

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR DAN BIAYA GEDUNG TAHAN
GEMPA DENGAN SISTEM PELAT CENDAWAN**

Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Terapan (SST) Politeknik Negeri Malang



Disusun Oleh:

YODITH REVANNO

1441320071

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
MANAJEMEN REKAYASA KONSTRUKSI
POLITEKNIK NEGERI MALANG**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR DAN BIAYA GEDUNG TAHAN GEMPA
DENGAN SISTEM PELAT CENDAWAN**

Disusun Oleh :

Yodith Revanno

NIM.1441320071

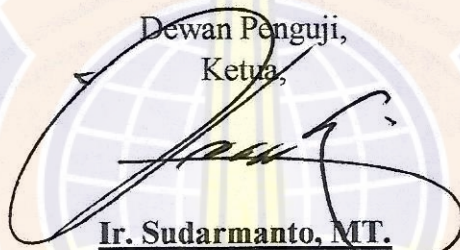
Telah Dipertahankan di Hadapan Dewan Penguji Skripsi,

Diterima, dan Memenuhi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan

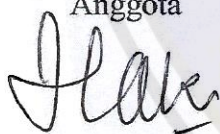
Pada Hari : Jumat, 27 Juli 2018

Dewan Penguji,
Ketua,



Ir. Sudarmanto, MT.
NIP.195606061985031002

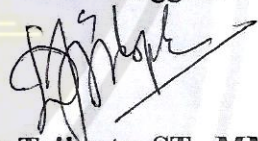
Anggota



Ir. Sugiharti, MT.
NIP.195709291986032002

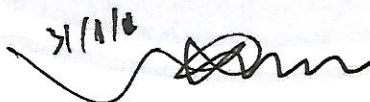
31/8/18

Anggota



Djoko Trijanto, ST., MMT.
NIP.195601241987121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi D-IV



Marjono, ST., MT.
NIP.196109111990031002

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI
ANALISA STRUKTUR DAN BIAYA GEDUNG TAHAN GEMPA
DENGAN SISTEM PELAT CENDAWAN

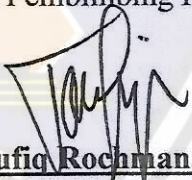
Disusun Oleh :
Yodith Revanno
NIM.1441320071

Disetujui Oleh,

Pembimbing I


Ir. Sudarmanto, MT.
NIP. 195606061985031002

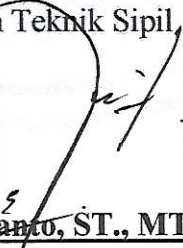
Pembimbing II


Dr. Taufiq Rochman, ST., MT.
NIP.197210151998021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,




Dandung Noyianto, ST., MT.
NIP.196411051990031003

03/18
09

RINGKASAN

Revanno, Yodith. 2018. **Analisis Struktur dan Biaya Gedung Tahan Gempa Dengan Sistem Pelat Cendawan**. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi. Politeknik Negeri Malang. Pembimbing: (1) Ir. Sudarmanto, MT. (2) Dr. Taufiq Rochman, ST., MT.

Sistem struktur yang umumnya digunakan di Indonesia yaitu sistem pelat-balok. Dengan berkembangnya kebutuhan terhadap gedung bertingkat, muncul inovasi sistem struktur baru pada sistem pelat. Pelat cendawan yaitu struktur pelat beton bertulang yang langsung ditumpu oleh kolom tanpa melalui balok. Skripsi ini bertujuan untuk mendesain dua tipe model pelat cendawan agar didapat konfigurasi tebal penebalan dan lebar penebalan yang optimal untuk diterapkan pada objek yang ditinjau, lalu dibandingkan dari segi biaya dengan penggunaan pelat-balok.

