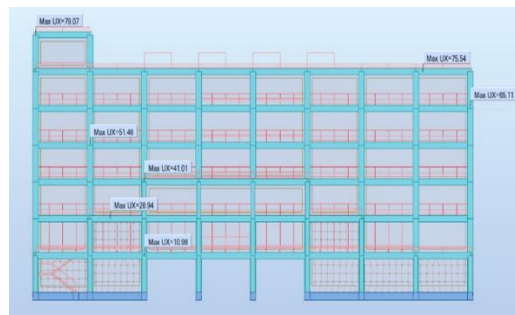
Setelah input seluruh pembebanan selesai dilaksanakan (beban mati, hidup, angin dan gempa) dan kombinasi pembebanan sesuai dengan KDS D, maka langkah berikutnya adalah memastikan jikapartisipasi massa telah mencapai lebih dari 90%.

Case/Mode	Frequency (Hz)	Period (sec)	Rel.mas.UX (%)	Rel.mas.UY (%)
4/ 1	0.86	1.16	2.63	63.08
4/ 2	0.88	1.13	59.51	68.26
4/ 3	0.95	1.05	72.07	69.76
4/ 4	2.89	0.35	79.21	76.05
4/ 5	2.91	0.34	86.29	82.33
4/ 6	3.25	0.31	86.29	85.59
4/ 7	5.61	0.18	86.37	85.68
4/ 8	5.71	0.18	91.17	85.68
4/ 9	5.90	0.17	91.20	88.00
4/ 10	6.31	0.16	91.22	88.16
4/ 11	6.96	0.14	91.48	92.16
4/ 12	7.20	0.14	91.49	92.19
4/ 13	7.70	0.13	93.70	92.34
4/ 14	8.02	0.12	93.71	92.35
4/ 15	8.38	0.12	93.80	92.56
4/ 16	8.56	0.12	93.80	92.56
4/ 17	9.02	0.11	93.80	92.82
4/ 18	9.75	0.10	93.80	93.22
4/ 19	10.74	0.09	94.04	93.22
4/ 20	11.14	0.09	96.87	93.28
4/ 21	11.83	0.08	96.87	93.29

Gambar 4. Hasil Permodelan RSAP Gedung Perkantoran Wilayah Lombok Gambar diatas menunjukkan bahwa T dari RSAP yaitu 0,14 (Partisipasi Massa 90%)

4.5 Pengecekan Simpangan Antar Lantai

Pada proses ini model bangunan gedung dicek simpangan antar lantainya, berikut adalah simpangan antar lantai arah X dan Y :



Gambar 5. Simpang Antar Lantai Arah X Oleh RSAP

Tabel 4. Analisis Simpang Antar Lantai Arah X

Story	h (mm)	δ_{xi} (mm)	δ_x (mm)	Δ (mm)	$\Delta a \rho$ (mm)	Kontrol
5	4000	75,54	302,16	41,72	80	OK
4	4000	65,11	260,44	54,60	80	OK
3	4000	51,46	205,84	41,80	80	OK
2	4000	41,01	164,04	48,28	80	OK
1	4000	28,94	115,76	71,84	80	OK
0	4000	10,98	43,92	43,92	80	OK

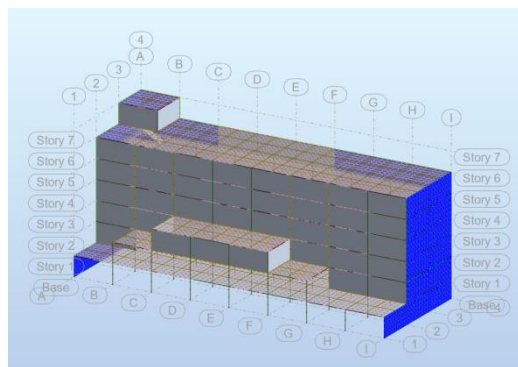
Tabel 5. Analisis Simpang Antar Lantai Arah Y

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

Story	h (mm)	δ_{xi} (mm)	δx (mm)	Δ (mm)	$\Delta a \rho$ (mm)	Kontrol
5	4000	51,54	206,16	-50,68	80	OK
4	4000	64,21	256,84	10,12	80	OK
3	4000	61,68	246,72	67,44	80	OK
2	4000	44,82	179,28	70,56	80	OK
1	4000	27,18	108,72	69,44	80	OK
0	4000	9,82	39,28	39,28	80	OK

Sesuai analisa diatas nilai simpangan antar lantai memenuhi untuk arah X dan Y, pada pengecekan simpangan antar lantai, dilakukan berurutan mulai dari tanpa menggunakan shearwall, dengan shearwall sebagian, namun nilai aman yang didapatkan adalah jika digunakan fullshearwall pada sumbu lemah (sumbu Y).



Gambar 6. Penambahan shearwall pada sisi gedung.

