

**ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA PADA GEDUNG TIGA LANTAI
MENGUNAKAN METODE STATIK EKUIVALEN**

(Skripsi)

Oleh

NADYA SAFIRA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA PADA GEDUNG TIGA LANTAI MENGUNAKAN METODE STATIK EKUIVALEN

Oleh

NADYA SAFIRA

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh beban gempa pada struktur gedung sekolah tiga lantai di daerah Lampung Barat. Pengaruh gempa yang ditinjau mencakup dimensi, tulangan, dan defleksi struktur dengan membandingkan terhadap gedung tanpa beban gempa.

Perhitungan beban gempa menggunakan metode Statik Ekuivalen dengan bantuan program SAP 2000. Program ini juga dapat menghasilkan gaya dalam berupa momen, lintang, dan normal (M, D, N). Pada perhitungan pelat dihitung dengan metode *direct design method (DDM)*.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perhitungan seluruh kebutuhan tulangan pada pelat, balok, kolom, fondasi *bore pile*, *sloof* dan *pile cap* pada struktur dengan beban gempa 283,3267% lebih banyak dibandingkan dengan gedung tanpa beban gempa yang dilihat dari jumlah As tulangan pada masing-masing struktur. Perencanaan dimensi pada struktur tanpa beban gempa menghasilkan dimensi balok 250 x 450 mm, kolom 350 x 350 mm, fondasi *bore pile* diameter 70 cm, *sloof* 250 x 450 mm dan *pile cap* 1600 mm sedangkan dimensi struktur dengan beban gempa menghasilkan dimensi yang lebih besar dengan ukuran kolom 600 x 600 mm, fondasi *bore pile* diameter 80 cm, dan *pile cap* 1800 mm.

Kata kunci : beban gempa, statik ekuivalen, *direct design method*, SAP2000.

ABSTRACT

ANALYSIS THE EFFECT OF EARTHQUAKE LOAD ON THIRD FLOOR BUILDING BY USING STATIC EQUIVALENT METHOD

By

NADYA SAFIRA

The purpose of this study is to evaluate the effect of earthquake load on the structure of a third floor school building in West Lampung. The effects of earthquake is reviewed on the dimensions, reinforcement, and deflection of structures by comparing building without earthquake load.

The earthquake load calculation using Static Equivalent Method is helped by SAP 2000 program. This program can also produce internal force of the moment, latitude, and normal (M, D, N). The calculation of the slab is calculated by direct design method (DDM).

The results of this analysis showed that the calculation of all reinforcement requirements on slab, beams, columns, bore pile foundations, sloof and pile caps in the building with earthquake load 283,3267% is more than compared to the building without earthquake load seen from the number of as on each structure. Dimension design on the structure without earthquake load result that dimension of beams are 250 x 450 mm, coloumns are 350 x 350 mm, diameter of bore piles are 70 cm, sloofs are 250 x 450 mm and pile caps are 1600 mm while the dimensions of the structure with the earthquake load resulted in larger dimensions with dimension of columns are 600 x 600 mm, diameter of bore pile foundations are 80 cm, and pile caps are 1800 mm.

Keywords: earthquake load, static ekuivalen, direct design method, and SAP2000.

**ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA PADA GEDUNG TIGA LANTAI
MENGUNAKAN METODE STATIK EKUIVALEN**

Oleh

NADYA SAFIRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA
PADA GEDUNG TIGA LANTAI
MENGUNAKAN METODE STATIK
EKUIVALEN**

Nama Mahasiswa : **Nadya Safira**


Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011108

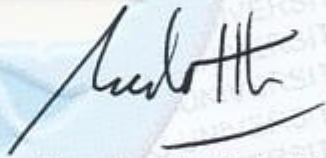
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Surya Sebayang, M.T.
NIP 19580124 198703 1 001


Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.
NIP 19700430 199703 1 003

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Surya Sebayang, M.T.**

Sekretaris : **Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Mohd. Isnaini, S.T., M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **6 Juni 2018**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Analisis Pengaruh Beban Gempa pada Gedung Tiga Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,

2018

Pembuat Pernyataan



Nadya Safira

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 04 Mei 1996.

Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Yakub dan Ibu Hana Kumari. Penulis memiliki 2 orang adik laki-laki yang bernama Munif Bawazir dan Neibros Bawazir.

Penulis memulai pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Al - Kautsar Bandar Lampung dan melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Al - Kautsar Bandar

Lampung yang diselesaikan pada tahun 2008, Pada tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 4 Bandar Lampung, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada masa belajar di sekolah penulis aktif sebagai sekretaris Paskibra Sembilan.

Pada tahun 2014 penulis di terima sebagai mahasiswa fakultas teknik jurusan teknik sipil melalui jalur SBMPTN dan tergabung dalam HIMATEKS.

Pada Januari - Maret 2017 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di desa Sribasuki Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah dan pada Maret 2017 mengikuti Kerja Praktik di Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Terbanggi Besar – KM 10 (Panjang) – Teluk Betung Bandar Lampung, Tegineneng – Sukadana.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbilalamin. Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu Akhirnya saya dapat menyelesaikan sebuah karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna,bermanfaat dan bermartabat. Aku Persembahkan karya sederhana ini

Untuk Kedua orang tuaku, jidah dan enjikke yang sangat aku cintai. Untuk abah dan umiku yang telah merawat dan memberikan dukungan materi serta moril dan spiritual. Terimakasih untuk kesabarannya dalam membimbing dan memberikan arahan serta nasihat yang berguna. Terimakasih telah memeberikan pelajaran hidup yang sangat berharga.

Untuk Adik-adikku yang menjadi semangat terbesar dalam menyelesaikan tugas dan kewajibanku ini.

Untuk orang yang aku sayang dan sahabat-sahabatku yang telah mendukungku dan telah menjadi tempat untuk berbagi cerita dan tempat berkeluh kesah

Untuk para dosen yang tak hentinya memberikan ilmu pengetahuan, arahan serta bimbingannya.

Untuk teman-teman sejawat atas dukungannya dalam proses yang sangat panjang ini. Dan untuk mahasiswa lainnya khususnya Jurusan Teknik Sipil yang sedang mengalami proses ini untuk tetap optimis dan semangat dalam mengerjakan skripsi agar dapat membangun nusa dan bangsa agar lebih baik dan menjadi generasi muda yang cerdas dan berpendidikan.

MOTO

*Orang yang menginginkan impiannya menjadi kenyataan,
harus menjaga diri agar tidak tidur*

-Richard Wheeler -

*Allah tidak membebani seseorang melainkan
sesuai dengan kesanggupannya
(Q.S Al-Baqarah: 286)*

*Dari semua hal, pengetahuan adalah yang paling baik,
karena tidak kena tanggung jawab maupun tidak dapat
dicuri, karena tidak dapat dibeli, dan tidak dapat
dihancurkan*

-Hitopadesa -

*Sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu
dibanding ahli ibadah, seperti keutamaan bulan di
malam purnama dibanding seluruh bintang-bintang
(HR. Abu Dawud dan Ibnu Majah)*

*Darinya, aku mengambil filosofi bahwa belajar adalah
sikap berani menantang segala ketidakmungkinan; bahwa
ilmu yang tidak dikuasai akan menjelma di dalam diri
manusia menjadi sebuah ketakutan.*

-Andrea Hirata -

SANWACANA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah dan atas berkat rahmat serta hidayah Allah S.W.T., penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Pengaruh Beban Gempa pada Gedung Tiga Lantai dengan Metode Statik Ekuivalen**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung.

Diharapkan dengan selesainya skripsi ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk perancangan bangunan fasilitas sekolah tiga lantai di wilayah rawan gempa serta menambah pengetahuan tentang desain Gedung tahan gempa.

Pada penyusunan laporan ini Penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, Penulis mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko Susilo, S.T, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.

3. Ir. Surya Sebayang, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi ini
4. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas kesediaan waktu, arahan dan bimbingan serta dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Dr. Eng. Mohd. Isnaini, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji atas waktunya serta kritik dan saran yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Alm. Ir. Hadi Ali, M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik ,pada awal perkuliahan hingga semester 6, atas arahan selama masa perkuliahan.
7. Ir. Nur Arifaini, M.S. selaku dosen Pembimbing Akademik, pada semester 7 atas arahan selama masa perkuliahan
8. Semua Dosen jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dalam proses pembelajaran dan wawasan untuk lebih baik kedepannya.
9. Kedua orang tuaku tercinta Abah Yakub, Umi Hana Kumari. Enjid dan Jidah yang telah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Adik-adikku tersayang Munif Bawazir dan Neibros Bawazir yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

11. Sahabatku Pina, Siti, Nabila Nadia, Ardhi, Ridhos, Ghaly, Izqho, Fadhil, Dwi, yang telah menemani, memberikan semangat dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
12. Sahabat lainnya Putra, Rima, dan Jesicha atas kesediannya membantu pengolahan data, Fadhel, Widya, Fadil, dan Ani yang telah memberikan semangat, doa dan dukungannya.
13. Rekan mahasiswa KKN Nadia, Adel, Nanda, Taufik, Fredy dan Malik atas dukungannya selama masa kuliah, KKN hingga terselesaikannya skripsi ini.
14. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Unila angkatan 2014 dan rekan-rekan mahasiswa yang lain yang tidak mungkin Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat Penulis harapkan agar sempurnanya laporan ini dikemudian hari. Akhir kata, Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat.