Data yang dibutuhkan adalah gambar kerja lantai 7 gedung Rumah Sakit dr. Soedono kota Madiun seluas 1.324m². Analisis dilakukan dengan cara memvariasikan tebal dan lebar penebalan pelat pada pelat cendawan menggunakan metode *design by analysis* mengacu pada peraturan SNI 2847:2013 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Beban yang diberikan berupa beban mati, hidup, dan gempa sesuai peraturan 1726:2012. Lantai gedung yang ditinjau awalnya menggunakan sistem pelat-balok konvensional diganti menjadi pelat cendawan.

Hasil yang diperoleh dari analisis struktur pelat cendawan yaitu makin tebal penebalan pada struktur pelat cendawan, maka semakin kuat struktur menahan gaya geser pons; semakin lebar daerah penebalan maka semakin kecil tegangan maksimal daerah lapangan yang terjadi; dimensi optimal pelat cendawan hasil analisis didapat tebal pelat 200mm; tebal *drop panel* 200mm; lebar *drop panel* 2000mm; tulangan jalur kolom pelat cendawan yaitu D22-100; tulangan jalur tengah diperoleh D16-250; simpangan antar lantai dan hubungan balok-kolom sudah dikontrol kuat terhadap beban gempa yang terjadi; pelat cendawan membutuhkan material besi dan beton lebih banyak dibandingkan dengan sistem pelat-balok konvensional, maka ditinjau dari segi biaya penggunaan sistem pelat cendawan lebih mahal dari pelat beton konvensional.

Kata Kunci: sistem pelat lantai, pelat cendawan, geser pons, tegangan, gempa

SUMMARY

Revanno, Yodith. 2018. ***The Analysis of Structure and Cost of Earthquake Resistant Building Using Flat Slab System.*** Thesis. Construction Engineering Management Study Program Department of Civil Engineering State Polytechnic of Malang. Advisors: (1) Ir. Sudarmanto, MT. (2) Dr. Taufiq Rochman, ST., MT.

The structural system commonly used in Indonesia is the plate-beam system. The growing need for high rise buildings results new structural innovations of floor system. The flat slab is reinforced concrete structure directly supported by columns without passing the beam. This thesis aims to design two models of flat slab to obtain optimum composition of thickness of flat slab and length of drop panel to be applied to the object, which compared in terms of structure and cost by using beam-slab system.

The required data were of shop drawings of the 7th floor (1,324m²) of dr. Soedono Hospital Madiun. The analyses were performed by varying the thickness and length of drop panel on flat slab using design by analysis method referring to the regulation of SNI 2847: 2013 on the procedure of calculating the concrete structure for the building. The loading being applied were dead load, live load, and earthquake load based on SNI 1726:2012. The reviewed story was initially of conventional beam-plate slab system that was changed into flat slab system.

The analyses result in thicker drop panel in the structure of flat slab, the stronger the structure withstand the punching shear; the wider the drop panel, the smaller the maximum mid span stress occurs; the optimum dimensions of flat slab 200mm thick plate; 200mm thick drop panel; 2000mm long drop panel; D22-125 column strip reinforcement; D16-250 middle strip reinforcement; the story drift and slab-column connection had been controlled that the capacity of building was strong enough to resist the earthquake load; the flat slab require more reinforcement and concrete materials compared to the conventional beam-slab system,. so in terms of cost, using flat slab system is more expensive than the conventional beam-slab system.

Key words: floor system, flat slab, punching shear, stresses, earth-quake

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa menganugerahkan kesehatan jasmani dan rohani kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Struktur dan Biaya Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Pelat Cendawan” dengan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi mahasiswa sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana Sains Terapan (SST), juga sebagai pengaplikasian ilmu yang saya dapatkan selama empat tahun berkuliah.

Dalam pengerjaan skripsi ini, tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua waktu yang telah diberikan, atas semua usaha yang dilakukan, dan atas semua pengorbanan yang dilakukan untuk membantu saya. Saya selalu berdoa semoga semua hal yang telah mereka lakukan akan dibalas kebaikan oleh Tuhanku sang maha penyayang Allah SWT.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam penelitian selanjutnya.

