



**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG (OK,CSSD)
RUMAH SAKIT PARU JEMBER 8 LANTAI DENGAN STRUKTUR
BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SRPMM**

SKRIPSI

Oleh

**UMI SALAMAH
NIM 121910301075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG (OK,CSSD)
RUMAH SAKIT PARU JEMBER 8 LANTAI DENGAN STRUKTUR
BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SRPMM**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**UMI SALAMAH
NIM 121910301075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Sebuah dakian menuju puncak impian yang terkikis sedikit demi sedikit. Ketidakpercayaan atas kemampuan dalam mewujudkan kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu), *Alhamdulillah* telah Engkau kabulkan mimpiku Ya Allah.

Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Ibunda tercinta Mar'atul Muslimah yang senantiasa mendoakan anakmu ini. Ayahku tercinta Moh. Sufaat yang telah memberikan semangat, do'a dan dukungan finansial dan hal lain yang tak terhitung nilainya;
2. Kedua adik-adikku, Dzakiyatun Nasuhah dan Fatihul Izzi yang tawa dan canda selalu menjadi api semangatku;
3. Bapak Dwi Nurtanto, ST. MT dan Bapak Akhmad Hasanuddin yang telah membimbingku dengan sabar;
4. Rumah Sakit Paru Jember dan PT Adhi Karya (Persero) yang menjadi inspirasi;
5. Mas Haris Budi Setiwan yang banyak membantuku belajar;
6. Mas Achmad Roni Mu'amar yang menjadi alarm skripsiku dan selalu memberikan nasehat-nasehat untuk membuatku tetap berdiri tegak;
7. Sahabat "Ibu-ibu pejabat" Yuniar, Nining, Intan, Erry dan Dinia;
8. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar;
9. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2012 terutama teman-teman kontrakan 1, kontrakan 2 dan kontrakan 3, Terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tiada henti;
10. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Yakinlah Ada Sesuatu Yang Menantimu Selepas Banyak Kesabaran (Yang Kau Jalani) Yang Akan Membuatmu Terpana Hingga Kau Lupa Pedihnya Rasa Sakit.
(Imam Ali bin Abi Thalib As)^{*)}

Menjadi Kuat Bukan Berarti Kamu Tahu Segalanya. Bukan Berarti Kamu Tidak Bisa Hancur. Kekuatanmu Ada Pada Kemampuanmu Bangkit Lagi Setelah Berkali-Kali Jatuh. Jangan Pikirkan Kamu Sampai Dimana Dan Kapan. Tidak Ada Yang Tahu.

Your Strength Is Simply Your Will To Go On.

(Dee, Supernova : Partikel)^{**)}

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.^{***)}

*) Imam Ali bin Abi Thalib AS. 2014. <https://farichnovrinasandy.wordpress.com/page/2/>

***) Dee Lestari. 2004. *Supernova #4 Partikel*. Jakarta: Bentang Pustaka.

****) Joeniarto, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. *Beberapa Permasalahan Implementasi Konvensi Keanekaragaman Hayati dalam Pengelolaan Taman Nasional Meru betiri*. Tesis magister, tidak dipublikasikan.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Umi Salamah

NIM : 121910301075

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung (OK, CSSD) Rumah Sakit Paru Jember 8 Lantai Dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan SPRMM" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Desember 2015

Yang menyatakan,

Umi Salamah
NIM 121910301075

SKRIPSI

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG (OK,CSSD)
RUMAH SAKIT PARU JEMBER 8 LANTAI DENGAN STRUKTUR
BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SRPMM**

Oleh

Umi Salamah
NIM 121910301075

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember 8 Lantai dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan SRPMM” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 23 Desember 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dwi Nurtanto, S.T., MT
NIP. 19731015 199802 1 001

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.
NIP. 199710327 199803 1 003

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso M.T.
NIP. 19551112 198702 1 001

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.
NIP. 19700530 199803 2 001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember 8 Lantai Dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan SRPMM; Umi Salamah, 121910301075; 2015: 85 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Peresmian Gedung (OK,CSSD) pada 1 Februari 2015 lalu tentu saja menambah jumlah fasilitas di Rumah Sakit Paru Jember, namun bukan pelayanan kamar inap. Menurut Pujianti et al (2014:66) “kebutuhan tambahan tempat tidur bagi pasien inap di Rumah Sakit Paru Jember di tahun 2014 dan 2015 untuk penyakit tuberkulosis di butuhkan penambahan tempat tidur sebanyak 3 dan 8 tempat tidur”. Kebutuhan tersebut belum mencakup semua pasien penyakit lain di Rumah Sakit Paru Jember. Selain itu Rumah Sakit Paru Jember ditetapkan sebagai salah satu Unit Pelaksana Tehnis (UPT) Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang melayani pasien dari Kabupaten Jember, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Lumajang mulai tahun 2002. Tentunya wilayah pelayanan dari Rumah Sakit Paru tersebut akan terus mengalami peningkatan secara signifikan. Beberapa faktor tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya penambahan ruangan untuk pasien inap di Rumah Sakit Paru Jember.

Kebutuhan tambahan ruang inap di Rumah Sakit Paru Jember ini akan lebih efisien bila dimasukkan ke dalam gedung OK dan CSSD yang baru saja diresmikan. Oleh karena itu, merencanakan ulang Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember dengan 8 lantai yang terdiri dari 5 lantai sesuai fungsi awal dan 3 lantai dengan fungsi ruang rawat inap adalah pilihan terbaik.

Dalam perencanaan gedung struktur beton tahan gempa ini digunakan beberapa acuan antara lain: Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung (03-2847-2002), tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI 03-1726-2012) dan beban minimum untuk perencanaan

bangunan gedung dan struktur lain (SNI-1727-2013). Sedangkan untuk analisa yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dikarenakan analisis dengan metode ini cocok untuk wilayah Jember yang memiliki zona gempa 4.

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan ulang struktur atas gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember didapatkan 8 macam tipe pelat dengan 4 variasi ketebalan yaitu 90 mm, 100 mm, 120 mm dan 130 mm. Terdapat 2 macam tangga akibat 2 elevasi lantai yang berbeda dengan tebal pelat keduanya 150 mm dan 120 mm untuk pelat bordes. Balok utama didesain dengan 4 macam tipe ukuran yaitu 12x20 cm, 18x30 cm, 25x40 cm dan 30x50 cm.

SUMMARY

Re-design The Structure Of The Upper Building (OK,CSSD) Of Paru Hospital Jember 8 Floors With Reinforced Concrete Structures Using SRPMM; Umi Salamah, 121910301075; 2015: 85 pages; Departement of Civil Engineering Faculty of Engineering University of Jember.

Building Inauguration (OK, CSSD) on February 1st, 2015 cause an increase the number of facilities in Paru Hospital Jember, except inpatient rooms. According Pujianti et al (2014: 66) "the need for additional beds for patients hospitalized in the Paru Hospital Jember in 2014 and 2015 for tuberculosis is needed as much as 3 and 8 additional beds ". The requirement not include all the other disease patients at Paru Hospital Jember. Additionally, Paru Hospital Jember also established as one of the Technical Implementation Unit (UPT) of East Java Provincial Health Office which serves patients from Jember, Bondowoso, Banyuwangi, Situbondo and Lumajang began in 2002. Surely the service area of the Paru Hospital Jember will continue to increase significantly. Some of these factors indicate that it takes the addition of rooms for the patients hospitalized in the Paru Hospital Jember.

Additional needs inpatient room in Paru Hospital Jember will be more efficient when put into the building OK and CSSD newly inaugurated. Therefore, the redesign of the building (OK, CSSD) Paru Hospital Jember with 8 floors consisting of 5 floors corresponding initial function and 3 floors with a function as inpatient room is the best choice.

In the re-design of the building that has a concrete structure earthquake-resistant using several reference, include: Procedures for planning concrete structures for buildings (03-2847-2002), the procedure for planning earthquake-resistance of the building structure of the building (SNI 03-1726-2012) and minimum load for the planning of buildings and other structures (SNI-1727 to 2013). As for the analysis

used is the bearer Moment Frame System High (SRPMM) due to the analysis by this method is suitable for Jember region which has a seismic zone 4.

Based on the results of the calculation of re-design of the building (OK, CSSD) Paru Hospital Jember obtained 8 different types of plates with 4 variations of thickness of 90 mm, 100 mm, 120 mm and 130 mm. There are 2 kinds of household due to 2 different floor elevation with a thick slab of both 150 mm and 120 mm for the landing plate. The mean beam is designed with 4 different types of sizes 12x20 cm, 18x30 cm, 25x40 cm and 30x50 cm. The dimensions column for floors 1 to 3 is 50x50 cm, floor column 4 to 6 of 45x45 cm, floor of 40x40 and columns is 30x30 cm.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember 8 Lantai Dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan SRPMM”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
5. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., MT., selaku Dosen Penguji Anggota;
6. Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph. D., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Kedua orang tua-ku dan ketiga saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 23 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tinjauan Umum	3
2.2 Pedoman Perencanaan Struktur	4
2.3 Material/Bahan Struktur.....	4
2.4 Konfigurasi Struktur Bangunan.....	5
2.5 Konsep Pembebanan Struktur.....	7