Bandar Lampung, Juni 2018

Penulis

Nadya Safira

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Deskripsi Umum | 5 |
| 2.2 Bagian-Bagian Struktur | 5 |
| 2.3 Pembebanan | 17 |
| 2.4 Analisis Struktur | 21 |
| 2.5 Dasar Perancangan | 23 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Umum | 28 |
| 3.2 Kriteria dan Spesifikasi Perancangan | 28 |
| 3.3 Metode Penelitian | 30 |
| 3.4 Diagram Alir..... | 34 |

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

| | | |
|------|--|-----|
| 4.1 | Data bangunan | 37 |
| 4.2 | Perencanaan tangga | 38 |
| 4.3 | Perencanaan Balok dan Pelat..... | 50 |
| 4.4 | Perencanaan Gempa Statik Ekuivalen..... | 65 |
| 4.5 | Penulangan Pelat..... | 72 |
| 4.6 | Penulangan Lentur Balok | 80 |
| 4.7 | Penulangan Geser Balok..... | 92 |
| 4.8 | Penulangan Lentur Kolom..... | 101 |
| 4.9 | Penulangan Geser Kolom | 119 |
| 4.10 | Perencanaan <i>sloof</i> | 126 |
| 4.11 | Perencanaan Fondasi <i>Bore Pile</i> | 128 |
| 4.12 | Perencanaan <i>Pile Cap</i> | 134 |
| 4.13 | Gambar Penulangan Tangga..... | 145 |
| 4.14 | Gambar Penulangan Pelat..... | 145 |
| 4.15 | Gambar Penulangan Lentur Balok | 146 |
| 4.16 | Gambar Penulangan Geser Balok..... | 154 |
| 4.17 | Gambar Penulangan Lentur Kolom..... | 159 |
| 4.18 | Gambar Penulangan Geser Kolom | 160 |
| 4.19 | Gambar Penulangan Fondasi <i>Bore Pile</i> | 161 |
| 4.20 | Gambar Penulangan <i>Pile Cap</i> | 163 |
| 4.21 | Perbandingan Analisis Struktur tanpa Beban Gempa dan dengan Beban Gempa | 166 |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|-----------------|-----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 170 |
| 5.2 | Saran | 171 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Pelat lantai satu arah | 9 |
| 2. Perbandingan L_y dan L_x | 9 |
| 3. Pelat dua arah | 11 |
| 4. Perbandingan L_y dan L_x | 11 |
| 5. Jenis-jenis kolom | 15 |
| 6. Peta gempa 2017 | 19 |
| 7. Peta gempa 2012 | 20 |
| 8. Macam-macam nilai ϕ dengan regangan tarik netto dalam baja tarik terluar, ϵ_t , dan c/d_t untuk tulangan Mutu 420 dan untuk baja prategang | 24 |
| 9. Penampang Balok , Diagram Regangan dan Tegangan..... | 26 |
| 10. Denah Lantai | 28 |
| 11. Denah atap | 29 |
| 12. Portal melintang | 29 |
| 13. Portal memanjang | 30 |
| 14. Diagram alir metode <i>Direct Design Method</i> (DDM)..... | 34 |
| 15. Diagram alir metode statik Ekuivalen dengan <i>software</i> SAP 2000..... | 35 |
| 16. Diagram alir perencanaan gedung tiga lantai | 36 |
| 17. Denah pelat atap bangunan | 37 |

| | |
|--|-----|
| 18. Denah pelat lantai bangunan..... | 37 |
| 19. Portal bangunan | 38 |
| 20. Potongan tangga lantai 1 | 38 |
| 21. Potongan tangga lantai 2..... | 40 |
| 22. Denah penamaan balok..... | 52 |
| 23. Portal ekuivalen pelat atap dan lantai | 57 |
| 24. Hasil periode dari program SAP2000..... | 67 |
| 25. Grafik perhitungan nilai k..... | 71 |
| 26. Denah penamaan pelat | 72 |
| 27. Denah penamaan balok atap | 80 |
| 28. Denah penamaan balok lantai | 80 |
| 29. Denah penamaan kolom..... | 101 |
| 30. Nomogram portal tak bergoyang dan portal bergoyang | 103 |
| 31. Gambar penulangan tangga dan bordes | 145 |
| 32. Penulangan pelat atap dan lantai..... | 145 |
| 33. Penulangan geser balok B1 atap tanpa beban gempa | 154 |
| 34. Penulangan geser balok B2 atap tanpa beban gempa | 154 |
| 35. Penulangan geser balok B1 lantai 1 tanpa beban gempa | 155 |
| 36. Penulangan geser balok B3 lantai 1 tanpa beban gempa | 155 |
| 37. Penulangan geser balok B2 lantai 1 tanpa beban gempa | 155 |
| 38. Penulangan geser balok B1 lantai 2 tanpa beban gempa | 155 |
| 39. Penulangan geser balok B3 lantai 2 tanpa beban gempa | 156 |
| 40. Penulangan geser balok B2 lantai 2 tanpa beban gempa | 156 |
| 41. Penulangan geser balok B1 atap dengan beban gempa | 156 |
| 42. Penulangan geser balok B2 atap dengan beban gempa | 156 |

| | |
|---|-----|
| 43. Penulangan geser balok B1 lantai 1 dengan beban gempa | 157 |
| 44. Penulangan geser balok B3 lantai 1 dengan beban gempa | 157 |
| 45. Penulangan geser balok B2 lantai 1 dengan beban gempa | 157 |
| 46. Penulangan geser balok B1 lantai 2 dengan beban gempa | 157 |
| 47. Penulangan geser balok B3 lantai 2 dengan beban gempa | 158 |
| 48. Penulangan geser balok B2 lantai 2 dengan beban gempa | 158 |
| 49. Penulangan lentur kolom tanpa beban gempa | 159 |
| 50. Penulangan lentur kolom dengan beban gempa..... | 159 |
| 51. Penulangan geser kolom tanpa beban gempa | 160 |
| 52. Penulangan geser kolom dengan beban gempa | 160 |
| 53. Penulangan <i>bore pile</i> tanpa beban gempa..... | 161 |
| 54. Penulangan <i>bore pile</i> dengan beban gempa..... | 162 |
| 55. Penulangan <i>pile cap</i> dan <i>sloof</i> tanpa beban gempa bentang 6 m dan 5,825 m | 163 |
| 56. Penulangan <i>pile cap</i> dan <i>sloof</i> tanpa beban gempa bentang 7 m..... | 163 |
| 57. Penulangan <i>pile cap</i> dan <i>sloof</i> dengan beban gempa bentang 6 m dan 5,825 m | 164 |
| 58. Penulangan <i>pile cap</i> dan <i>sloof</i> dengan beban gempa bentang 7 m..... | 164 |
| 59. Denah <i>pile cap</i> tanpa beban gempa | 165 |
| 60. Denah <i>pile cap</i> dengan beban gempa..... | 165 |
| 61. Penulangan portal melintang tanpa beban gempa..... | 172 |
| 62. Penulangan portal memanjang tanpa beban gempa | 173 |
| 63. Penulangan portal melintang dengan beban gempa..... | 174 |
| 64. Penulangan portal memanjang dengan beban gempa | 175 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Tebal minimum balok dan pelat..... | 10 |
| 2. Lendutan maksimum yang dihitung..... | 12 |
| 3. Tebal minimum pelat tanpa balok interior..... | 13 |
| 4. Koefisien situs F_{PGA} | 20 |
| 5. Kategori resiko bangunan dengan beban gempa non gedung atau gedung . | 20 |
| 6. Faktor keutamaan gempa | 21 |
| 7. Pemebebanan bordes..... | 43 |
| 8. Pembebanan tang | 44 |
| 9. Penulangan lentur pelat tangga 1 dan 2 | 46 |
| 10. Penulangan lentur pelat tangga 3 dan 4 | 47 |
| 11. Penulangan lentur pelat bordes 1 dan 2 | 48 |
| 12. Penulangan lentur pelat bordes 3 dan 4 | 49 |
| 13. Pembebanan pelat atap..... | 53 |
| 14. Pembebanan pelat lantai..... | 54 |
| 15. Momen negatif terfaktor interior..... | 61 |
| 16. Momen negatif terfaktor eksterior | 61 |
| 17. Momen positif terfaktor | 61 |
| 18. Penentuan kelas situs | 65 |

| | |
|---|----|
| 19. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek..... | 66 |
| 20. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik | 66 |
| 21. Tabel pemilihan sistem struktur | 66 |
| 22. Nilai parameter perioda pendekatan | 67 |
| 23. Koefisien untuk batas perioda yang dihitung..... | 68 |
| 24. Pembebanan tiap lantai | 70 |
| 25. Perhitungan gaya gempa arah x | 71 |
| 26. Perhitungan gaya gempa arah y | 72 |
| 27. Penulangan lajur kolom bentang A dan B pada pelat 1 | 74 |
| 28. Penulangan lajur kolom bentang H dan I pada pelat 1 | 75 |
| 29. Penulangan lajur tengah A-B dan H-I pada pelat 1 | 76 |
| 30. Rekapitulasi penulangan pelat atap lajur kolom | 77 |
| 31. Rekapitulasi penulangan pelat atap lajur tengah..... | 78 |
| 32. Rekapitulasi penulangan pelat lantai lajur kolom | 79 |
| 33. Rekapitulasi penulangan pelat lantai lajur tengah..... | 79 |
| 34. Penulangan lentur balok atap A1 tanpa beban gempa | 81 |
| 35. Rekapitulasi penulangan lentur balok atap tanpa beban gempa | 82 |
| 36. Rekapitulasi penulangan lentur balok lantai 1 tanpa beban gempa | 83 |
| 37. Rekapitulasi penulangan lentur balok lantai 2 tanpa beban gempa | 85 |
| 38. Rekapitulasi penulangan lentur balok atap dengan beban gempa..... | 86 |
| 39. Rekapitulasi penulangan lentur balok lantai 1 dengan beban gempa | 88 |
| 40. Rekapitulasi penulangan lentur balok lantai 2 dengan beban gempa | 90 |