Malang, 23 Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

RANGKUMAN

SUMMARY

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1

1.1 Latar Belakang

1

1.2 Rumusan Masalah

2

1.3 Batasan Masalah

2

1.4 Tujuan

2

1.5 Manfaat Penelitian

3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

4

2.1 Studi Terdahulu

4

2.2 Sistem Struktur

4

2.3 Pelat Cendawan

5

2.4 Perilaku Pelat Cendawan Terhadap Pembebanan

6

2.5 Geser Pons (*Punching Shear*)

7

2.6 Desain Pelat Cendawan

8

2.7 Desain Kolom

12

2.8 Desain Balok Tepi

16

2.9 Analisa Beban Gempa

18

2.10 Rencana Anggaran Biaya

23

BAB III METODOLOGI

27

3.1 Alur Penelitian

27

3.2 Variasi Ukuran Pelat Cendawan

28

3.3 Pemodelan Struktur

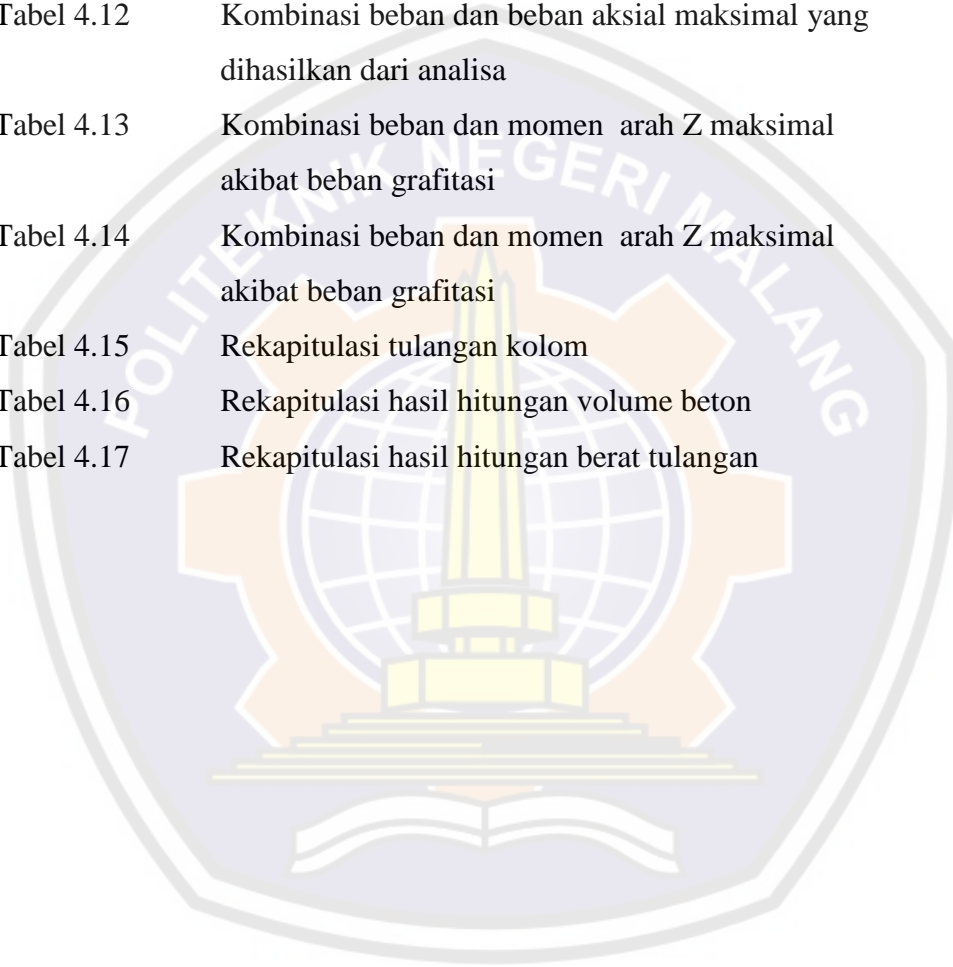
28

3.4	Pembebanan	28
3.4.1	Beban Mati	28
3.4.2	Beban Hidup	28
3.4.3	Beban Gempa	29
3.4.4	Kombinasi Pembebanan	35
3.5	Analisis Struktur	36
3.6	Pendetailan Tulangan	36
3.7	Membandingkan Kebutuhan Material	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Analisis Struktur Pelat Cendawan	37
4.1.1	Desain Dimensi	37
4.1.2	Pembebanan Pada Model Struktur	40
4.1.3	Hasil analisis Struktur Pelat Cendawan	42
4.2	Perencanaan Struktur Beton Bertulang	52
4.2.1	Perhitungan Struktur Pelat Cendawan	52
4.2.2	Perhitungan Struktur Balok	76
4.2.3	Perhitungan Struktur Kolom	89
4.3	Perbandingan Kebutuhan Material	108
BAB V PENUTUP		110
5.1	Kesimpulan	110
5.2	Saran	111
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Tebal minimum pelat cendawan berdasarkan bentang terpedek	8
Tabel 2.2	Perpanjangan minimum tulangan pelat cendawan	11
Tabel 2.3	Koefisien Periode Pendek (F_a)	22