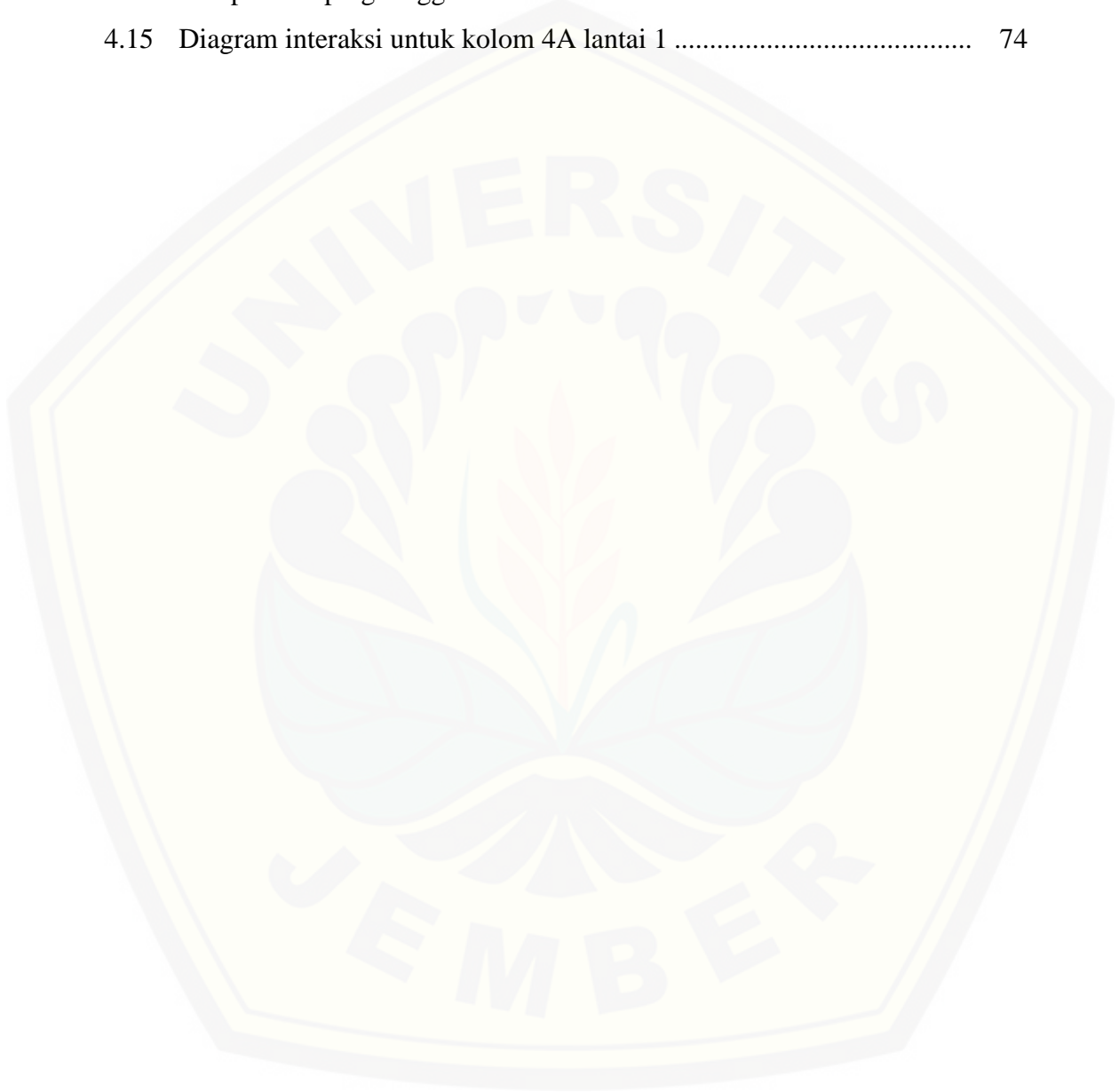
2.5.1 Beban Mati	7
2.5.2 Beban Hidup	8
2.5.3 Beban Hidup	9
2.5.4 Kombinasi Pembebanan	20
2.6 Perencanaan Komponen Struktur	20
2.6.1 Pelat	21
2.6.2 Balok	22
2.6.3 Kolom	24
2.7 Perencanaan Komponen Struktur	27
2.8 Ketentuan-ketentuan untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)	27
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Lingkup Penelitian	33
3.2 Lokasi Penelitian	33
3.3 Variabel Penelitian	34
3.4 Langkah-Langkah dalam Penelitian	34
3.5 Alur Penelitian	36
3.6 Data yang diperlukan	37
BAB 4. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Perencanaan Pembebanan	38
4.2 Perencanaan Pelat	48
4.2.1 Asumsi Tebal Pelat	48
4.2.2 Perhitungan Tulangan pada Pelat	50
4.3 Asumsi Dimensi Balok Kolom	55
4.4 Perencanaan Tangga	56
4.4.1 Pembebanan Tangga	56
4.4.2 Perhitungan Penulangan Pelat Tangga	61
4.4.3 Perhitungan Balok Tangga	62

4.5 Perencanaan Penulangan Balok	64
4.5.1 Penulangan Utama.....	64
4.5.2 Penulangan geser	69
4.6 Perencanaan Penulangan Kolom.....	71
4.6.1 Penulangan Utama.....	64
4.6.2 Penulangan Geser	77
4.7 Aplikasi ketentuan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah	79
4.8 Hasil Desain	82
BAB 5. PENUTUP.....	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Konfigurasi denah bangunan	5
2.2 Konfigurasi denah bangunan horisontal	6
2.3 Sendi-sendi plastis pada balok.....	7
2.4 Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (<i>MCE_R</i>), kelas situs <i>SB</i>	11
2.5 <i>S₁</i> , Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (<i>MCE_R</i>), kelas situs <i>SB</i>	11
2.6 Beban gempa pada struktur bangunan.....	18
2.7 Penentuan simpangan antar lantai	20
2.8 Detai kaitan untuk penyaluran kait standar 180° SNI-2847-2002.....	29
2.9 Detai kaitan untuk penyaluran kait standar 180° SNI-2847-2002.....	30
2.10 Perletakan tulangan utama tumpuan dan lapangan.....	30
2.11 Detil sambungan tulangan menerus.....	31
3.1 Peta lokasi Rumah Sakit Paru Jember	34
3.2 Diagram alir perencanaan ulang struktur gedung.....	37
4.1 Pemodelan beban maati tiap lantai	39
4.2 Pemodelan beban hidup lantai perawatan	39
4.3 Pemodelan beban hidup lantai operasi	40
4.4 Pemodelan beban terpusat untuk balok mesin lift	40
4.5 Mencari koordinat lokasi gedung dari situs puskim.pu.go.id	42
4.6 Hasil perhitungan respos spektrum desain dari situs puskim.pu.go.id ..	42
4.7 Memodelkan gempa respons spektrum kedalam program komputer	44
4.8 Memodelkan periode getar fundamental dan percepatan	45
4.9 Hasil pemodelan secara dinamis.....	46
4.10 Pemodelan hasil asumsi pelat ke progrm komputer	49
4.11 Tampak atas tangga tipe 1	56

4.12	Tampak samping tangga tipe 1	57
4.13	Tampak atas tangga lantai 2-8	58
4.14	Tampak samping tangga 2-8.....	59
4.15	Diagram interaksi untuk kolom 4A lantai 1	74



DAFTAR TABEL

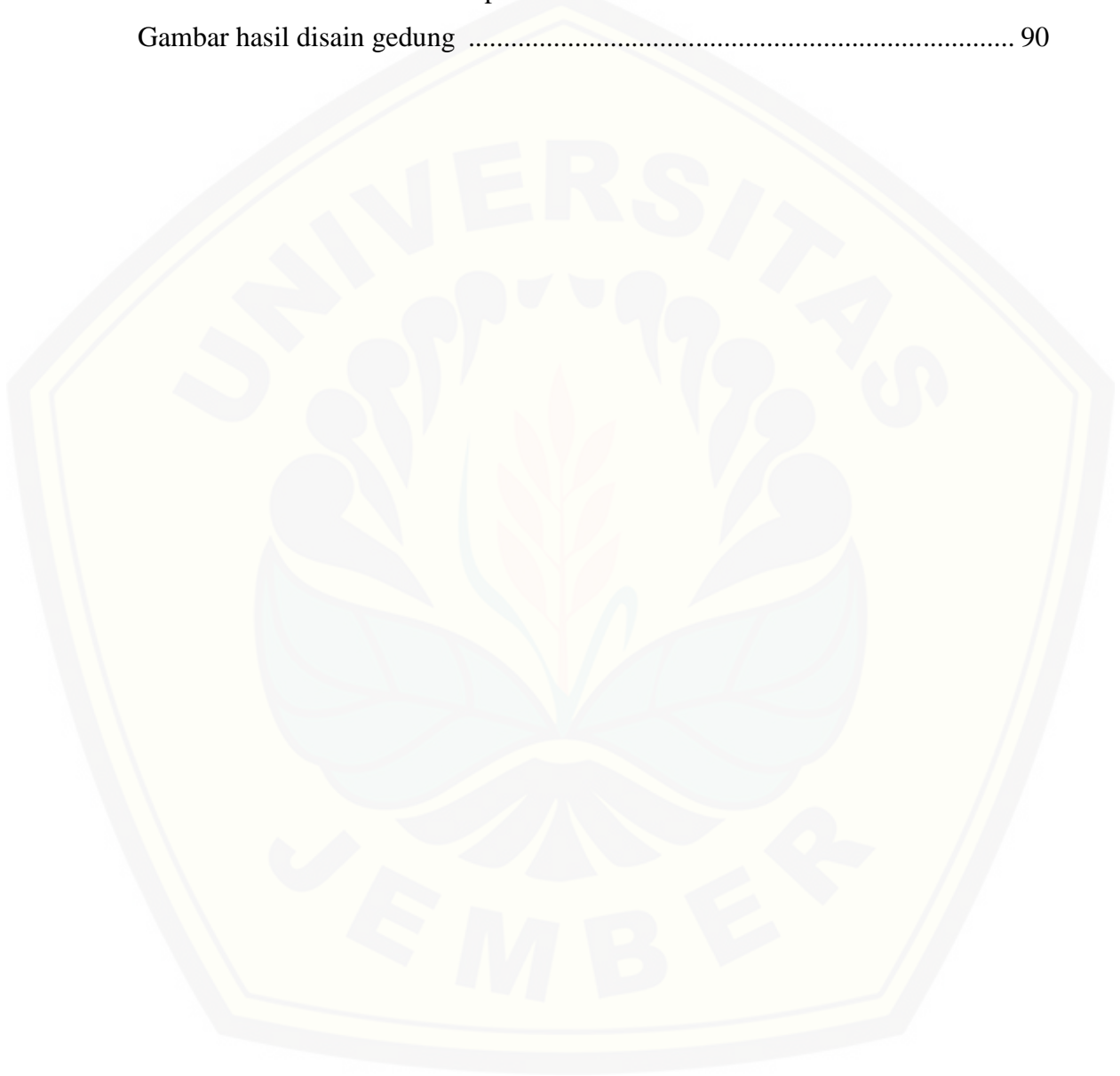
	Halaman
2.1	Beban mati pada struktur 8
2.2	Beban hidup pada lantai bangunan 8
2.3	Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa 25
2.4	Faktor keutamaan (I_e)..... 11
2.5	Data Klasifikasi situs 12
2.6	Data Koefisien situs, F_a 14
2.7	Koefisien situs, F_v 14
2.8	desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek..... 16
2.9	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik..... 16
2.10	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (<i>untuk rangka beton bertulang pemikul momen</i>) 17
2.11	Simpangan antar lantai ijin, $\Delta_a^{a,b}$ 19
2.12	Penentuan besar L_d untuk sambungan lewatan dalam kondisi tarik. 32
4.1	Distribusi beban angin tiap lantai 41
4.2	Periode dan Spektral percepatan didapat dari respon spektrum 43
4.3	Kontrol batas simpangan arah x 48
4.4	Kontrol batas simpangan arah y. 48
4.5	Hasil perhitungan asumsi tebal pelat 49
4.6	Perhitungan momen-momen yang terjadi pada pelat 53
4.7	Perhitungan kebutuhan tulangan $M_{lx}=M_{tx}$ 54
4.8	Perhitungan kebutuhan tulangan M_{ly} 54
4.9	Perhitungan kebutuhan tulangan M_{ty} 54
4.10	Perhitungan kebutuhan tulangan M_{tlx} 55
4.11	Perhitungan kebutuhan tulangan M_{tly} 55