| | |
|---|-----|
| 41. Penulangan geser balok atap A1 | 93 |
| 42. Rekapitulasi penulangan geser balok atap tanpa beban gempa | 94 |
| 43. Rekapitulasi penulangan geser balok lantai 1 tanpa beban gempa | 94 |
| 44. Rekapitulasi penulangan geser balok lantai 2 tanpa beban gempa | 95 |
| 45. Rekapitulasi penulangan geser balok atap dengan beban gempa | 96 |
| 46. Rekapitulasi penulangan geser balok lantai 1 dengan beban gempa | 97 |
| 47. Rekapitulasi penulangan geser balok lantai 2 dengan beban gempa | 99 |
| 48. Rekapitulasi penulangan kolom tanpa beban gempa | 105 |
| 49. Rekapitulasi penulangan kolom beban gempa..... | 107 |
| 50. Cek kekuatan penampang masing-masing kolom tanpa beban gempa..... | 113 |
| 51. Cek kekuatan penampang masing-masing kolom dengan beban gempa..... | 115 |
| 52. Rekapitulasi penulangan geser kolom tanpa beban gempa..... | 120 |
| 53. Rekapitulasi penulangan geser kolom dengan beban gempa..... | 122 |
| 54. Rekapitulasi penulangan lentur <i>sloof</i> tanpa beban gempa | 126 |
| 55. Rekapitulasi penulangan lentur <i>sloof</i> dengan beban gempa | 126 |
| 56. Rekapitulasi penulangan geser <i>sloof</i> tanpa beban gempa | 127 |
| 57. Rekapitulasi penulangan geser <i>sloof</i> dengan beban gempa | 127 |
| 58. Rekapitulasi penulangan lentur <i>bore pile</i> tanpa beban gempa..... | 129 |
| 59. Rekapitulasi penulangan lentur <i>bore pile</i> dengan beban gempa..... | 130 |
| 60. Rekapitulasi penulangan geser <i>bore pile</i> tanpa beban gempa..... | 131 |
| 61. Rekapitulasi penulangan geser <i>bore pile</i> dengan beban gempa..... | 132 |
| 62. Rekapitulasi nilai dimensi <i>pile cap</i> tanpa beban gempa | 135 |
| 63. Rekapitulasi nilai dimensi <i>pile cap</i> dengan beban gempa | 136 |
| 64. Rekapitulasi tulangan <i>pile cap</i> tanpa beban gempa | 139 |

| | |
|--|-----|
| 65. Rekapitulasi tulangan <i>pile cap</i> dengan beban gempa | 140 |
| 66. Rekapitulasi tulangan tekan <i>pile cap</i> tanpa beban gempa..... | 142 |
| 67. Rekapitulasi tulangan tekan <i>pile cap</i> dengan beban gempa..... | 143 |
| 68. Gambar penulangan balok melintang atap tanpa beban gempa 250x450 mm | 145 |
| 69. Gambar penulangan balok memanjang atap tanpa beban gempa 250x450 mm | 145 |
| 70. Gambar penulangan balok melintang lantai 1 tanpa beban gempa 250x450 mm | 146 |
| 71. Gambar penulangan balok B1 dan F1 lantai 1 tanpa beban gempa 250x450 mm | 146 |
| 72. Gambar penulangan balok memanjang lantai 1 tanpa beban gempa 250x450 mm | 147 |
| 73. Gambar penulangan balok melintang lantai 2 tanpa beban gempa 250x450 mm | 147 |
| 74. Gambar penulangan balok B1 dan F1 lantai 2 tanpa beban gempa 250x450 mm | 148 |
| 75. Gambar penulangan balok memanjang lantai 2 tanpa beban gempa 250x450 mm | 148 |
| 76. Gambar penulangan balok melintang atap dengan beban gempa 250x450 mm | 149 |
| 77. Gambar penulangan balok memanjang atap dengan beban gempa 250x450 mm | 149 |
| 78. Gambar penulangan balok melintang lantai 1 dengan beban gempa | |

| | |
|---|-----|
| 250x450 mm | 150 |
| 79. Gambar penulangan balok F1 lantai 1 dengan beban gempa 250x450 mm | 150 |
| 80. Gambar penulangan balok B1 lantai 1 dengan beban gempa 250x450 mm | 151 |
| 81. Gambar penulangan balok memanjang lantai 1 dengan beban gempa 250x450 mm | 151 |
| 82. Gambar penulangan balok melintang lantai 2 dengan beban gempa 250x450 mm | 152 |
| 83. Gambar penulangan balok B1 dan F1 lantai 2 dengan beban gempa 250x450 mm | 152 |
| 84. Gambar penulangan balok memanjang lantai 2 dengan beban gempa 250x450 mm | 153 |
| 85. Perbandingan dimensi struktur | 164 |
| 86. Perbandingan penulangan lentur | 164 |
| 87. Perbandingan penulangan geser | 165 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terdiri atas banyak pulau negara serta berada di bagian jalur rawan gempa. Hal ini terlihat dari besarnya kemungkinan pergeseran tanah yang cukup besar dikarenakan Indonesia berada di pertemuan lempeng Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia. Lampung sebagai provinsi yang berada di paling selatan Pulau Sumatera juga berada di daerah dengan beberapa wilayah yang resiko gempanya cukup tinggi terutama di bagian barat dari provinsi Lampung.

Mengingat gempa ini dapat mengakibatkan keruntuhan bangunan, maka gedung di wilayah Lampung Barat harus dibuat atau direncanakan dengan memperhitungkan beban gempa. Berdasarkan SNI-03-1726-2002, Lampung Barat berada pada wilayah gempa 5 dimana nilai ini menunjukkan daerah dengan resiko gempa kuat (satu level dibawah zona paling bahaya wilayah gempa 6). Defleksi yang besar pada bangunan bertingkat memiliki peluang yang tinggi terjadi terutama pada bangunan yang berada di wilayah rawan gempa. Hal ini tidak aman dan berpotensi mengakibatkan adanya korban jiwa bagi manusia dan makhluk hidup yang menggunakannya.

Perancangan gedung yang aman agar tidak mengakibatkan adanya korban jiwa menjadi suatu keharusan dalam perancangan sebuah gedung. Hal ini terutama pada gedung fasilitas sekolah yang merupakan bangunan dengan kategori resiko ke-empat dimana terdapat banyak manusia yang beraktivitas didalamnya. Pada umumnya gedung sekolah dirancang tiga lantai dengan mempertimbangkan unsur kenyamanan dan ke-ekonomisannya. Berdasarkan Undang-Undang Dasar yaitu Nomor 28 Tahun 2002, sarana transportasi vertikal atau *lift* harus disediakan sebagai alat untuk memudahkan pengguna ataupun sebagai fungsi bangunan apabila suatu struktur bangunan tersebut memiliki lantai atau tingkat berjumlah lebih dari lima. Gedung tiga lantai tidak membutuhkan alat bantu berupa *lift* sehingga aspek ekonomisnya terpenuhi. Selain itu, aspek kenyamanan pun masih terpenuhi karena jangkauan manusia untuk mencapai lantai ke tiga masih terjangkau.

Metode yang sesuai untuk perancangan gedung dengan melibatkan beban gempa pada perhitungannya adalah statik ekuivalen. Metode ini hanya diperuntukkan bagi bangunan yang reguler horisontal maupun vertikal (SNI 1726:2012). Salah satu ciri bangunan reguler adalah tinggi bangunannya kurang dari 40 meter serta 10 tingkat yang dilihat dari tumpuan bangunan sehingga bangunannya cenderung kaku dan bangunannya rendah. Seiring dengan semakin berkembangnya zaman banyak *software* yang dapat digunakan untuk mempermudah suatu perancangan gedung seperti SAP 2000. SNI-03-1726-2002 yang digunakan untuk pedoman perencanaan gedung tahan gempa di Indonesia telah direvisi menjadi SNI-1726-2012 yang mana di dalam peraturan tersebut terlihat bahwa Lampung Barat kini

telah berada di level zona gempa paling berbahaya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pengaruh perubahan zona gempa terhadap beban gempa pada struktur gedung tiga lantai berada di daerah Lampung Barat. Pengaruh gempa tersebut akan dianalisis berdasarkan perbandingan struktur pada gedung yang diberi beban gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Pengaruh perubahan beban gempa di daerah Lampung Barat berdasarkan SNI-1726-2012 merupakan hal yang sangat penting dipertimbangkan dalam perencanaan gedung. Metode statik ekuivalen dipakai untuk menganalisis beban gempa. *Software* yang digunakan untuk membantu analisis ini adalah SAP 2000. Maka bagaimana suatu pengaruh yang diakibatkan oleh beban gempa terhadap konstruksi gedung tiga lantai.