Tabel 2.4	Koefisien periode 1,0 detik (F_v)	23
Tabel 3.1	Data tanah 30 m lapisan atas rumah sakit Dr. Soedono	29
Tabel 3.2	Periode getar fundamental struktur (T) dan respon spektra permukaan	32
Tabel 3.3	Rekapitulasi beban mati seluruh lantai rumah sakit Dr. Soedono	34
Tabel 3.4	Rekapitulasi perhitungan beban gempa pada tiap lantai gedung	35
Tabel 4.1	Dimensi struktur pelat cendawan dengan variasi penebalan (<i>drop panel</i>)	38
Tabel 4.2	Dimensi struktur pelat cendawan dengan variasi lebar penebalan (L_d)	38
Tabel 4.3	Beban mati pada daerah pelat cendawan tanpa penebalan (<i>drop panel</i>)	40
Tabel 4.4	Beban mati pada daerah pelat cendawan dengan penebalan (<i>drop panel</i>)	41
Tabel 4.5.	Beban gempa yang diaplikasikan pada analisis struktur pelat cendawan	41
Tabel 4.6	Momen hasil perhitungan pada lantai 7 Rumah Sakit dr. Soedono Madiun	53
Tabel 4.7	Rekapitulasi hasil penulangan pada struktur pelat cendawan	75
Tabel 4.8	Rekapitulasi tulangan balok	89

Tabel 4.9	Kombinasi beban dan beban aksial maksimal yang dihasilkan dari analisa	91
Tabel 4.10	Kombinasi beban dan momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi	91
Tabel 4.11	Kombinasi beban dan momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi	92
Tabel 4.12	Kombinasi beban dan beban aksial maksimal yang dihasilkan dari analisa	100
Tabel 4.13	Kombinasi beban dan momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi	101
Tabel 4.14	Kombinasi beban dan momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi	101
Tabel 4.15	Rekapitulasi tulangan kolom	108
Tabel 4.16	Rekapitulasi hasil hitungan volume beton	109
Tabel 4.17	Rekapitulasi hasil hitungan berat tulangan	109