4.12 Hasil perhitungan perencanaan dimensi balok.	55
4.13 Kebutuhan tulangan pada pelat tangga dan bordes.....	62
4.11 Simpangan antar lantai ijin, $\Delta_a^{a,b}$	62
4.12 Penentuan besar L_d untuk sambungan lewatan dalam kondisi tarik.	62
4.14 Pemilihan dan pemakaian tulangan pada pelat tangga dan bordes	62
4.15 Kebutuhan tulangan pada balok tangga	63
4.16 Pemilihan tulangan pada balok tangga	63
4.17 Perhitungan tulangan lentur.	67
4.18 Penentuan penggunaan tulangan	67
4.19 Cek analisis tipe balok	67
4.20 Perhitungan B_e dan pemeriksaan b maksimal	68
4.21 Cek kebutuhan tulangan	68
4.22 Pengecekan kuat rencana sesuai SNI-2847-2002	68
4.23 Panjang tulangan lapangan, tumpuan dan L_s	69
4.24 Perhitungan tulangan geser balok.....	70
4.25 Pemeriksaan tipe kolom (kolom bagian tepi).	74
4.26 Pemeriksaan tipe kolom (kolom bagian tengah)	75
4.28 Kapasitas kolom dengan A_s 1 % (kolom bagian tepi).....	75
4.29 Kebutuhan tulangan kolom.....	76
4.30 Cek kebutuhan tulangan	76
4.31 Pengecekan kuat rencana sesuai SNI-2847-2002 kolom tepi.....	77
4.32 Pengecekan kuat rencana sesuai SNI-2847-2002 kolom tengah.	77
4.33 Perhitungan kebutuhan tulangan geser kolom tepi.....	78
4.34 Perhitungan kebutuhan tulangan geser kolom tengah	78
4.35 Pengecekan analisis beban aksial terhadap ($A_g f_c'/10$)	79
4.36 Kuat lentur positif pada muka kolom (tumpuan) > kuat lenturnegatifnya	80
4.37 Semua kuat lentur > 1/5 kuat lentur nominal terbesar	80

4.38 Hasil perhitungan jarak sengkang sepanjang $2h$	81
4.39 Hasil perhitungan lebihan untuk pertemuan balok kolom.....	82
4.40 Hasil perhitungan kebutuhan tulangan pelat.....	82
4.41 Hasil kebutuhan tulangan pelat tangga.....	83
4.42 Hasil kebutuhan tulangan balok tangga.....	83
4.43 Hasil kebutuhan tulangan balok.....	83
4.44 Hasil kebutuhan tulangan kolom tepi.....	83
4.45 Hasil kebutuhan tulangan kolom tengah.....	84
4.46 Perhitungan kebutuhan tulangan geser kolom tengah.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tabel koefisien momen untuk pelat dua arah.....	89
Gambar hasil disain gedung	90



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada 1 Februari 2015 lalu baru saja diresmikan Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember yang memiliki 5 lantai. Gedung dengan struktur beton bertulang berada pada jalan Nusa Indah No. 28 Jember. Lokasi Rumah Sakit berjarak kurang lebih 2,1 km arah barat dari Universitas Jember. Gedung OK merupakan singkatan dari Operasi Kecil sedangkan CSSD adalah Central Steril Supply Departemen yang merupakan bagian di institusi pelayanan kesehatan, yang menangani suplai dan peralatan bersih atau steril.

Peresmian Gedung (OK,CSSD) tersebut tentu saja menambah jumlah fasilitas di Rumah Sakit Paru Jember, namun bukan pelayanan kamar inap. Menurut Pujianti et al (2014:66) “kebutuhan tambahan tempat tidur bagi pasien inap di Rumah Sakit Paru Jember di tahun 2014 dan 2015 untuk penyakit tuberkulosis di butuhkan penambahan tempat tidur sebanyak 3 dan 8 tempat tidur”. Kebutuhan tersebut belum mencakup semua pasien penyakit lain di Rumah Sakit Paru Jember. Selain itu Rumah Sakit Paru Jember ditetapkan sebagai salah satu Unit Pelaksana Tehnis (UPT) Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang melayani pasien dari Kabupaten Jember, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Lumajang mulai tahun 2002. Tentunya wilayah pelayanan dari Rumah Sakit Paru tersebut akan terus mengalami peningkatan secara signifikan. Beberapa faktor tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya penambahan ruangan untuk pasien inap di Rumah Sakit Paru Jember.

Kebutuhan tambahan ruang inap di Rumah Sakit Paru Jember ini akan lebih efisien bila dimasukkan ke dalam gedung OK dan CSSD yang baru saja diresmikan. Oleh karena itu, merencanakan ulang Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember dengan 8 lantai yang terdiri dari 5 lantai sesuai fungsi awal dan 3 lantai dengan fungsi ruang rawat inap adalah pilihan terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana perencanaan ulang struktur atas Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember menjadi 8 lantai.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah mengetahui hasil perencanan struktur atas Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember setelah direncanakan ulang dengan 8 lantai.

1.4 Manfaat

Hasil dari perencanaan ini dapat digunakan untuk mengetahui hasil perencanaan struktur atas gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember setelah direncanakan ulang dengan 8 lantai.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam Tugas Akhir sesuai dengan tujuan yang diinginkan, maka perlu batasan masalah yang meliputi :

1. Obyek perencanaan ulang Rumah Sakit Paru Jember, meliputi:
 - Perencanaan struktur utama yaitu balok induk dan kolom.
 - Perencanaan struktur sekunder yaitu pelat lantai, balok dan tangga
2. Perencanaan ulang Rumah Sakit Paru meliputi perhitungan struktur atas namun tidak termasuk struktur bawah dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
3. Analisis yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen menengah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Perencanaan gedung struktur beton di Indonesia harus didasarkan pada SNI 03-2847-2012 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung, sehingga pada perencanaan kali ini akan didasarkan pada aturan perencanaan tersebut.

Untuk memenuhi kriteria-kriteria dalam mendesain suatu bangunan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Arsitektural, Estetika dan Fungsi Bangunan

Aspek arsitektural ini dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan dari jiwa manusia akan suatu hal yang terlihat indah. Bentuk-bentuk struktur yang direncanakan mengacu pada pemenuhan kebutuhan yang dimaksud dan sesuai dengan fungsinya.

2. Kekuatan dan Kestabilan

Struktur harus cukup kuat dan stabil dalam mendukung beban rencana yang bekerja dan penampang mempunyai kuat rencana minimum samadengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya-gayayangbekerja.

3. Kemampuan Layan

Komponen struktur harus memenuhi kemampuan layanan terhadap tingkat beban kerja dan kemampuan layanan bagi keamanan sertakenyamanan pengguna bangunan tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikanyaitu lendutan, retak, korosi tulangan, rusaknya permukaan balok atau pelatbeton bertulang.

1. Ekonomis dan mudah dilaksanakan serta dampak terhadap lingkungan sekitar wilayah proyek, baik dampak dimasa pelaksanaan maupun dampak yang akan terjadi setelah masa pelaksanaan berakhir.

Agar bangunan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana maka harus diperhitungkan terhadap beban-beban yang bekerja baik beban luar maupun beban dari berat itu sendiri.

Pada sub bab tinjauan pustaka ini akan dibahas tentang materi pada buku referensi yang ada sehingga dapat memperkuat materi pembahasan maupun dapat dijadikan dasar untuk perhitungan pada perencanaan ini, ada beberapa aspek yang perlu ditinjau yang nantinya akan mempengaruhi dalam perancangan gedung, antara lain:

1. Pedoman perencanaan struktur
2. Material/bahan struktur gedung
3. Konsep pembebanan
4. Perencanaan komponen struktur

2.1 Pedoman Perencanaan Struktur

Dalam perencanaan gedung struktur beton tahan gempa ini digunakan beberapa acuan yaitu:

1. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (03-2847-2002).
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012).
3. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI-1727-2013)

2.2 Material/Bahan Struktur

“Beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat” (SNI 03-2847-2002). Sedangkan beton bertulang adalah

beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja (SNI 03-2847-2002).

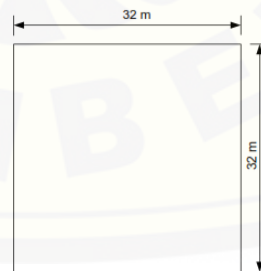
Spesifikasi bahan beton bertulang yang digunakan mengikuti Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) yang telah ada sebagai berikut:

Tegangan Karakteristik	: $f'c$	= 30 Mpa
Modulus Elastisitas	: E_c	= 23500 Mpa
Tulangan Utama	: f_y	= 240 (Es=200000 Mpa)
Tulangan Sengkang	: f_y	= 240 (Es=200000 Mpa)

2.3 Konfigurasi Struktur Bangunan

a. Konfigurasi Horizontal

Denah bangunan diusahakan memiliki bentuk yang sederhana, kompak, dan simetris tanpa mengesampingkan unsur estetika. Hal tersebut bertujuan agar struktur mempunyai titik pusat kekakuan yang sama dengan titik pusat massa bangunan atau memiliki eksentrisitas yang tidak terlalu besar sehingga tidak terjadi torsi. Struktur dengan bagian yang menonjol dan tidak simetris perlu adanya dilatasi, untuk memisahkan bagian struktur yang menonjol dengan struktur utama.