1.3 Batasan Masalah

Analisis pengaruh beban gempa pada gedung tiga lantai menggunakan metode statik ekuivalen dibatasi sebagai berikut:

1. Perencanaan, perhitungan, dan penggambaran bangunan atas meliputi :
Bangunan atas ini terdiri dari beberapa struktur yang terbuat dari beton bertulang yaitu, balok, kolom, pelat, dan tangga.
2. Perencanaan dan perhitungan bangunan bawah meliputi :
Bangunan bawah ini terdiri dari struktur yang bahan dasarnya berasal dari beton bertulang. Fondasi yang dipakai pada bangunan adalah Fondasi dalam yaitu fondasi tiang bor (*bore pile*).

3. Analisis Struktur

- a. Metode statik ekuivalen dipakai untuk menganalisis beban gempa dengan bantuan SAP2000
- b. Hasil analisis berupa gaya dalam (M, D, dan N) dari program SAP2000 digunakan untuk perhitungan penulangan.
- c. Metode DDM (*direct design method*) digunakan untuk analisa pelat yang berada diatas balok dengan jenis beton bertulang.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh beban gempa pada struktur gedung sekolah tiga lantai di daerah Lampung Barat. Pengaruh gempa yang ditinjau mencakup dimensi, tulangan, dan defleksi struktur dengan membandingkan terhadap gedung tanpa beban gempa.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk berbagai macam hal yaitu :

1. Untuk bahan pertimbangan dalam perencanaan gedung sekolah yang berada di lokasi dengan nilai pergeseran tanah yang besar akibat dari gempa
2. Untuk memberikan pengetahuan lebih mengenai desain gedung dengan beban gempa

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Umum

Daktilitas yang cukup merupakan syarat yang harus dipenuhi dari suatu struktur gedung agar struktur tidak runtuh dalam kondisi apapun. Kekuatan struktur gedung harus menjamin keamanan dan dapat memiliki kemampuan untuk menahan berat beban yang diterima pada gedung tersebut. Selain itu, penggunaan bahan harus memikirkan keefisienan suatu rangka konstruksi yang akan dibuat. Suatu struktur gedung harus memiliki kekakuan maksimum dengan berat bangunan yang minimum, sehingga akan tercipta suatu rangka konstruksi bangunan yang ringan dan kuat dalam menahan beban yang ada sekalipun itu beban lateral, terutama beban gempa. (Mahaendra, Prasetya, Himawan, dan Bambang, 2015)

2.2 Bagian-Bagian Struktur

Struktur gedung perkantoran ini terdiri dari beberapa bagian antara lain :

1. Struktur Bawah

Struktur bawah terdiri dari fondasi dan *basement* yang letaknya dibawah permukaan tanah dari suatu bangunan. Dalam perencanaan gedung sekolah ini tidak ada *basement* melainkan hanya ada fondasi saja. Fondasi memiliki fungsi sebagai media untuk meneruskan seluruh beban yang ada

pada bagian atas pada struktur bangunan ke dasar tanah dengan tanah yang memiliki kemampuan untuk mendukung dan menahan beban yang ada pada struktur gedung serta sebagai perletakan bangunan. Fondasi yang menahan gaya yang ditimbulkan gempa atau menyalurkan gaya yang ditimbulkan gempa antara struktur dan tanah pada struktur yang ditetapkan sebagai KDS D, E, atau F.

Apabila kondisi tanah di lokasi proyek tidak memungkinkan untuk penggunaan fondasi dangkal maka pilihan yang dapat diambil adalah dengan memilih fondasi tiang. Fondasi tiang merupakan fondasi yang dapat memberi dukungan pada bangunan dengan lapisan tanah yang kuat terletak sangat dalam. Bangunan bertingkat dengan elevasi total yang tinggi dengan gaya akibat beban angin memberikan gaya angkat yang harus didukung oleh fondasi tiang.

Selain itu, gaya gelombang air dan benturan kapal membutuhkan tiang sebagai pendukung bangunan dermaga.

(Hardiyatmo, 2010).

Salah satu fondasi tiang adalah fondasi tiang bor (*bore pile*). Fondasi tiang bor merupakan fondasi yang dibuat dengan cara dibor lalu diberi tulangan dan dicor beton. Fondasi tiang bor memiliki keuntungan dan kerugian antara lain :

a. Keuntungan

- 1) Mereduksi akibat kenaikan permukaan tanah
- 2) Kedalaman tiang bervariasi

3) Tiang mencapai kedalaman yang cukup dalam sampai tanah keras

b. Kerugian

1) Apabila tanah kerikil dan pasir, pengeboran dapat memengaruhi kepadatan

2) Air tanah dapat memengaruhi pengecoran beton dan mutunya

Dalam perencanaan tiang bor dibutuhkan nilai kapasitas izin, yang mana didapat dari penjumlahan tahanan ujung dan tahanan gesek yang dibagi dengan faktor aman tertentu.

a. Untuk perbesaran diameter dasar tiang $d < 2$ m

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5}$$

b. Untuk tiang tidak dengan perbesaran diameter di dasarnya

$$Q_a = \frac{Q_u}{2}$$

(Hardiyatmo, 2010).

2. Struktur Atas

Struktur atas berada diatas permukaan tanah dari suatu struktur bangunan

Dalam perencanaan struktur atas gedung perkantoran ini meliputi atap, pelat lantai, kolom, balok, portal, dan tangga.

a) Atap

Atap berfungsi sebagai struktur yang melindungi segala sesuatu yang ada didalam bangunan dari cuaca panas dan hujan. Bentuk-bentuk atap dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu iklim, arsitektur, modelitas bangunan, dan menyesuaikan dengan bentuk bangunan

agar dapat menambah keindahan suatu bangunan atau gedung yang dapat meningkatkan nilai jual dari bangunan menjadi lebih besar.

b) Pelat Lantai

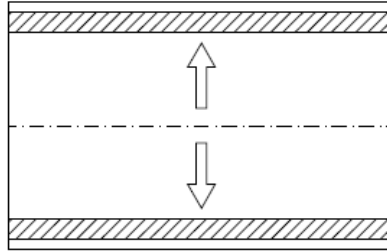
Pelat lantai tidak berhubungan langsung dengan tanah atau dapat dikatakan tidak berada diatas tanah melainkan suatu bagian struktur yang menjadi pemisah antar tingkat pada suatu bangunan bertingkat. Pada masing masing tumpuan pelat menerima beban transversal melalui kondisi lentur. penulangan pelat menerus dilanjutkan ke kolom melalui balok sehingga seluruh pelat menjadi rangka struktur kaku statis tak tentu yang kompleks dan menjadi satu kesatuan.

Perilaku setiap bagian bangunan sangat erat hubungannya dengan hubungan kaku suatu gedung dengan komponen lainnya. Beban dan hubungan kaku semua komponen struktur yang berinteraksi menimbulkan momen, gaya geser, dan lendutan langsung pada penahan komponen struktur. Pada dasarnya pelat dibagi menjadi dua jenis yang diklasifikasi berdasarkan rasio perbandingan sisi panjang (b) dan sisi pendek (a) dari pelat.

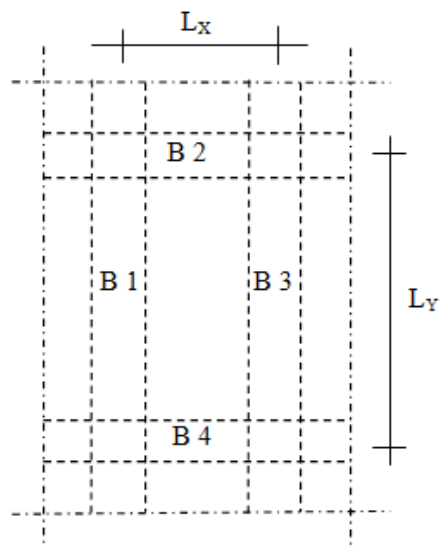
1) Pelat satu arah

Perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus dengan nilai lebih besar dari dua. Lendutan yang terjadi pada pelat satu arah berada di sisi pendek dari pelat sehingga pada pelat ini tulangan pokok hanya ada di satu arah saja. Lendutan satu arah dapat muncul pada pelat yang kedua

sisinya didukung sehingga sisi tumpuan terdekat cenderung menerima beban yang bekerja pada struktur.



Gambar 1. Pelat lantai satu arah.



Gambar 2. Perbandingan L_y dan L_x .