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Struktur pelat cendawan dalam penerapannya pada bangunan bertingkat.	5
Gambar 2.2	Sistem struktur yang dapat diterapkan bangunan gedung bertingkat	6
Gambar 2.3	Penampang kritis pada pelat cendawan untuk ditinjau pada geser dua arah	9
Gambar 2.4	penampang kritis geser dua arah pada pelat cendawan daerah penebalan pelat	10
Gambar 2.5	Faktor panjang efektif kolom pada struktur rangka bergoyang dan tidak	14
Gambar 2.6	Peta respon spektra percepatan 0.2 detik (SS) di batuan dasar (SB)	20
Gambar 2.7	Peta respon spektra percepatan 0.1 detik (S_1) di batuan dasar (SB)	20
Gambar 2.8	Desain respon spektra percepatan gempa pada periode yang tertentu	21
Gambar 3.1	Alur pengerjaan penelitian tentang pelat cendawan	27
Gambar 3.2	Peta respon spektra percepatan 0.2 detik (S_s) di batuan dasar	30
Gambar 3.3	Peta respon spektra percepatan 1.0 detik (S_1) di batuan dasar	30
Gambar 3.4	Grafik spektrum respon desain	32
Gambar 4.1	Denah pelat cendawan yang akan dimodelisasi menjadi beberapa tipe pemodelan	39
Gambar 4.2	Potongan melintang pelat cendawan yang akan dimodelisasi menjadi beberapa tipe pemodelan	39
Gambar 4.3	Pemodelan portal pelat cendawan dengan penebalan dan lebar penebalan yang akan divariasikan	40

Gambar 4.4	Potongan melintang pelat cendawan yang akan dimodelisasi menjadi beberapa tipe pemodelan	42
Gambar 4.5	Grafik hubungan penebalan dengan geser terjadi dan geser nominal	42
Gambar 4.6	Daerah drop panyang ditinjau tegangan maksimal akibat variasi tebal drop panel	44
Gambar 4.7	Grafik tegangan maksimum pada daerah drop panel akibat variasi tebal drop panel	44
Gambar 4.8	Tegangan pada daerah drop paneldengan variasi lebar drop panel	45
Gambar 4.9	Daerah tanpa penebalan (<i>drop panel</i>) yang ditinjau tegangan maksimal akibat variasi tebal <i>drop panel</i>	47
Gambar 4.10	Grafik tegangan pada daerah tanpa penebalan (<i>drop panel</i>) pelat cendawan dengan variasi tebal <i>drop panel</i>	48
Gambar 4.11	Tegangan pada daerah tanpa penebalan dengan variasi lebar <i>drop panel</i>	48
Gambar 4.12	Lendutan memanjang yang ditinjau pada pelat cendawan	50
Gambar 4.13	Grafik lendutan arah memanjang pada pelat cendawan	50
Gambar 4.14	Lendutan memanjang variasi lebar penebalan yang ditinjau pada pelat cendawan	51
Gambar 4.15	Grafik lendutan arah memanjang pada pelat cendawan	51
Gambar 4.16	Denah lantai 7 gedung rumah sakit dr. Soedono dengan sistem pelat cendawan	52
Gambar 4.17	Penulangan pelat lajur kolom daerah tumpuan arah x	54
Gambar 4.18	Penulangan pelat lajur kolom daerah lapangan arah x	57
Gambar 4.19	Penulangan pelat lajur tengah daerah tumpuan arah x	59
Gambar 4.20	Penulangan pelat lajur tengah daerah lapangan arah x	62
Gambar 4.21	Penulangan pelat lajur kolom daerah tumpuan arah Y	65
Gambar 4.22	Penulangan pelat lajur kolom daerah lapangan arah Y	67
Gambar 4.23	Penulangan pelat lajur tengah daerah tumpuan arah Y	69