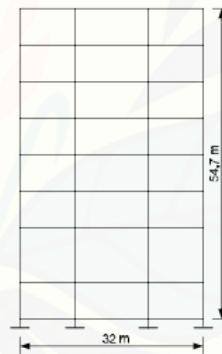
Gambar 2.1 Konfigurasi denah bangunan vertikal

b. Konfigurasi Vertikal

Pada konfigurasi struktur arah vertikal perlu dihindari adanya perubahan bentuk struktur yang tidak menerus. Hal ini dikarenakan apabila terjadi gempa maka akan terjadi pula getaran yang besar pada daerah tertentu suatu struktur. Gedung yang relatif langsing akan mempunyai kemampuan yang lebih kecil dalam memikul momenguling akibat gempa.

Ada dua macam konfigurasi rangka struktur yaitu:

- ✓ Rangka penahan momen yang terdiri dari konstruksi beton bertulang berupa balok dan kolom
- ✓ Rangka dengan diafragma vertikal yaitu rangka yang digunakan bila rangka struktural tidak mencukupi untuk mendukung beban horizontal gempa yang akan bekerja pada struktur. Dapat berupa dinding geser (*shear wall*) yang dapat berfungsi sebagai *core wall*.



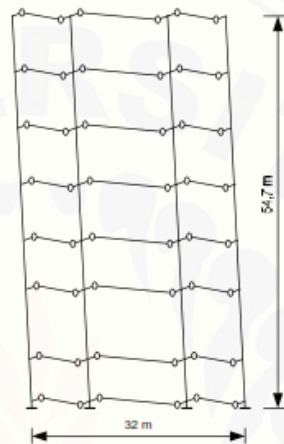
Gambar 2.2 Konfigurasi denah bangunan horisontal

Di dalam tugas akhir ini konstruksi rangka penahan momen terdiri dari konstruksi beton bertulang berupa balok, pelat lantai dan kolom dengan konstruksi dinding geser sebagai penahan gaya rateral akibat gempa.

c. Konfigurasi Ketahanan Struktur

Perencanaan struktur di daerah gempa terlebih dahulu harus ditentukan elemen kritisnya. Mekanisme tersebut diusahakan agar sendi-sendi plastis terbentuk pada balok terlebih dahulu daripada kolom. Hal ini dimaksudkan

untuk menghindari adanya bahayaketidakstabilan struktur akibat patahan pada kolom terjadi lebihdahulu dibandingkan balok strukturnya. Selain itu kolom lebih sulituntuk diperbaiki dibandingkan balok, sehingga harus dilindungi dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Konsep disain seperti inisering disebut konsep disain *strong column weak beam*.



Gambar 2.3 Sendi-sendi plastis pada balok

2.4 Konsep Pembebanan Struktur

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur, perlu ada gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Jenis-jenis beban yang biasa diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut :

- a. Beban Mati
- b. Beban Hidup
- c. Beban Gempa

2.5.1 Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap dan keramik seperti pada Tabel 2.1 (SNI-1727-2013).

Tabel 2.1 Beban mati pada struktur

Beban Mati	Besar Beban
Beton	2400 kg/m ³
Dinding Bata ringan	45 kg/m ²
Plafond	18 kg/m ³
Keramik	24 kg/m ²
Spesi	21 kg/m ² /cm
Partisi	72 kg/m ²
Mekanikal elektrik	15 kg/m ²

2.5.2 Beban Hidup

Beban hidup yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut (PPIUG '98). Nugroho (2009;10) menyatakan bahwa beban hidup diperhitungkan berdasarkan pendekatan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dari banyak faktor. Oleh karena itu, faktor beban-beban hidup lebih besar dibandingkan dengan beban mati.

Tabel 2.2 Beban hidup pada lantai bangunan

Beban Hidup Lantai bangunan	Beban Dasar
Ruang Operasi	287 kg/m ²
Ruang Pasien	192 kg/m ²
Tangga	479 kg/m ²

Sumber: SNI 1727:2013 tabel 4-1

2.5.3 Beban Gempa

Metode perencanaan struktur yang di gunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), acuan yang digunakan sebagai dasar dalam memilih sistem tersebut adalah zona gempa didaerah tempat dibangunnya gedung. Jika daerahtersebut berada pada zona gempa 1-2 maka sistem yangdapat dipakai adalah SRPMB, jika berada di zona gempa 3-4maka dapat menggunakan SRPMM, dan jika berada dizona gempa 5-6 maka dapat menggunakan SRPMK.

Penjelasan langkah-langkah analisa beban seismik berdasarkan SNI 03-1726-2012 untuk bangunan gedung sebagai berikut:

a. Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan (I_e)

Katagori resiko bangunan gedung dan non gedung dapat dilihat pada Tabel 2.3, sedangkan faktor keutamaan yang digunakan sebagai pengali pengaruh gempa dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain,keculi yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibtasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan; rumah took dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen / rumah susun - Pusat perbelanjaan / mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II

Tabel 2.3 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa
(Lanjutan)

<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	<p>III</p>
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	<p>IV</p>

Sumber: SNI 03-1726-2012

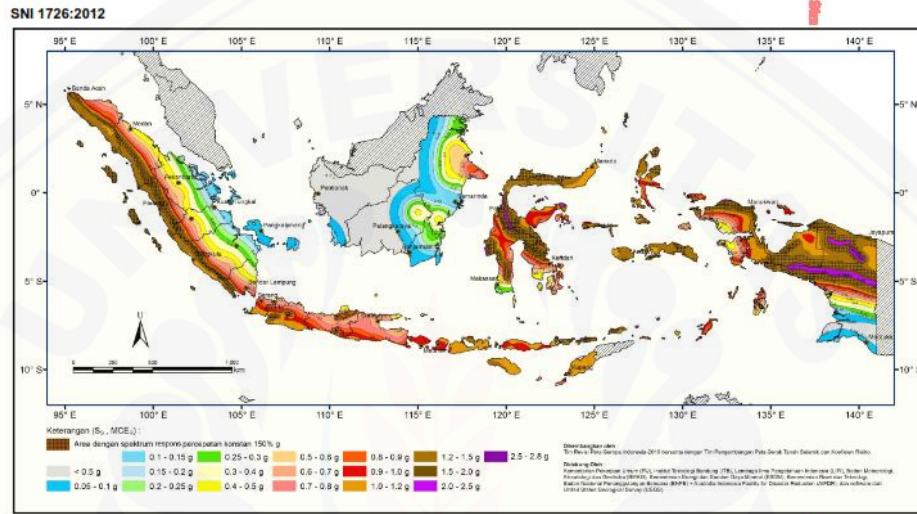
Tabel 2.4 Faktok keutamaan (I_e)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

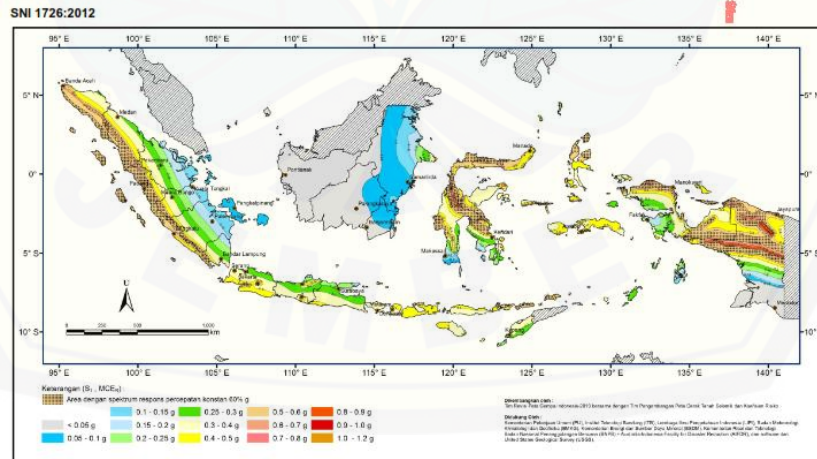
b. Menentukan Parameter Percepatan Gempa (S_s, S_1)

Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-

masing dari respons spektralpercepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2persen terlampaui dalam 50 tahun (MCE_R , 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalambilangan desimal terhadap percepatan gravitasi sepertiyang ditunjukkan pada Gambar2.4 dan Gambar 2.5 (Aplikasi SNI Gempa 1726-2012).



Gambar 2.4 S_s , Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R), kelas situs SB



Gambar 2.5 S_1 , Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R), kelas situs SB

c. Menentukan Kelas Situs (SA-SF)

Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaantahan untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah di situs harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 2.5, berdasarkan profil tanahlapisan 30 m paling atas. Penetapan kelas situs harus melalui penyelidikan tanah dilapangan dan di laboratorium, yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat, dengan minimal mengukur secara independen dua dari tiga parameter tanah yang tercantum dalam Tabel 2.5. Dalam hal ini, kelas situs dengan kondisi yang lebih buruk harus diberlakukan. Apabila tidak tersedia data tanah yang spesifik pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat-sifat tanah harus diestimasi oleh seorang ahli geoteknik yang memiliki sertifikat/ijin keahlian yang menyiapkan laporan penyelidikan tanah berdasarkan kondisi getekniknya. Penetapan kelas situs SA dan kelas situs SB tidak diperkenankan jika terdapat lebih dari 3 m lapisan tanah antara dasar telapak atau rakit fondasi dan permukaan batuan dasar (Aplikasi SNI Gempa 1726-2012). Tabel 2.5 merupakan klasifikasi situs menurut kelas situsnya.