4.6 Analisa Pengaruh P-Delta

Selanjutnya bangunan gedung juga harus ditinjau untuk aman terhadap pengaruh P-Delta sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

Tabel 6 : Pengecekan P-Delta Arah X

Story	h (mm)	DL Tot (Kn)	LL (kN)	DL+LL (kN)	Kum (DL+LL)	Δ (mm)	Stabilitas Ratio	θ max	Kontrol
5	4000	10685	987,56	11672,57	11672,57	41,72	0,00261	0,125	OK
4	4000	10685	987,56	11672,57	23345,15	54,60	0,00683	0,125	OK
3	4000	10612,64	1315,96	11928,60	35273,74	41,80	0,00773	0,125	OK
2	4000	12642,96	1316,30	13959,26	49233,01	48,28	0,01064	0,125	OK
1	4000	14187,37	3076,91	17264,27	66497,28	71,84	0,01729	0,125	OK
0	4000	14187,37	3076,91	17264,27	83761,55	43,92	0,01332	0,125	OK

Tabel 7 : Pengecekan P-Delta Arah Y

Story	h (mm)	DL Tot (Kn)	LL (kN)	DL+LL (kN)	Kum (DL+LL)	Δ (mm)	Stabilitas Ratio	θ max	Kontrol
5	4000	10685	987,56	11672,57	11672,57	-50,68	-0,00317	0,125	OK
4	4000	10685	987,56	11672,57	23345,15	10,12	0,00127	0,125	OK
3	4000	10612,6	1315,96	11928,60	35273,74	67,44	0,01246	0,125	OK
2	4000	12643	1316,30	13959,26	49233,01	70,56	0,01555	0,125	OK
1	4000	14187,4	3076,91	17264,27	66497,28	69,44	0,01672	0,125	OK
0	4000	14187,4	3076,91	17264,27	83761,55	39,28	0,01191	0,125	OK

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

Kontrol:

- a. Stabilitas ratio (Θ) < 0,1 (OK)
- b. Θ max < 0,25 (OK)

Pada perhitungan pengaruh P-Delta pada arah y didapatkan bahwa dari lantai 1 – lantai 5 telah memenuhi persyaratan.

4.7 Perbandingan Desain Elemen Struktur Manual dan RSAP 2022

Pada tahap ini penulis berusaha membandingkan antara desain elemen struktur dengan hitungan manual dan hitungan otomatis dengan software RSAP. Pada tahap ini variable yang dibuat sama adalah diameter tulangan, dimensi penampang dan mutu bahan, Berikut adalah hasil yang didapatkan.

Tabel 8. Perbandingan Desain Manual dan RSAP pada Pelat Lantai.

Keterangan	Manual		RSAP	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
Pelat Lantai	S13-150	S13-150	S13-150	S13-150

Pada desain pelat lantai didapatkan hasil desain yang sama, hal ini dikarenakan optimasi yang digunakan pada hitungan manual dibuat mendekati antara nilai beban berfaktor dan kekuatan nominal lentur, namun pada analisa perhitungan pelat manual digunakan cara coba – coba sehingga lama, namun dengan software RSAP bisa dilakukan dengan cepat karena sesuai nilai optimasi yang telah disetting.

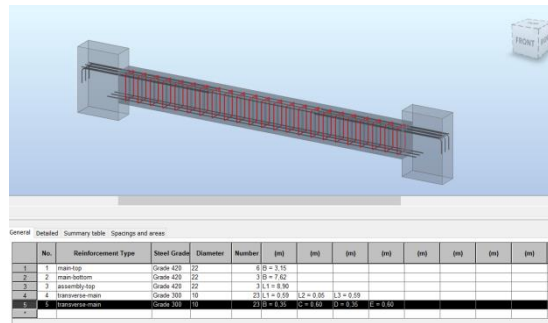
Tabel 9. Perbandingan Desain Manual dan RSAP pada Desain Balok Induk B1 (45/70)

Balok B1						
Keterangan	Tumpuan			Lapangan		
	Atas	Bawah	Geser	Atas	Bawah	Geser
MANUAL	6S22	3S22	P10-150	3S22	3S22	P10-200
RSAP 2022	6S22	3S22	P10-150	3S22	3S22	P10-150

Pada desain balok beton bertulang didapatkan hasil yang sama juga, namun perhitungan dengan analisa manual perlu dilakukan looping optimasi yang lama untuk mendapatkan perbandingan antara kekuatan nominal yang lebih besar namun mendekati beban berfaktor yang telah dihitung.

Bobby Asukmajaya R.

Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan Software Robot Structural Analysis Professional2022
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60

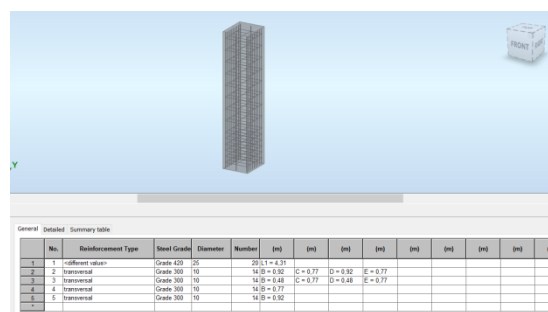


Gambar 6. Hasil Desain Penulangan Balok RSAP 2022

Tabel 10. Perbandingan Desain Manual dan RSAP pada Kolom K1 (85/100)

Keterangan	Tulangan Utama	Tulangan Sengkang	
		Tumpuan	Lapangan
MANUAL	22S25	P10-200	P10-200
RSAP 2022	20S25	P10-200	P10-200

Pada desain kolom terdapat perbedaan sedikit antara perhitungan manual dan desain otomatis dengan RSAP, hal ini diakibatkan pada perhitungan kolom manual langkahnya cukup banyak, sehingga optimasi sulit untuk dilakukan, sementara hal ini berbeda dengan RSAP yang otomatis langsung menghitung secara optimal dengan cepat.

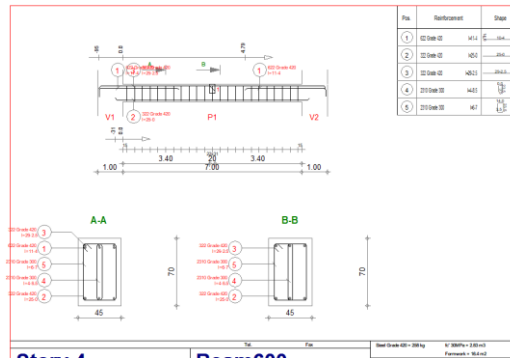


Gambar 7. Hasil Desain Penulangan Kolom RSAP 2022

Pada RSAP 2022 hasil desain elemen struktur juga langsung didapatkan gambar kerja detail penulangan secara otomatis, sehingga penulis tidak perlu menggambar ulang, selain itu pada hasil output jika langsung didapatkan perhitungan volume beton dan pembesian yang diperlukan. Berikut adalah contoh output gambar dan perhitungan volume RSAP :

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal Qua Teknika, (2023), 13(1): 46-60



Gambar 8. Output Gambar Kerja Penulangan RSAP 2022

5. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan pada perencanaan bangunan gedung tahan gempa di Provinsi Nusa Tenggara Barat ini :

1. Hasil Preliminary Design didapatkan, penampang dengan ukuran sebagai berikut :
 1. Balok Induk= 45/70 cm
 2. Balok Anak= 20/35 cm
 3. Pelat= 12 cm
 4. Kolom Interior B1= 85/100 cm
 5. Kolom Eksterior B2 = 85/100 cm
 6. Kolom Eksterior B3 = 60/60
2. Pada pengecekan simpangan lateral didapatkan untuk bangunan tahan gempa perlu untuk diberikan shearwall terutama pada sumbu lemah, dikarenakan jika hanya menggunakan sistem rangka pemikul momen tidak cukup untuk menjadikan bangunan gedung tahan gempa.
3. Pada Design Elemen Struktur, jauh lebih efektif menggunakan RSAP dibandingkan perhitungan manual, baik dari segi waktu dan optimasi. Hal ini dikarenakan pada perhitungan manual perhitungan dilakukan secara coba – coba hingga mendapat nilai yang mendekati antara beban berfaktor dan kekuatan nominal, sementara pada RSAP optimasi dapat disetting sesuai dengan kebutuhan perencana secara cepat.

Bobby Asukmajaya R.

**Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan dengan
Software Robot Structural Analysis Professional2022**
Jurnal *Qua Teknika*, (2023), 13(1): 46-60

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Tavio, K. Achmad, P. Parmo, and A. Sulistiawan, "Strength and Ductility of RC Columns Retrofitted by FRP under Cyclic Loading," *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [2] M. Profil, S. Dan, and B. A. R, "Perbandingan defleksi dan berat tower pltb 24 m dengan menggunakan profil siku dan pipa.," vol. 4, pp. 267–272, 2023.
- [3] Sni 1726:2019, "Sni 1726:2019," *Tata Cara Perenc. Ketahanan Gempa Untuk Strukt. Bangunan Gedung dan Non Gedung*, no. 8, p. 254, 2019.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [5] S. R. S. Ghdoura and V. Srivastava, "Analysis of Steel Framed Structure using STAAD Pro and ROBOT Software," *Int. J. Sci. Eng. Technol. Res.*, vol. 5, no. 7, pp. 1–8, 2016, [Online]. Available: www.ijsetr.com.
- [6] Autodesk, "Autodesk Robot Structural Analysis Metric Getting Started Guide," p. 181, 2008, [Online]. Available: http://download.autodesk.com/us/support/files/robot_getting_started_guide_eng_2011_metric_2.pdf.
- [7] BSN, "Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain," *Badan Standarisasi Nas. 17272020*, no. 8, pp. 1–336, 2020.