Gambar 4.24	Penulangan pelat lajur tengah daerah lapangan arah Y	72
Gambar 4.25	Area penampang kritis daerah sekitar kolom	74
Gambar 4.26	Balok yang ditinjau terletak pada lantai 7 gedung rumah sakit dr. Soedono kota Madiun	76
Gambar 4.27	Letak balok dengan momen Z terbesar yang ditinjau	76
Gambar 4.28	Momen Z maksimum pada balok nomor 8837 dengan beban <i>envelope</i>	77
Gambar 4.29	Beban geser maksimal pada daerah tumpuan balok akibat beban gempa	85
Gambar 4.30	Beban geser maksimal pada daerah tumpuan balok akibat beban gempa dan grafitasi	85
Gambar 4.31	Besar gaya geser maksimum pada jarak 1000 mm dari tumpuan sampai tengah bentang	87
Gambar 4.32	Kolom tipe K3-1 yang letaknya pada lantai tujuh dan lantai delapan rumah sakit Dr. Soedono Kota Madiun	89
Gambar 4.33	Letak kolom tipe K3-1 yang menerima beban aksial paling besar	90
Gambar 4.34	Diagram beban aksial yang diterima oleh kolom nomor 5376 tipe K3-1	90
Gambar 4.35	Diagram momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi pada kolom tipe K3-1	91
Gambar 4.36	Diagram momen arah Z maksimal akibat beban gempa pada kolom tipe K3-1	92
Gambar 4.37	Kolom tipe K3-1 yang letaknya pada lantai tujuh dan lantai delapan rumah sakit Dr. Soedono Kota Madiun	93
Gambar 4.38	Letak kolom tipe K3-1 yang menerima momen arah Z paling besar	99
Gambar 4.39	Diagram beban aksial yang diterima oleh kolom nomor 7146	100
Gambar 4.40	Diagram momen arah Z maksimal akibat beban grafitasi pada kolom tipe K3-1	100

Gambar 4.41 Diagram momen arah Z maksimal akibat beban gempa pada kolom tipe K3-1



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Data tanah Rumah Sakit dr. Soedono
Lampiran 2	Gambar hasil perhitungan Gedung sistem pelat cendawan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem struktur yang pada umumnya digunakan di Indonesia yaitu pelat-balok, seiring berkembangnya kebutuhan industri, dewasa ini bangunan dengan sistem pelat cendawan banyak juga digunakan. Keberadaan pelat cendawan memenuhi permintaan pasar terhadap struktur yang dapat mereduksi tinggi bangunan dan memberikan kemudahan dalam penataan ruangan. Menurut SNI 2847:2013 pelat cendawan adalah pelat yang langsung didukung oleh kolom dengan atau tanpa penebalan pelat di atas kolom (*drop panel*). Struktur pelat cendawan adalah struktur utama yang meneruskan beban dari pelat ke kolom, dalam hal ini menggantikan struktur balok.

Dalam penerapannya, penggunaan pelat cendawan untuk gedung tinggi sangat riskan terhadap beban lateral yang terjadi berupa beban gempa. Pelat cendawan didesain untuk menahan beban vertikal, sehingga untuk mengatasi beban gempa perlu diberi struktur tambahan berupa balok tepi (Mamede dkk, 2013).

Analisis struktur pelat cendawan sangat dibutuhkan guna merencanakan gedung yang efisien sehingga didapat biaya yang seminim mungkin. Dalam penelitian ini, peraturan gempa yang digunakan yaitu tata cara perancangan ketahanan gempa SNI 1726:2012, tata cara ini merupakan revisi dari SNI 1726:2002. Tata cara perancangan yang baru ini menggunakan konsep "*performance based earthquake design*", yaitu bangunan didesain untuk mencapai target performa yang dikaitkan dengan tingkat kerusakan pasca gempa. Penelitian ini mengambil sampel berupa bangunan gedung Rumah Sakit Dr. Soedono Kota Madiun. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis menganalisis penggunaan pelat cendawan pada struktur gedung bertingkat dalam skripsi dengan judul

“Analisis Struktur dan Biaya Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Pelat Cendawan”

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut didapat beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini, diantaranya :