Tabel 2.5 Klasifikasi situs

Kelas situs	V (m/detik)	N atau N_{ch}	Su (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 60	50 sampai 100

Tabel 2.5 Klasifikasi situs (Lanjutan)

SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks plastisitas $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $su \ll 25$ kPa 		
SF(tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti pasal 6.10,1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan /atau ganbut (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks Plastisitas $PI > 75$) - Lapisan kempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$m dengan $su < 50$ kPa 		

Sumber: SNI 03-1726-2012

d. Menentukan koefisien-koefisien situs dan para meter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-target (MCER)

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = F_a S_s \tag{2.1}$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \tag{2.2}$$

Dimana:

S_s : parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek

S_l : parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Sedangkan koefisien situs F_a dan F_v bisa dilihat pada Tabel 2.6 dan Tabel 2.7.

Tabel 2.6 Koefisien situs, F_a

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik SS				
	SS ≤ 0,25	SS = 0,5	SS = 0,75	SS = 1,0	SS ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

Sumber: SNI 03-1726-2012

Tabel 2.7 Koefisien situs, F_v

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik SS				
	SS ≤ 0,1	SS = 0,2	SS = 0,3	SS = 0,4	SS ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

Sumber: SNI 03-1726-2012

Parameter percepatan spektral desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode, S_{DS} dan pada perioda 1 detik, S_{DI} , ditentukan melalui rumus :

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} \quad (2.3)$$

$$S_{DI} = 2/3 S_{MI} \quad (2.4)$$

e. Menentukan spectrum respons desain

Spektrum respons percepatan desain, S_a bila periode yang lebih kecil dari T_0 :

$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 T/T_0) \quad (2.5)$$

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} :

Untuk periode lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = S_{D1} / T \quad (2.6)$$

Dimana :

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

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

T = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 S_{D1} / S_{DS} \quad (2.7)$$

$$T_s = S_{D1} / S_{DS} \quad (2.8)$$

f. Menentukan kategori desain seismic (A-D)

Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismic E. Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus

ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F(Aplikasi SNI Gempa 1726-2012). Tabel 2.8 merupakan tabel penentuan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek sedangkan Tabel 2.9 untuk menentukan desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.

Tabel 2.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai SDS	Kategori risiko	
	I atau II atau 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 : SNI 03-1726-2012

Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai SD1	Kategori risiko	
	I atau II atau 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

g. Pemilihan sistem struktur dan parameter sistem (R , C_d , Ω_0)

Pembagian setiap tipe berdasarkan pada elemen vertikal yang digunakan untuk menahan gaya gempa lateral dan sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur yang ditunjukkan pada Tabel 2.10. Koefisien modifikasi respons yang sesuai, R , faktor kuat lebih sistem, Ω_0 dan koefisien amplifikasi

defleksi C_d , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.10 harus digunakan dalam penentuan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antarlantai tingkat desain.

Tabel 2.10 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (*untuk rangka beton bertulang pemikul momen*)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0	Faktor Pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan Tinggi struktur $h_n(m)^c$					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e	
C.Sistem rangka pemikul momen									
(C.5). Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5 ½	TB	TB	TB	TB	TB	TB
(C.6). Rangka Beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4 ½	TB	TB	TI	TI	TI	TI
(C.7). Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2 ½	TB	TI	TI	TI	TI	TI

Sumber : SNI-03-1726-2012

h. Beban Gempa

Besarnya beban gempa horisontal V yang bekerja pada struktur bangunan, dinyatakan sebagai berikut :

$$V = C_s \cdot W \tag{2.9}$$

$$= \frac{S_a \cdot I_e \cdot W}{R}$$

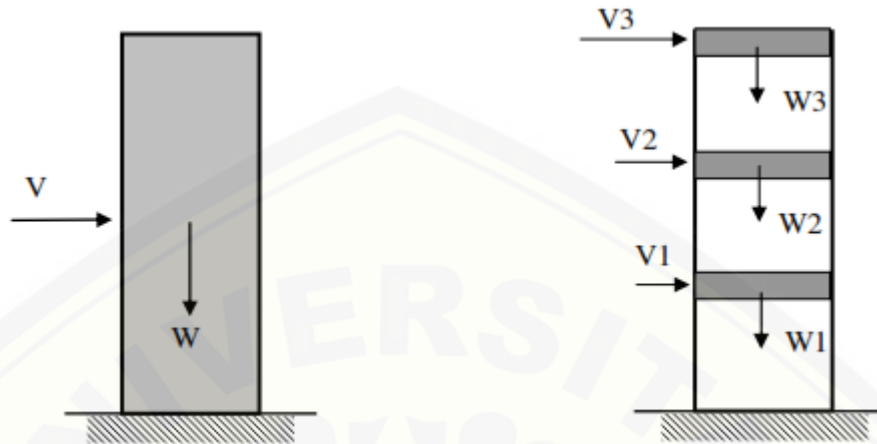
Dengan :

S_a = Spektrum respons percepatan desain (g)

I_e = Faktor keutamaan gempa

R = Koefisien modifikasi respons

W = Kombinasi dari beban hidup yang direduksi (kN)



Gambar 2.6 Beban gempa pada struktur bangunan

Besarnya koefisien reduksi beban hidup untuk perhitungan W_t , ditentukan sebagai berikut :

Perumahan / penghunian : rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	= 0,30
Gedung pendidikan : sekolah, ruang kuliah	= 0,50
Tempat pertemuan umum, tempat ibadah, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pertunjukan	= 0,50
Gedung perkantoran : kantor, bank	= 0,30
Gedung perdagangan dan ruang penyimpanan, toko, toserba, pasar, gudang, ruang arsip, perpustakaan	= 0,80
Tempat kendaraan : garasi, gedung parkir	= 0,50
Bangunan industri : pabrik, bengkel	= 0,90

i. Melakukan kontrol batas simpangan

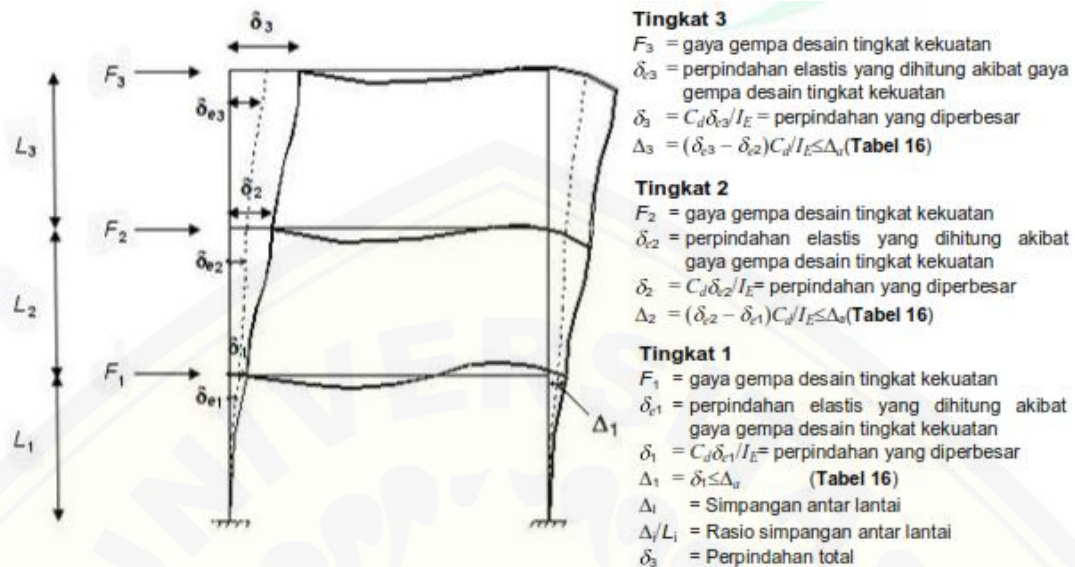
Dari hasil pemodelan yang dilakukan, didapatkan simpangan antar lantai sebesar (δ) yang akan dibandingkan dengan batas simpangan yang telah ditentukan oleh tabel berikut 2.11.

Tabel 2.11 Simpangan antar lantai ijin, $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	Kategori Resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025 h_{sx}^c$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$

Sumber : SNI-1726-2012, pasal 7.12.1

Cara menghitung penentuan simpangan antar lantai mengacu pada gambar 5 SNI-1726-2012 yang disajikan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.7 Penentuan simpangan antar lantai

2.5.4 Kombinasi Pembebanan

Struktur, komponen dan fondasi harus dirancang sedemikian rupa hingga kekuatan desainnya sama atau melebihi efek dari beban berfaktor berikut sesuai SNI-1726-2012:

- $U = 1,4 D$
- $U = 1,2 D + 1,6 L$
- $U = 1,2 D + 1,0 L + Ex + 0,3 Ey$
- $U = 1,2 D + 1,0 L + 0,3 Ex + Ey$
- $U = 1,2 D + 1,0 W + L$
- $U = 0,9 D + 1,0 W$

2.6 Perencanaan Komponen Struktur

Struktur atas adalah elemen bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Dalam proses perencanaan ulang Rumah Sakit Paru Jember meliputi pelat lantai, kolom, balok, tangga.

2.6.1 Pelat

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok-balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu-kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks. Perilaku masing-masing komponen struktur dipengaruhi oleh hubungan kaku dengan komponen lainnya. Beban tidak hanya mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan langsung pada komponen struktur yang menahannya, tetapi komponen-komponen struktur lain yang berhubungan juga ikut berinteraksi karena hubungan kaku antar komponen (Dipohusodo, 1994:207).

Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek pelat dibedakan menjadi dua, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat dikatakan 1 arah apabila pelat ditumpu oleh salah satu arahannya. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah disebut : pelat satu arah/ *one way slab*, sedangkan sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah disebut : pelat dua arah/ *two way slab*.

Langkah-langkah perencanaan penulangan pelat, sebagai berikut :

1. Menentukan tebal pelat lantai (berdasarkan ketentuan SK SNI 2002 ayat 11 butir 5 sub butir 3)

$$h_{(\min)} \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta} \quad (2.10)$$

$$h_{(\max)} \leq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36} \quad (2.11)$$

2. Melakukan pemodelan dengan bantuan program komputer dengan memasukkan dimensi-dimensi dan beban-beban yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil momen-momen maksimum.