Menurut SNI 2847:2013, lendutan, lentur, dan geser dijadikan syarat dalam pemilihan tebal pelat lantai. Tujuan persyaratan lendutan ini bertujuan agar struktur tidak berdeformasi melebihi ketentuan pada peraturan sehingga kelayakan struktur tidak menurun. Pada SNI 2847:2013 diberikan tinggi penampang (h) minimal pada balok maupun pelat, pada konteks ini lendutan tidak dihitung terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tebal minimum balok dan pelat

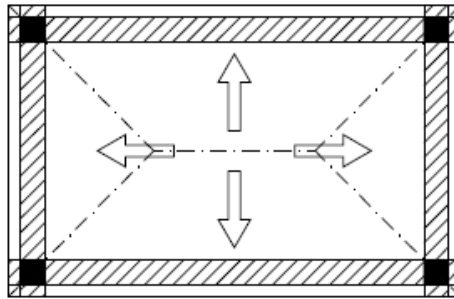
| Tinggi Minimum, h | | | | |
|---|---|--------------------|---------------------|------------|
| Komponen Struktur | Tertumpu sederhana | Satu Ujung Menerus | Kedua Ujung Menerus | Kantilever |
| | Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar | | | |
| Pelat masif satu arah | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| Balok atau pelat rusuk satu arah | L/16 | L/18,5 | L/21 | L/8 |
| Catatan: panjang bentang dalam mm nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan-tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasikan sebagai berikut : (a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (equilibrium density), w_c , di antara 1440 sampai 1840 kg/m ³ , nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09. (b) Untuk f_y selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$. | | | | |

Sumber : SNI 2847:2013

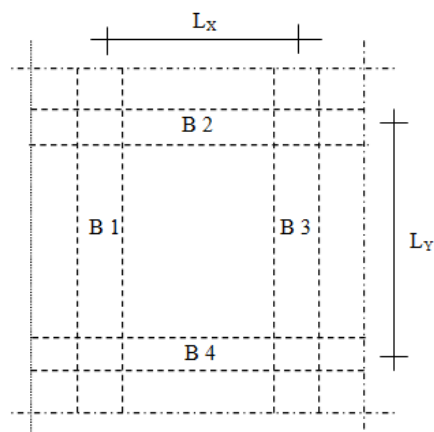
2) Pelat dua arah

Suatu pelat apabila pada keempat sisinya didukung maka akan muncul lendutan yang bentuknya saling tegak lurus pada dua arah dengan nilai yang dihasilkan kurang dari dua. Pelat tersebut adalah pelat dua arah (*two way slab*) yang memiliki tulangan pokok ada di dua arah dikarenakan momen lentur yang dihasilkan ada pada dua arah dengan arah yang sama pada bentang (l_x) dan bentang (l_y). Hal ini menyebabkan tulangan tidak memerlukan tulangan bagi dan tulangan pokok dipasang di

dua arah. Sedangkan momen tumpuan harus dipasang tulangan pokok dan tulangan bagi akibat momen lentur yang bekerja hanya 1 arah saja. Pada pelat dua arah seluruh bebannya akan menyebar ke setiap tumpuan yang ada di keempat sisi dari pelat.



Gambar 3. Pelat dua arah.



Gambar 4. Perbandingan L_y dan L_x .

Menurut peraturan SNI 2847:2013 terdapat peraturan mengenai lendutan izin maksimum pada pelat dua arah. Peraturan ini tertera pada pasal 9.5.3 yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lendutan maksimum yang dihitung

| Jenis komponen struktur | Lendutan yang diperhitungkan | Batas lendutan |
|--|---|----------------|
| Atap datar yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar | Lendutan seketika akibat beban hidup L | $L/180^*$ |
| Lantai yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar | Lendutan seketika akibat beban hidup L | $L/360$ |
| Jenis komponen struktur | Lendutan yang diperhitungkan | Batas lendutan |
| Konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar | Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan seketika, akibat penambahan beban hidup)† | $L/480‡$ |
| Konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar. | | $L/240§$ |
| <p>*Batasan ini tidak dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan penggenangan air. Kemungkinan penggenangan air harus diperiksa dengan melakukan perhitungan lendutan, termasuk lendutan tambahan akibat adanya penggenangan air tersebut, dan mempertimbangkan pengaruh jangka panjang dari beban yang selalu bekerja, lawan lendut (camber), toleransi konstruksi, dan keandalan sistem drainase.</p> <p>†Lendutan jangka panjang harus dihitung berdasarkan ketentuan 9.5.2.5 atau 9.5.4.3, tetapi boleh dikurangi dengan nilai lendutan yang terjadi sebelum penambahan komponen non-struktur. Besarnya nilai lendutan ini harus ditentukan berdasarkan data teknis yang dapat diterima berkenaan struktur yang serupa dengan komponen struktur yang ditinjau.</p> <p>‡Batas lendutan boleh dilampaui bila langkah pencegahan kerusakan terhadap komponen yang ditumpu atau yang disatukan telah dilakukan.</p> <p>§Batas lendutan tidak boleh lebih besar dari toleransi yang disediakan untuk komponen non-struktur. Batasan ini boleh dilampaui bila ada lawan lendut yang disediakan sedemikian hingga lendutan total dikurangi lawan lendut tidak melebihi batas lendutan yang ada.</p> | | |

Sumber : SNI 2847:2013

Menurut SNI 2847:2013, tebal minimum suatu pelat harus memenuhi ketentuan yang diisyaratkan pada tabel 3 dimana bentang panjang dibagi bentang pendek tidak lebih dari 2, pelat tidak terdapat balok interior yang membentang diantara tumpuan, dan α_{fm} sama dengan atau lebih kecil dari 0,2. Selain pada ketentuan pada tabel 3 tebal pelat harus lebih dari nilai berikut :

- a. Tanpa panel drop (*drop panels*).....125 mm
- b. Dengan panel drop (*drop panels*)..... 100 mm

Tabel. 3. Tebal minimum pelat tanpa balok interior

| Tegangan leleh, f_y Mpa | Tanpa Penebalan | | | Dengan Penebalan | | |
|---|---------------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------|
| | Panel eksterior | | Panel interior | Panel eksterior | | Panel interior |
| | Tanpa balok pinggir | Dengan balok pinggir | | Tanpa balok pinggir | Dengan balok pinggir | |
| 280 | ln/33 | ln/36 | ln/36 | ln/36 | ln/40 | ln/40 |
| 420 | ln/30 | ln/33 | ln/33 | ln/33 | ln/36 | ln/36 |
| 520 | ln/38 | ln/31 | ln/31 | ln/31 | ln/34 | ln/34 |
| <p>Untuk konstruksi dua arah ln adalah penampang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.</p> <p>Untuk f_y antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier</p> <p>Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5</p> <p>Pelat dengan balok diantara kolom-kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai α_f untuk balok tapi tidak boleh kurang dari 0,8</p> | | | | | | |

Sumber : SNI 2847:2013

Menurut SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.3 untuk pelat dengan tumpuan balok yang membentang di semua sisi harus memiliki tebal minimum dengan ketentuan :

- a. Untuk α_{fm} lebih besar dari 0,2 tapi kurang dari 2,0, h lebih

besar dari, $h = \frac{\text{Ln}(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)}$ dan lebih besar dari 125 mm

- b. Untuk α_{fm} lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum

lebih besar dari, $h = \frac{\text{Ln}(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta}$ dan lebih besar dari 90 mm

Apabila tebal pelat kurang dari tebal minimum maka batas lendutan harus dipertimbangkan agar tidak melebihi ketentuan pada table 3.

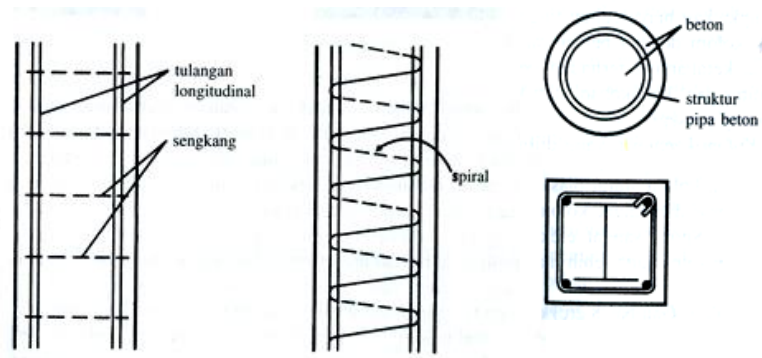
c) Kolom

Kolom adalah suatu struktur yang berfungsi menerima dan menahan beban aksial tekan vertikal dan seluruh beban yang ada pada bangunan diteruskan oleh kolom ke dalam fondasi. Dalam hal ini kolom merupakan struktur yang paling utama sebagai media untuk meneruskan beban lain seperti halnya beban hidup dan hembusan angin serta berat bangunan. Kolom juga berfungsi sebagai penjaga untuk mencegah bangunan dari keruntuhan.

(Nugroho, 2013)

Beban vertikal terbesar ditanggung oleh kolom, selain itu momen atau puntir/torsi akibat ekesentrisitas pembebanan harus ditahan oleh kolom.

Sebagai acuan atau pertimbangan dalam memilih dimensi penampang yang sesuai dengan yang dibutuhkan maka diperlukan data mutu beton atau baja, tinggi kolom, dan eksentrisitas suatu beban yang ada pada struktur kolom.



Gambar 5. Jenis-jenis kolom

d) Balok

Beban luar dan berat sendirinya oleh momen dan gaya geser diterima oleh balok sebagai pendukung utama untuk menahan gaya-gaya tersebut. Balok mengalami dua kondisi tekan dan tarik akibat pengaruh gaya lateral atau lentur. Lentur merupakan keruntuhan beton yang umumnya terjadi dikarenakan bentang (L) dan tinggi balok (h) cukup besar. Jenis suatu balok dapat dikatakan balok tinggi (*deep beam*) apabila rasio L/h kecil dan keruntuhan gesernya dominan. Keruntuhan pada balok dibagi menjadi dua keruntuhan yaitu keruntuhan tarik (*under reinforced*), keruntuhan tekan (*over reinforced*), keruntuhan seimbang (*balance reinforced*) berdasarkan kemungkinan regangan yang terjadi. (Nur, 2009) Menurut SNI 2847:2013 tinggi balok minimum yang diisyaratkan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

e) Portal

Portal harus mampu menahan beban yang bekerja berupa beban hidup, beban mati, dan beban sementara. Ada dua jenis portal antara lain :

a. Portal tak bergoyang (*braced frame*)

Portal tak bergoyang dijepit oleh struktur lain sehingga goyangan tidak dapat terjadi.