1. Bagaimana pemodelan gedung Rumah Sakit Dr. Soedono Kota Madiun dengan sistem pelat cendawan?
2. Bagaimana gaya dalam yang terjadi pada pelat cendawan dengan penebalan dan pelat cendawan tanpa penebalan terhadap beban yang terjadi?
3. Bagaimana hasil perhitungan tulangan gedung sistem pelat cendawan?
4. Berapa perbandingan kebutuhan material pada gedung sistem pelat cendawan dengan sistem konvensional?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari rumusan masalah, maka penulis memberikan beberapa batasan terhadap aspek yang ditinjau diantaranya :

1. Perhitungan gaya gempa menggunakan SNI 1726:2012.
2. Gedung terletak di wilayah Kota Madiun.
3. Struktur yang ditinjau hanya struktur atas, mengabaikan gaya-gaya dari struktur bawah.
4. Tidak menghitung pondasi.
5. Desain struktur dan detail tulangan menggunakan SNI 2847:2013.
6. Desain struktur menggunakan balok tepi.
7. Perbandingan volume material ditinjau pada lantai 7.
8. Volume material yang ditinjau berupa beton dan besi

1.4 Tujuan

Tujuan penulis dalam penulisan skripsi tentang “Analisis Struktur dan Biaya Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Pelat Cendawan” yaitu :

1. Dapat memodelkan gedung Rumah Sakit Dr. Soedono Kota Madiun dengan sistem pelat cendawan.
2. Dapat menghitung perbedaan gaya dalam yang terjadi pada pelat cendawan dengan penebalan dan pelat cendawan tanpa penebalan terhadap beban yang terjadi.
3. Dapat menghitung kebutuhan tulangan gedung dengan sistem pelat cendawan.
4. Dapat menghitung perbandingan kebutuhan material pada gedung sistem pelat cendawan dengan sistem konvensional.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penyusunan skripsi tentang “Analisis Struktur dan Biaya Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Pelat Cendawan” yaitu :

1. Memberikan referensi kepada pembaca tentang penggunaan struktur pelat cendawan dalam perencanaan gedung.
2. Memberikan gambaran tentang komparasi penggunaan material antara gedung dengan system pelat cendawan dengan gedung system pelat-balok.
3. Alternatif pemilihan penggunaan pelat cendawan dengan atau tanpa penebalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nawy, A. 2004. **Prestressed Concrete Analysis and Design**. Michigan. Ann Arbor.
- Mukomoko, J. 1985. **Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan**. Jakarta. Geya Media Pratama.
- Moesley, W, Bugey, J. 1990. **Reinforced Concrete Design Fourth Edition**. London. Mazmillan Education LTD.
- Hibbeler, R. 2012. **Structural Analysis Eight Edition**. New Jersey. Pearson Education LTD.
- Megson, T. 2005. **Structural and Stress Analysis Second Edition**. Oxford. Butterworth-Heinemann.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. **SNI 2847 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. **SNI 1726 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung**. Jakarta.
- American Concrete Institute. 2014. **ACI 318-14 Building Code Requirements For Structural Concrete**. Texas.
- Park, R, Gamble, W. 2000. **Reinforced Concrete Slab Second Edition**. Kanada. John Wiley & Sons Inc.
- Mamede, N, Ramos, A, Faria, D. 2013. **Analisis Finite Elemen Eksperimental dan Parametrik 3 Dimensi Pada Geser Pons dari Pelat Cendawan Dengan Penulangan Ortogonal**. 442-443.
- Sen, S, Singh, Y. 2015. **Performa Gempa Bangunan Pelat Cendawan**. 905-907.
- Micallef, K, Sagaseta, J, Fernandez, M, Muttoni, A. 2014. **Kegagalan Geser Pons Pada Pelat Cendawan Dengan Impek Pembebanan Lokal**. 17-19.
- Sahab, M, Ashour, A, Toropov, V. 2004. **Optimasi Biaya Bangunan Pelat Cendawan**. 313-315.