3. Apabila pelat yang digunakan merupakan pelat satu arah maka untuk mencari momen di gunakan rumus :

$$Mu = \frac{1}{8} Wu . l^2 \quad (2.12)$$

Dan rumus untuk momen jepit tak terduga :

$$Mu = \frac{1}{24} Wu . l^2 \quad (2.13)$$

Apabila pelat merupakan pelat dua arah maka untuk mencari momen digunakan rumus :

$$Mu = 0,001 . Wu . l^2 . X \quad (2.14)$$

Dimana X didapatkan dari tabel koefisien momen yang menentukan per meter lebar dalam jalur tengah pada pelat dua arah akibat beban terbagi rata (**Lampiran 2**).

4. Menghitung rasio tulangan

$$Rn = \frac{Mu}{\phi . b . d} \quad (2.15)$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 . Rn}{f'c}} \right) \quad (2.16)$$

$$\rho_{hit} = \omega . \frac{f'c}{fy} \quad (2.17)$$

5. Menghitung luas tulangan yang dibutuhkan

$$As = \rho . b . d \quad (2.18)$$

$$As^{\circ} = 0,002 . b . h \quad (2.19)$$

6. Memeriksa syarat rasio tulangan

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} \quad (2.20)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \frac{\beta . f'c}{fy} . 0,85 \frac{600}{600 + fy} \quad (2.21)$$

2.6.2 Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang

diterima plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar (Sudarmoko, 1996).

Langkah-langkah perencanaan penulangan lentur balok sebagai berikut:

1. Menentukan asumsi awal dimensi balok

$$h = \frac{1}{15}l \text{ sampai } \frac{1}{10}l \quad (2.22)$$

$$b = \frac{1}{2}h \text{ sampai } \frac{2}{3}l \quad (2.23)$$

sumber: (Vis dan Kusuma,1997)

dengan :

h = tinggi balok

b = lebar balok

l = panjang bentang

2. Menghitung rasio tulangan seperti pada **rumus 2.15**, **rumus 2.16** dan **rumus 2.17**.
3. Menghitung luas tulangan yang dibutuhkan seperti pada **rumus 2.18** sedangkan untuk mencari $As' = \frac{\rho_{hit}}{\rho_{maks}} \cdot As$
4. Memeriksa syarat rasio tulangan seperti pada **rumus 2.20** dan **rumus 2.21**.
5. Melakukan cek tipe analisis balok yang digunakan

$$C = T$$

$$C_c + C_s = T$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + As' \cdot f_y = As \cdot f_y$$

$$a = \frac{(As \cdot f_y) - (As' \cdot f_y)}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad (2.24)$$

$$c = \frac{\alpha}{\beta} \quad (2.25)$$

Apabila sumbu netral lebih kecil atau sama dengan tebal slab, $c \leq h_f$, balok dapat dianalisis sebagai balok biasa dengan lebar balok sama dengan lebar flens efektif b_e .

Apabila sumbu netral lebih kecil atau sama dengan tebal slab, $c > h_f$, balok harus dianalisis sebagai balok monolit dengan lebar balok sama dengan lebar flens efektif b_e .

6. Menghitung lebar flens efektif yang digunakan

- Balok L

$$b_e \leq \frac{1}{12} l_o \quad (2.26)$$

$$b_e \leq 6 hf \quad (2.27)$$

$$b_e \leq \frac{1}{12} b_o \quad (2.28)$$

- Balok T

$$b_e \leq \frac{1}{4} l_o \quad (2.29)$$

$$b_e \leq 8 hf \quad (2.30)$$

$$b_e \leq \frac{1}{12} b_o \quad (2.31)$$

2.6.3 Kolom

Menurut SNI-03-2847-2002 kolom adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk menghitung beban aksial tekan.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktur yang memikul beban dari balok induk maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalu pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur.

Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horizontal bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perencanaan, mutu beton dan baja yang digunakan dan eksentrisitas pembebanan yang terjadi.

Langkah-langkah perencanaan penulangan utama kolom sebagai berikut :

1. Mencari kekakuan kolom

Elastisitas beton

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \quad (2.32)$$

Inersia kolom

$$I_k = \frac{1}{12} b h^3 \quad (2.33)$$

Koefisien beban

$$\beta d = \frac{1,2D}{1,2D+1,6L} \quad (2.34)$$

Elastisitas kolom

$$E_{ik} = \frac{E_c \cdot I_k}{2,5(1+\beta d)} \quad (2.35)$$

Inersia balok

$$I_b = \frac{1}{12} b h^3 \quad (2.36)$$

Elastisitas kolom

$$E_{ib} = \frac{E_c \cdot I_b}{2,5(1+\beta d)} \quad (2.37)$$

Nilai koefisien kekakuan

$$\phi A = \phi B = \frac{E_{ik} / L_k}{E_{ib} / L_b} \quad (2.38)$$

Dari ϕA dan ϕB di plotkan kedalam nomogram struktur bergoyang yang akan menghasilkan nilai K atau kekakuan struktur.

2. Menentukan tipe kolom

$$\frac{K \cdot Lu}{r} < 22 \quad (2.39)$$

Maka kolom termasuk kolom pendek dan tidak memerlukan perbesaran momen.

Dimana :

Lu = lebar bersih kolom

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (2.40)$$

3. Mencari kebutuhan tulangan utama

Mencari tulangan kolom dengan cara mencoba menggunakan kebutuhan tulangan 1% - 3% luas dari penampang kolom ($A_s = 1\% - 3\%$) dan memeriksa bahwa $P_u < \phi P_n$.

$$P_n = 0,85 * f_{c'} * b * d \left[\left(1 + \frac{e'}{d} \right) + \sqrt{\left(1 + \frac{e'}{d} \right)^2 + 2m\beta \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right] \quad (2.41)$$

Dimana:

$$\rho = \frac{A_s}{(b * h)} \quad (2.42)$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad (2.43)$$

$$e' = e + \frac{d}{2} \quad (2.44)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 * f_{c'}} \quad (2.45)$$

4. Mencari kebutuhan tulangan geser

Perencanaan tulangan geser untuk kolom dilakukan dengan membandingkan besarnya gaya geser nominal (V_n) dengan gaya geser beton (V_c). Apabila $V_n > V_c$ maka perlu diperhitungkan tulangan geser yang dibutuhkan dan apabila $V_n < V_c$ maka tidak perlu diperhitungkan tulangan geser yang dibutuhkan namun dipakai tulangan praktis.

Gaya geser yang dapat diterima oleh beton

$$V_c = 0,167 \sqrt{f_{c'}} \cdot b \cdot d \quad (2.46)$$

Gaya geser nominal yang dibutuhkan dengan membaginya dengan ϕ

$$Vn = \frac{Vu}{\phi} \quad (2.47)$$

Gaya geser yang akan diterima oleh sengkang

$$Vs = (VU - \phi Vc) / \phi \quad (2.48)$$

Jarak tulangan sengkang dengan melakukan pemilihan dimensi sengkang secara coba-coba

$$s = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs} \quad (2.49)$$

2.7 Kuat Rencana

Berdasarkan SNI-2847-2002 pasal 24.5 struktur harus memenuhi beberapa persyaratan agar menjadi desain struktur yang aman. Syarat-syarat tersebut adalah :

1. Perencanaan luas penampang yang mengalami lentur

$$\phi Mn \geq Mu \quad (2.50)$$

Dimana Mu adalah momen terfaktor dan Mn adalah kuat momen nominal yang dihitung dengan persamaan :

$$Mn = \frac{5}{12} \sqrt{fc'} \cdot S \quad (2.51)$$

2. Perencanaan penampang yang mengalami gaya tekan

$$\phi Pn \geq Pu \quad (2.52)$$

Dimana Pu adalah beban tekan terfaktor dan Pn adalah kuat tekan nominal yang dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Pn = 0,60 fc' \left[1 - \left(\frac{lc}{32h} \right)^2 \right] A_1 \quad (2.53)$$

2.8 Ketentuan-ketentuan untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Berdasarkan SNI-2847-2002 pasal 23.10 untuk penggunaan sistem rangka pemikul momen menengah memiliki beberapa ketentuan sebagai berikut :

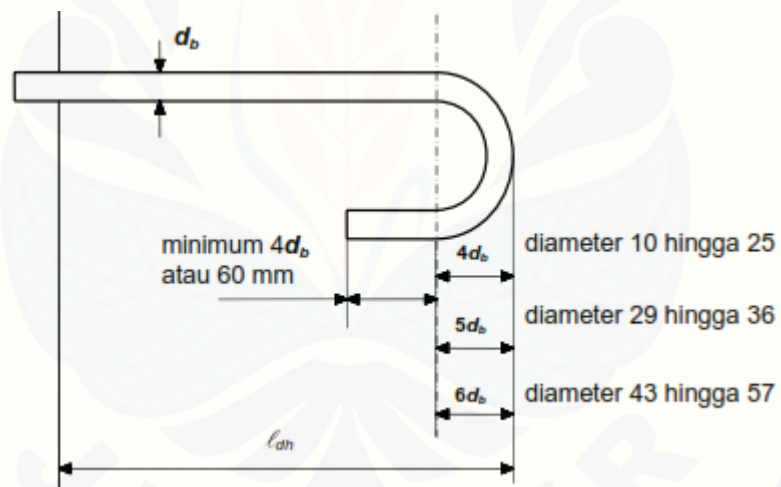
1. Apabila beban aksial terfaktor pada komponen struktur $\leq (A_g f_c' / 10)$ maka yang memerlukan analisis khusus adalah komponen balok dengan ketentuan-ketentuan berikut :
 - a. Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh $\leq 1/3$ kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif/positif tidak boleh $\leq 1/5$ kuat lentur yang terbesar yang disediakan pada kedua muka-muka kolom di kedua ujung komponen struktur tersebut.
 - b. Pada kedua ujung komponen struktur lentur tersebut harus dipasang sengkang sepanjang jarak $2 \times h$ diukur dari muka perletakan ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus dipasang pada jarak tidak ≤ 50 mm dari muka perletakan. Spasi maksimum tidak boleh melebihi :
 - $d/4$
 - $8 \times$ diameter tulangan longitudinal terkecil
 - $24 \times$ diameter sengkang
 - 300 mm
 - c. Sengkang harus dipasang di sepanjang bentang balok dengan spasi tidak melebihi $d/2$.
2. Apabila beban aksial terfaktor pada komponen struktur $\geq (A_g f_c' / 10)$ maka yang memerlukan analisis khusus adalah komponen kolom dengan ketentuan-ketentuan berikut :
 - a. Spasi maksimum sengkang ikat yang dipasang pada rentang l_0 dari muka hubungan balok kolom adalah s_0 . Spasi s_0 tersebut tidak boleh melebihi :
 - $8 \times$ diameter tulangan longitudinal terkecil
 - $24 \times$ diameter sengkang
 - 500 mmPanjang l_0 tidak boleh kurang dari :
 - $1/6$ tinggi bersih kolom

- Dimensi terbesar penampang kolom
 - Sengkang ikat pertama harus dipasang pada jarak $\leq 0,5 s_0$.
- b. Sengkang ikat pertama harus dipasang pada jarak $\leq 0,5 s_0$ dari muka hubungan balok kolom
- c. Spasi sengkang ikt pada sebarang penampang kolom tidak boleh melebihi $2 s_0$.