Portal tak bergoyang mempunyai karakteristik :

1. Portal dan beban bekerja simetris
2. Portal yang tidak dapat bergoyang karena dikaitkan dengan konstruksi lain.

b. Portal bergoyang

Suatu portal bergoyang mempunyai sifat :

1. Beban tidak simetris bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris

f) Tangga

Tangga merupakan alat yang digunakan sebagai sirkulasi antar lantai atau sebagai penghubung untuk berjalan naik ataupun turun dengan media anak tangga yang materialnya bermacam-macam seperti cor, baja ataupun kayu sebagai materialnya. Tangga mempunyai fungsi pokok antara lain :

1. Untuk terjaganya keamanan suatu struktur.
2. Untuk menambah estetika keindahan bangunan bertingkat.

3. Sebagai alat untuk menghubungkan sirkulasi pada bangunan bertingkat dengan media anak tangga.

(Hermawan, 2015)

2.3 Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan mengalikan koefisien atau angka kombinasi dengan suatu beban. Beban terfaktor pada suatu pembebanan harus lebih kecil sama dengan kekuatan perlu (U) pada suatu struktur bangunan. Hal yang harus diperiksa adalah satu atau lebih beban yang tidak bekerja secara bersama-sama memiliki pengaruh terhadap suatu bangunan. Di bawah ini merupakan persamaan dari pembebanan :

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$$

$$U = 0,9D + 1,0W$$

$$U = 0,9D + 1,0E$$

Ada 5 Jenis beban yang bekerja pada struktur antara lain :

1. Beban Mati

Semua hal yang ada di gedung tersebut yang sifatnya tidak menyatu dengan struktur seperti mesin dan peralatan menjadi berat struktur dari bangunan yang disebut sebagai beban mati.

2. Beban Hidup

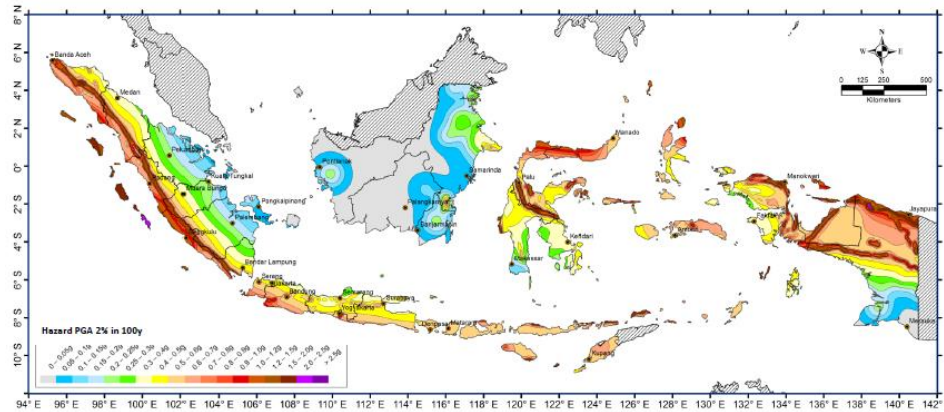
Beban hidup berasal dari mesin atau makhluk hidup yang menghuni suatu gedung termasuk barang-barang yang dapat berpindah tempat, serta peralatan yang dapat diganti pada masa layan dari suatu gedung dan menjadi satu kesatuan dengan gedung tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan pada pembebanan lantai dan atap namun beban angin, beban gempa, dan beban khusus tidak termasuk didalam beban ini.

3. Beban Angin

Beban angin merupakan perbedaan tekanan pada udara yang ada pada bagian suatu gedung atau struktur. Hal ini biasanya memiliki pengaruh yang besar pada gedung dengan tingkat tinggi.

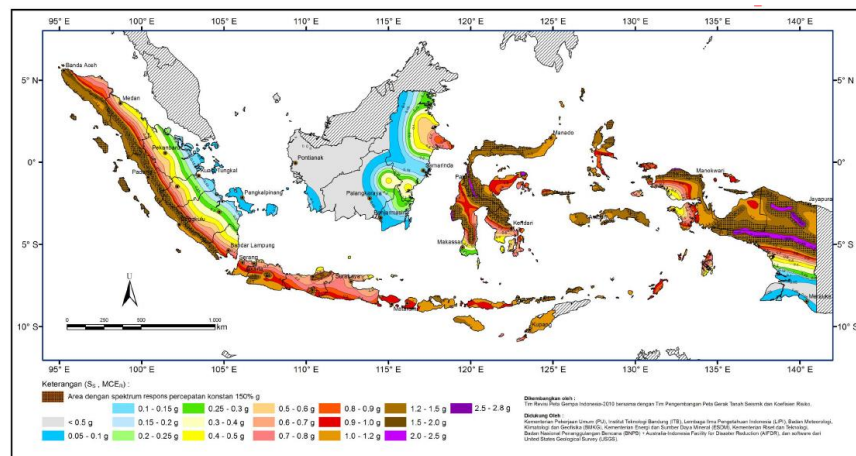
4. Beban Gempa

Semua beban yang bekerja pada suatu gedung atau bagian dari struktur yang melanjutkan pengaruh gempa berupa gerakan tanah yang bebannya statik ekuivalen disebut dengan beban gempa. Beban gempa menghasilkan pengaruh gerakan tanah akibat gempa dalam bentuk gaya-gaya. Analisa dinamik berguna untuk mengetahui pengaruh gaya gempa pada struktur suatu gedung. Namun, peta selalu mengalami perkembangan seperti pada tahun 2017 dikeluarkan peta gempa terbaru sebagai bentuk penyempurnaan peta gempa sebelumnya yaitu peta gempa 2012. Namun peta tersebut belum dapat digunakan karena data yang diperlukan untuk mengolah peta tersebut agar dihasilkan S_s dan S_1 untuk perencanaan belum cukup. Berikut dilampirkan peta gempa tahun 2017 pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta gempa 2017.

Menurut SNI 1726:2012 Indonesia dibagi menjadi beberapa kategori gerakan tanah seismik dan koefisien risiko dari gempa maksimum yang dipertimbangan (*Maximum Considered Earthquake MCE*) dan dipetakan dalam gambar dibawah ini.



Sumber : SNI 1726:2012

Gambar 7. Peta gempa 2012.

Tabel 4. Koefisien situs F_{PGA}

| Kelas Situs | $PGA \leq 0,1$ | $PGA = 0,2$ | $PGA = 0,3$ | $PGA = 0,4$ | $PGA \geq 0,5$ |
|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 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 | Lihat 6.9 | | | | |

CATATAN Gunakan interpolasi linier untuk mendapatkan nilai PGA antara.

Sumber : SNI 1726:2012

Tabel 5. Kategori resiko bangunan gedung atau non gedung dengan beban gempa

| Jenis pemanfaatan | Kategori resiko |
|---|-----------------|
| <p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya | I |
| <p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik | II |
| <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 di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p> | III |

| Jenis pemanfaatan | Kategori risiko |
|--|-----------------|
| <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> | IV |

Sumber: SNI 1726:2012

Tabel 6. Faktor keutamaan gempa

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

Sumber: SNI 1726:2012

2.4 Analisis Struktur

Dalam menganalisa suatu struktur dapat digunakan beberapa metode yang digunakan antara lain :

1. Statik Ekuivalen

Analisa struktur bangunan dengan beban gempa dapat dilakukan dengan metode statik ekuivalen. Metode ini menirukan bentuk pengaruh gerakan tanah akibat gempa dengan menganggap beban gempa yang ada sebagai beban statik horizontal. Pada prinsipnya gedung yang ketinggiannya kurang

dari 40 m dapat menggunakan metode ini karena metode ini hanya memperhitungkan *mode* 1 saja sehingga pada bangunan yang rendah dan cenderung kaku sangat cocok dengan metode ini.

Analisis statik ekuivalen sesuai SNI 1726-2012, meliputi tahap perhitungan:

- a) Periode fundamental (T).
- b) Faktor keutamaan struktur (I) dan reduksi beban gempa (R)
- c) Gaya geser pada dasar statik ekuivalen (V).
- d) Gaya horisontal tingkat/gaya lateral (F_i)

2. Direct Desain Method (DDM)

Apabila di suatu sistem struktur dengan pelat dua arah, sesuai dengan peraturan pada SNI 2847:2013 tentang peraturan tata cara perhitungan maka metode perencanaan langsung (*direct design method*) dapat digunakan untuk menganalisis pelat. Pada metode ini terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 13.6.11 antara lain:

- a) Pada setiap arah harus ada tiga bentang menerus
- b) Perbandingan antara sisi panjang dan pendek kurang dari dua dan pelat harus berbentuk persegi.
- c) Jarak antara pusat ke pusat suatu tumpuan dalam setiap arah harus kurang dari sepertiga bentang panjang.
- d) Pada setiap arah pergeseran dari suatu sumbu garis pusat kolom tidak dapat melebihi dari 10 persen dari bentang yang ditinjau.
- e) Semua beban harus didistribusikan merata pada pelat keseluruhan dan beban harus diakibatkan oleh gravitasi

- f) Beban hidup harus kurang dari dua kali beban mati yang sudah terfaktor.
- g) Semua pelat harus ditumpu balok di keempat sisinya.

3. *Software* SAP 2000

Dalam penggunaan program SAP2000 setiap penggunanya harus memahami secara mendalam latar belakang metode dan juga syarat dari program tersebut. Pengembang dari program SAP2000 menyatakan kesalahan yang terjadi akibat pemakaian program ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab pengguna. Program ini juga menyediakan fitur yang cukup lengkap untuk merencanakan struktur baja dan beton bertulang sehingga pengguna dapat lebih mudah untuk membuat, memodifikasi, dan menganalisis struktur dengan menggunakan *user interface* yang serupa.

2.5 Dasar Perancangan

Menurut SNI 2847:2013 pasal 9.1 segala sesuatu komponen di setiap penampang harus direncanakan memiliki nilai yang setidaknya sama dengan kekuatan yang diperlukan. Hal ini dihitung sedemikian rupa sesuai yang ditetapkan pada standar untuk beban dan gaya terfaktor yang telah dikombinasikan.

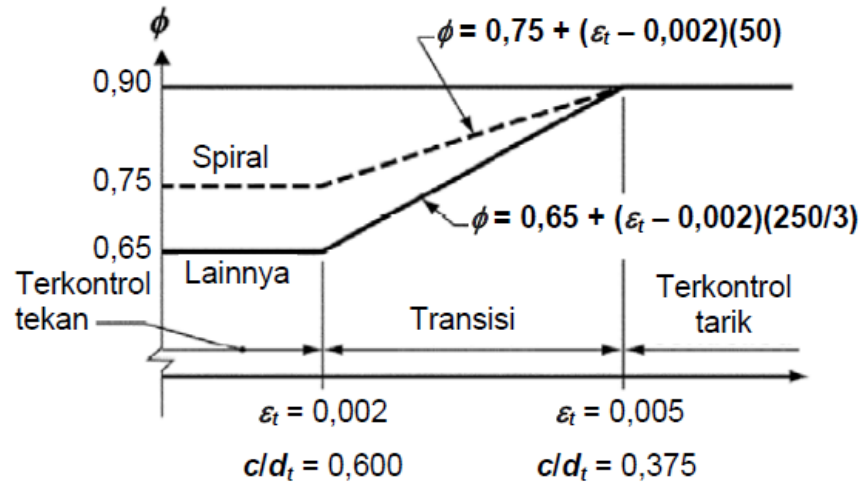
1. Kekuatan Desain

Kekuatan nominal diambil dari suatu struktur pada kekuatan desain yang ada dan disediakan oleh penampang dan komponen struktur lainnya dalam hal lentur, geser, beban aksial, dan torsi. Hal ini dihitung sesuai asumsi pada standar dengan persyaratan dikalikan dengan factor ϕ

- a) Penampang keruntuhan tarik..... 0,9

b) Penampang keruntuhan tekan

- 1) Bagian struktur berbentuk tulangan spiral..... 0,75
- 2) Bagian struktur bertulang..... 0,65



Gambar 8. Macam-macam nilai ϕ dengan regangan tarik neto dalam baja tarik terluar, ϵ_t , dan c/d_t untuk tulangan Mutu 420 dan pada baja prategang.

- c) Geser dan torsi..... 0,75
- d) Tumpuan di beton (kecuali untuk daerah angkur pasca tarik dan model strat dan pengikat..... 0,65

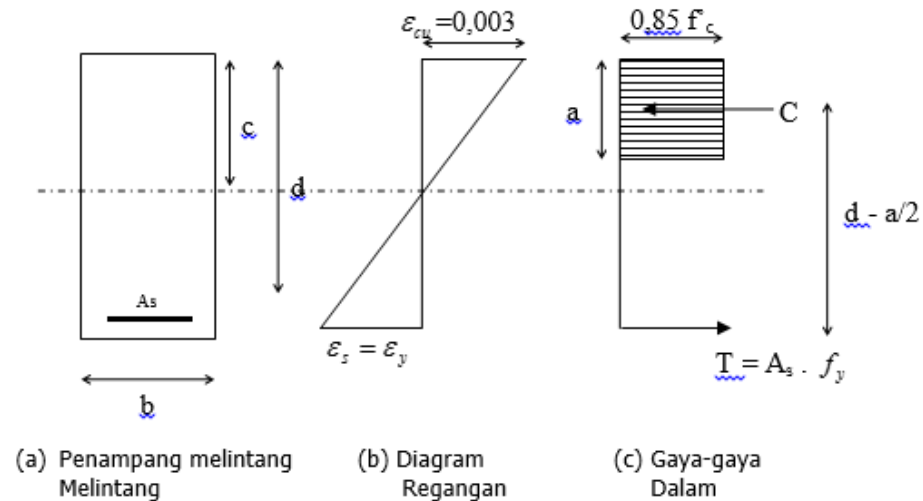
2. Penampang lentur pelat

Desain kekuatan komponen struktur untuk beban yang jenis lentur dan aksial dimana asumsi yang diberikan dalam SNI 2847:2013 pasal 10.2 dan pada pemenuhan kondisi keseimbangan dan regangan dengan kompatibilitas yang sesuai dapat dijadikan dasar dari suatu desain. Asumsinya adalah sebagai berikut :

- a) Pada tulangan dan beton asumsi regangan berbanding lurus dengan jarak dari sumbu netral terkecuali pada balok tinggi.

- b) Regangan maksimum dipilih pada bagian serat tekan terluar beton yang nilainya diasumsikan sebesar 0,003
- c) E_s dikalikan regangan baja digunakan apabila tegangan yang terjadi pada tulangan nilainya kurang dari kekuatan leleh f_y
- d) Kekuatan Tarik dapat diabaikan pada perhitungan lentur dan aksial.
- e) Penyebaran nilai hubungan tegangan tekan pada beton dan regangan pada beton akan menghasilkan asumsi kekuatan yang lebih bagus apabila dilakukan dengan mengasumsikan dalam bentuk persegi, trapesium, parabola, dan bentuk lainnya dibandingkan dengan hasil uji.
- f) Ketentuan pada poin e didapatkan dari suatu distribusi tegangan beton persegi ekuivalen yang dimaksudkan sebagai berikut :
 - 1) Tegangan beton didistribusi secara merata pada daerah yang menerima tekan ekuivalen dengan ketentuan penampang bagian tepi dari suatu garis lurus sebesar $a = \beta_1 c$ dari serat yang regangan kondisi tertekan maksimum dihitung dengan rumus $0,85f_c'$
 - 2) Besarnya jarak regangan maksimum dari serat ke sumbu netral c diukur pada arah tegak lurus terhadap sumbu netral
 - 3) Nilai β_1 0,85 dipakai untuk f_c' antara 17 dan 28 MPa
Nilai β_1 dikurangi 0,05 pada f_c' diatas 28 MPa pada setiap kelipatan 7 MPa namun harus lebih besar atau sama dengan 0,65.

Kondisi dimana beton mencapai regangan maksimumnya dimana nilainya adalah 0,003 bersamaan saat tulangan tarik yang berhubungan terhadap tulangan leleh ditentukan dengan nilai f_y merupakan beton dengan kondisi regangan berimbang atau kondisi *balance*. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 9.



Gambar 9. Penampang balok , diagram tegangan dan regangan.

3. Geser pada pelat

Salah satu komponen struktur yang memiliki lentur yang cukup tinggi adalah pelat. Sebagai bahan dasar syarat untuk acuan perencanaan struktur dengan lentur yang tinggi harus memenuhi ketentuan dibawah ini yaitu sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.1 :

- a) Desain suatu penampang akibat geser

$$\phi V_n \geq V_u$$

- b) Definisi V_u adalah nilai gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau dan V_n adalah nilai kekuatan geser nominal

$$V_n = V_c + V_s$$

- c) Nilai kuat geser nominal beton adalah V_c dan notasi untuk kuat nominal tulangan geser adalah V_s . Rumus untuk menghitung V_c pada struktur yang hanya mengalami lentur dan geser

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f_c'} b w d$$

- d) Struktur harus disediakan tulangan geser apabila $V_u \geq V_c$, bila digunakan tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur, maka $V_s = \frac{d f_y A_v}{s}$

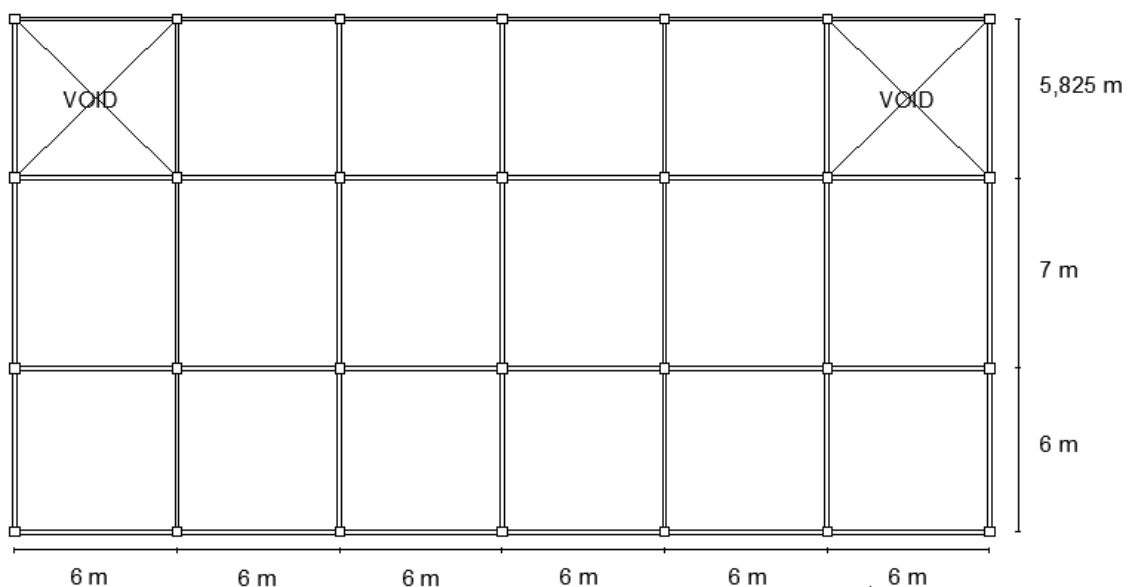
III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