2.9 Detail Penulangan

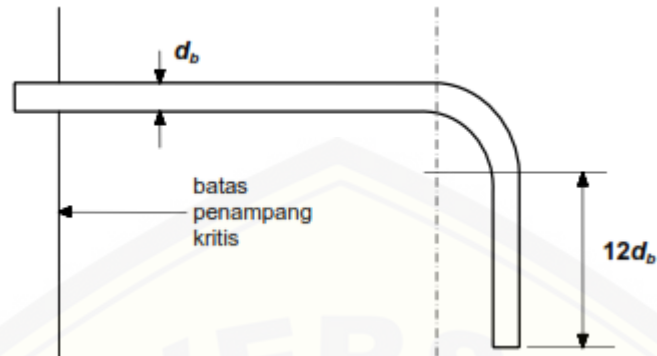
Pembengkokan tulangan pada pertemuan antara balok dan kolom harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Untuk bengkokan 180 ditambah perpanjangan $4d_b$ tapi ≥ 60 mm dan untuk lebih detailnya ditampilkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Detail kaitan untuk penyaluran kait standar 180° SNI-2847-2002

- Untuk bengkokan 90 ditambah perpanjangan $12d_b$ pada ujung bebas kait atau 1/16 bentang bersih. Gambar 2.9 menunjukkan dimana perpanjangan tulangan berlaku.

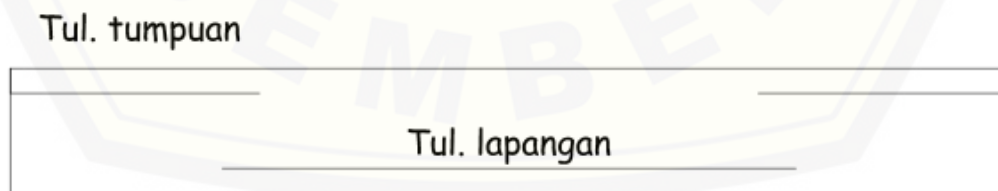


Gambar 2.9 Detail kaitan untuk penyaluran kait standar 90° SNI-2847-2002

Pada suatu bentang balok dibagi atas tulangan tumpuan dan tulangan lapangan perbedaan penulangan tersebut disesuaikan dengan perbedaan area tarik dan tekan pada suatu penampang balok. Batasan penempatan tulangan tarik atau tulangan utama balok ditentukan sebagai berikut :

- Panjang tulangan lapangan
 $20 D + \frac{1}{2} L + 20 D$
- Panjang tulangan tumpuan
 $\frac{1}{2} \times b \text{ kolom} + \frac{1}{4} L + 20 D$

Dimana L merupakan bentang balok dan D merupakan diameter tulangan yang dipakai. Gambar 2.10 bisa dilihat dengan jelas dimana letak tulangan utama tumpuan dan tulangan utama lapangan.

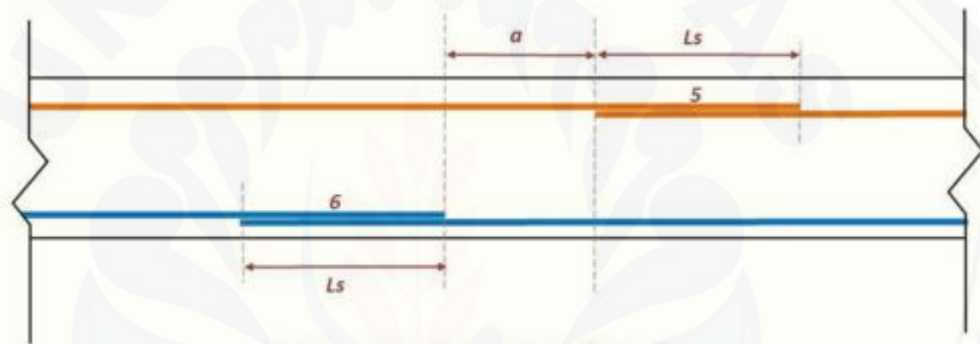


Gambar 2.10 Perletakan tulangan utama tumpuan dan lapangan

Sambungan lewatan untuk kondisi tarik dibagi menjadi 2 kelas yaitu sambungan kelas A dan kelas B. Sambungan kelas A diperbolehkan apabila dipenuhi sepenuhnya dari dua kondisi berikut ini :

- Luas tulangan terpasang tidak kurang dari 2 kali luas tulangan perlu dan dalam analisis pada keseluruhan panjang sambungan.
- Paling banyak 50 % dari jumlah tulangan yang disambungkan dalam daerah panjang lewatan perlu

Apabila tidak dipenuhi dua kondisi tersebut maka harus dimasukkan sebagai sambungan kelas B.




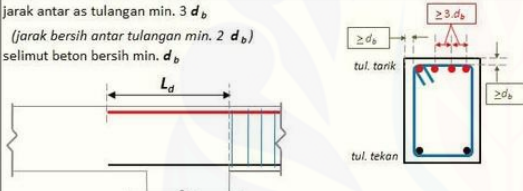
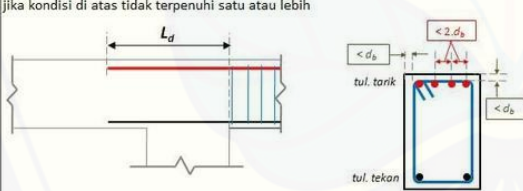
Gambar 2.11 Detail sambungan tulangan menerus

Pada gambar 2.11 diperlihatkan apabila pada suatu struktur yang memiliki tulangan menerus sehingga harus menyambungkan tulangan maka ada panjang sambungan lewatan minimum yang harus dipenuhi.

- Sambungan lewatan dalam kondisi tarik (SNI-03-2847-2002 ps 14.15)
 Sambungan kelas A : $L_s \text{ min} = 1,0 L_d$ dan tidak kurang dari 300 mm
 Sambungan kelas B : $L_s \text{ min} = 1,3 L_d$ dan tidak kurang dari 300 mm
 Dimana L_d dapat dilihat pada tabel 2.13
- Sambungan lewatan dalam kondisi tekan (SNI-03-2847-2002 ps 14.16)
 Untuk $f_y \leq 400 \text{ Mpa}$: $L_s \text{ min} = 0,07 \cdot f_y \cdot d_b$, tidak kurang dari 300 mm
 Untuk $f_y > 400 \text{ Mpa}$: $L_s \text{ min} = (0,13 f_y - 24) d_b$, tidak kurang dari 300 mm

Dimana d_b adalah diameter nominal tulangan yang disambung, jika terdapat perbedaan diameter tulangan nominal maka diambil nilai terbesar.

Tabel 2.12 Penentuan besar L_d untuk sambungan lewatan dalam kondisi tarik

Perhitungan Panjang Penyaluran Batang Tarik Tanpa Kait				
rumus dasar : $L_d = d_b \cdot \frac{9 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \gamma}{10 \cdot \sqrt{f_c'}} \cdot (c/d_b)$	Rumus Perhitungan L_d			
	Tinggi Balok ≤ 35 cm		Tinggi Balok > 35 cm	
Kondisi Pemasangan	$d_b \leq 19$ mm	$d_b > 19$ mm	$d_b \leq 19$ mm	$d_b > 19$ mm
<p>jarak antar as tulangan min. $2 d_b$ selimut beton bersih min. d_b senggang balok diteruskan dalam kolom sepanjang penyaluran tulangan tarik sesuai peraturan</p> 	<p>(a) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{12 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{25 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>$\alpha = 1,0$ (beton segar di bawah tulangan yang disalurkan tidak lebih dari 30 cm)</p> <p>$\beta = 1,0$ (tul. tanpa lapis epoxy)</p> <p>$\lambda = 1,0$ (beton normal)</p>	<p>(b) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{5 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>$\alpha = 1,0$ (beton segar di bawah tulangan yang disalurkan tidak lebih dari 30 cm)</p> <p>$\beta = 1,0$ (tul. tanpa lapis epoxy)</p> <p>$\lambda = 1,0$ (beton normal)</p>	<p>(c) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{12 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{25 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>$\alpha = 1,3$ (beton segar di bawah tulangan yang disalurkan lebih dari 30 cm)</p> <p>$\beta = 1,0$ (tul. tanpa lapis epoxy)</p> <p>$\lambda = 1,0$ (beton normal)</p>	<p>(d) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{5 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>$\alpha = 1,3$ (beton segar di bawah tulangan yang disalurkan lebih dari 30 cm)</p> <p>$\beta = 1,0$ (tul. tanpa lapis epoxy)</p> <p>$\lambda = 1,0$ (beton normal)</p>
<p>jarak antar as tulangan min. $3 d_b$ (jarak bersih antar tulangan min. $2 d_b$) selimut beton bersih min. d_b</p> 	<p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,480 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,600 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,625 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,780 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>
<p>jika kondisi di atas tidak terpenuhi satu atau lebih</p> 	<p>(e) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{18 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{25 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,720 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>(f) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{9 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{10 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,900 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>(g) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{18 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{25 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{0,936 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>	<p>(h) rumus dasar : $d_b \cdot \frac{9 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{10 \cdot \sqrt{f_c'}}$</p> <p>rumus praktis : $d_b \cdot \frac{1,170 \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}}$ atau minimum 300 mm</p>

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lingkup Penelitian

Perencanaan ulang Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember ini meliputi perencanaan struktur utama yaitu balok induk dan kolom, sedangkan perencanaan struktur sekunder meliputi pelat lantai, balok anak dan tangga. Selain itu pada perencanaan kali ini jumlah lantai yang awalnya hanya 5 lantai di rencanakan ulang menjadi 8 lantai. Material utama yang digunakan untuk gedung ini adalah beton bertulang.

Landasan penelitian didasarkan pada kajian pustaka (*literature review*) atas beberapa tulisan ilmiah yang dimuat di jurnal, beberapa peraturan dan buku referensi sebagaimana yang tertera pada daftar pustaka

3.2 . Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Peta lokasi Rumah Sakit Paru Jember

Rumah Sakit Paru Jember terletak di jalan Nusa Indah No. 28 Jember, Propinsi Jawa Timur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Lokasi gedung berjarak kurang lebih 199 km arah timur kota Surabaya.

3.3. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang diamati dalam perencanaan ini adalah dimensi lebar (b) dan tinggi (h) pada tiap balok dan kolom yang ada dalam perencanaan struktur atas dan pondasi Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember.

3.4. Langkah-Langkah Dalam Penelitian

1. Perumusan Masalah

Mengidentifikasi bagaimana perencanaan struktur awal dari gedung (OK,CSSD) tersebut.

2. Studi Pustaka dan Peninjauan Ketentuan Sebelumnya

Mengidentifikasi peraturan-peraturan apa saja yang dapat digunakan, dalam perencanaan kali ini digunakan:

- Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)
- Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI-1727-2013)

Perlu di lakukan peninjauan dari data dan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya untuk digunakan dalam re-disain selanjutnya. Ada beberapa data yang telah diketahui antara lain:

- Struktur gedung menggunakan gedung bertulang
- Tipe pondasi yang digunakan sebelumnya adalah bored pile dengan kedalaman 4 meter

- Tegangan Karakteristik : $f'_c = 30 \text{ Mpa}$
- Modulus Elastisitas : $E_c = 23500 \text{ Mpa}$
- Tulangan Utama : $f_y = 240 \text{ (} E_s=200000 \text{ Mpa)}$
- Tulangan Sengkang : $f_y = 240 \text{ (} E_s=200000 \text{ Mpa)}$

3. Pengumpulan data

Data yang diperlukan adalah gambar kerja Gedung (OK,CSSD) Rumah Sakit Paru Jember.

4. Penambahan lantai dan perubahan denah

Pada perencanaan ulang kali ini perlu menambah lantai gedung dari 5 lantai menjadi 8 lantai untuk memaksimalkan luas lahan yang ada dengan perencanaan struktur yang berbeda dan perubahan denah untuk penyesuaian penataan ruangan.

5. Estimasi umum dimensi elemen struktur

Estimasi awal perencanaan dimensi balok dan kolom sesuai dengan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung.

6. Beban grafitasi dan beban gempa

Menentukan besarnya beban-beban grafitasi yang terjadi pada gedung sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 serta menentukan beban gempa yang terjadi sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012).

7. Analisis struktur dengan program bantu komputer

Dalam perhitungan perencanaan struktur digunakan program bantu komputer untuk mendapatkan gaya aksial (P_u), gaya geser (V_u) dan momen (M_u) yang terjadi.

9. Kontrol kapasitas penampang

Melakukan pengecekan terhadap kapasitas dimensi elemen struktur yang telah direncanakan awal.

10. Perbesaran dimensi struktur

Perbesaran dimensi struktur digunakan jika kontrol kapasitas penampang yang tidak sesuai dengan kapasitas yang ada.

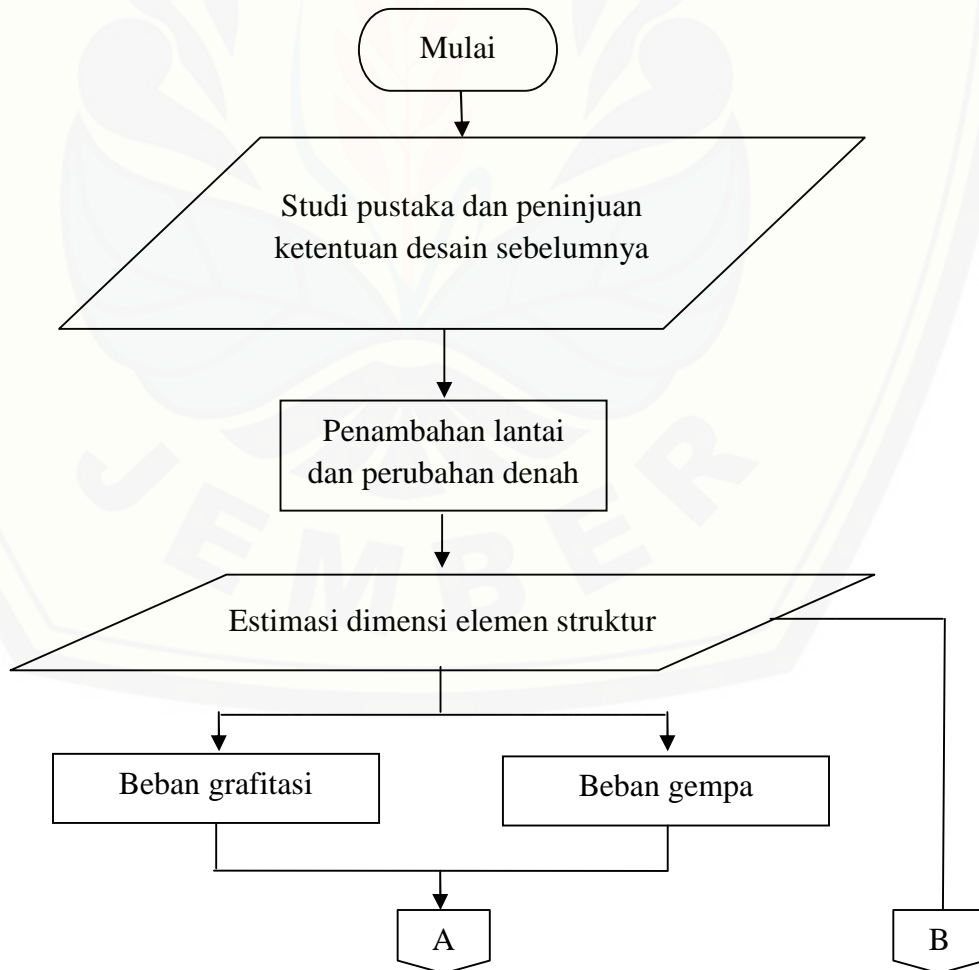
11. Perhitungan penulangan

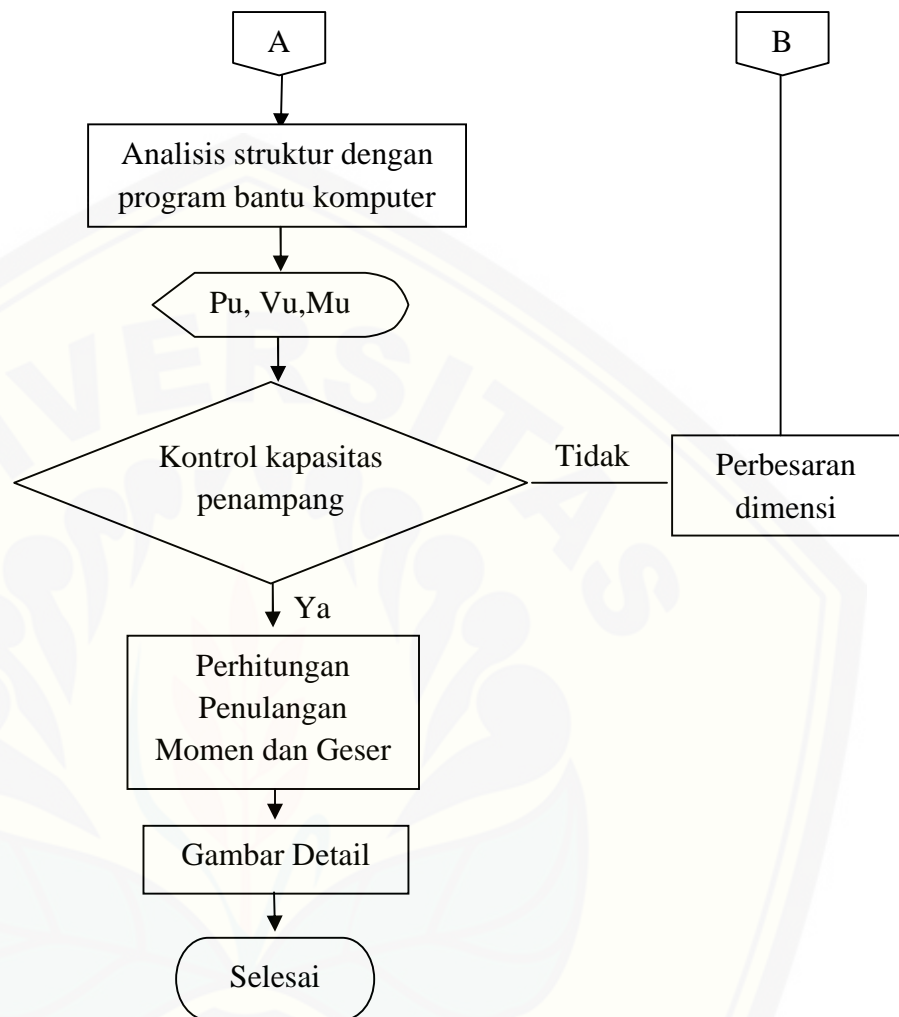
Perhitungan tulangan terdiri dari perhitungan tulangan untuk balok dan kolom serta tulangan geser yang dibutuhkan.

12. Menggambar detail struktur dan penulangan

Menggambar detail struktur dan penulangan adalah langkah terakhir setelah dilakukan dan merupakan salah satu hasil dari perencanaan yang dilakukan.

3.5 Alur Penelitian





Gambar 3.2. Diagram alir perencanaan ulang struktur gedung

3.6 Data yang diperlukan

Dalam perencanaan Gedung (OK,CSSD) 8 Lantai Rumah Sakit Paru ini diperlukan adanya data-data sebagai berikut:

1. Data *Shop Drawing*
2. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)