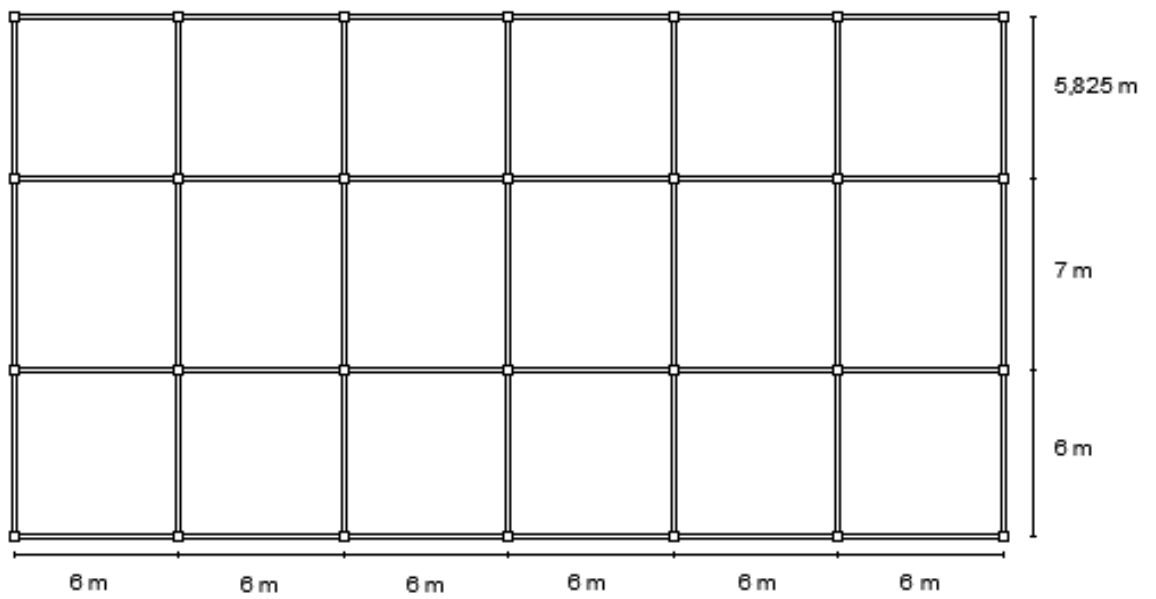
Suatu langkah yang digunakan oleh seorang peneliti untuk mendapatkan suatu data yang dibutuhkan dan digunakan pada analisis agar diperoleh sebuah kesimpulan yang ingin didapatkan dalam suatu penelitian disebut dengan metodologi penelitian. Dalam melaksanakan penelitian harus ditetapkan tujuan yang jelas dan sistematis sehingga pelaksanaan penelitian lebih mudah dalam menemukan solusi untuk memecahkan suatu masalah.

3.2 Kriteria dan Spesifikasi Perancangan

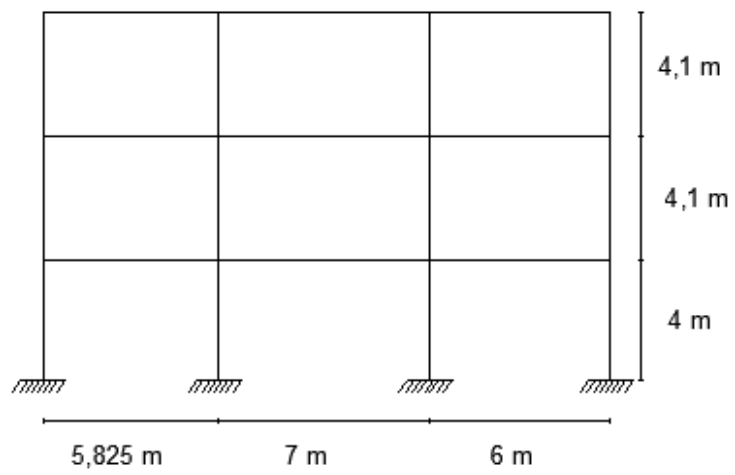
Data model struktur gedung dalam analisis ini yaitu :



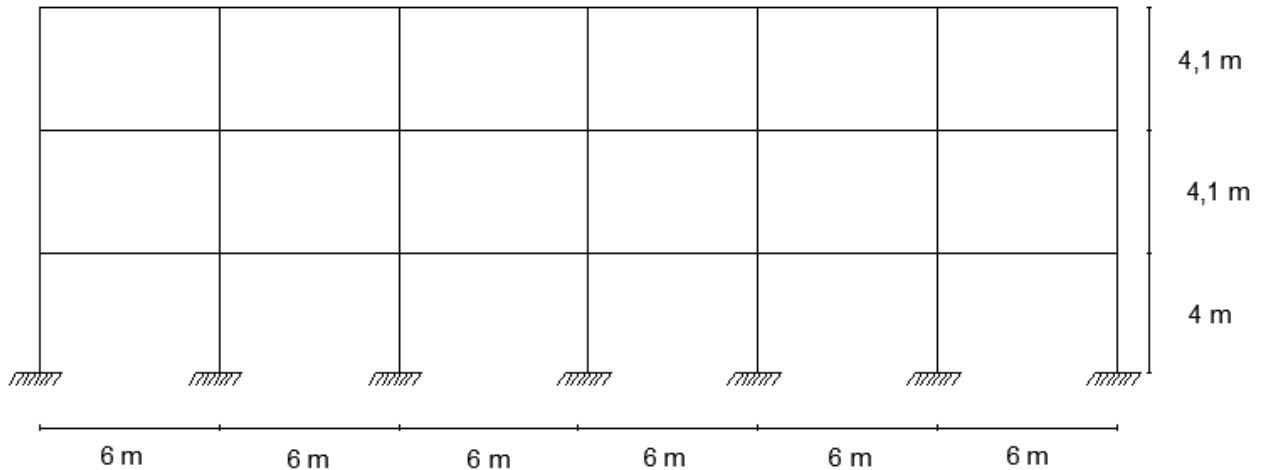
Gambar 10. Denah Lantai



Gambar 11. Denah atap.



Gambar 12. Portal melintang.



Gambar 13. Portal memanjang.

3.3 Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian untuk membandingkan pengaruh beban gempa ini perhitungan analisisnya menggunakan Metode Statik Ekuivalen. Secara garis besar, perhitungan untuk mengetahui pengaruh beban gempa ini dilakukan dengan membandingkan suatu gedung yang dibebani dengan beban gempa dan tanpa beban gempa yang akan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Perencanaan struktur atas

a) Metode *Direct Design Method* (DDM)

Langkah-langkah metode DDM :

- 1) Menentukan geometri struktur pelat dan beban yang ditanggung struktur pada metode perencanaan langsung.
- 2) Menetapkan ketebalan struktur pelat untuk gaya geser dan penurunan yang ingin terjadi.

- 3) Memilih faktor penyebaran momen bentang dalam maupun luar pada momen negatif ataupun positif dan Menghitung nilai total momen statis terfaktor pada struktur pelat.
 - 4) Mendistribusikan momen ekuivalen terfaktor ke daerah lajur tengah dan lajur kolom.
 - 5) Merencanakan tulangan-tulangan untuk melawan momen terfaktor pada langkah 5.
 - 6) Sebagai langkah untuk mencegah terjadinya retakan, susut, tekanan temperature dan pemanjangan batang maka perlu ada pemilihan jarak tulangan yang sesuai.
- b) Metode statik Ekuivalen dengan *software* SAP 2000

Langkah-langkah penggunaan SAP 2000 untuk anailisa pembebanan gempa dengan metode statik ekuivalen :

- 1) Mencari data gempa yang dibutuhkan untuk perhitungan analisis.
- 2) Menggambar portal dan denah bangunan, mengasumsikan penampang, memilih jenis material dan besarannya, serta memilih *toolbar assign* penampang dan material pada program SAP2000.
- 3) Menghitung seluruh berat yang ada pada tiap lantai.
- 4) Memilih *joint masses* untuk memasukkan massa yang ditanggung tiap tingkat.
- 5) Menjadikan nilai massa material di dalam program menjadi nol agar dapat dilakukan analisis dinamik untuk mendapat periode fundamental (T).

- 6) Berdasarkan peraturan SNI 1726-2012 maka setelah didapat nilai T dapat melanjutkan perhitungan untuk memperoleh besarnya V yang selanjutnya dapat dihitung F .

2. Perencanaan fondasi

- a) Memilih diameter dan daya dukung izin dari data sondir yang tersedia yang mampu menahan beban ultimit.
- b) Menentukan dimensi pondasi berdasarkan tegangan ijin pada tanah dimana pondasi tersebut diletakkan.
- c) Mengecek kemungkinan kuat geser pada 2 arah (*punching shear*).
- d) Mengecek nilai yang mampu didukung fondasi.
- e) Jumlah tulangan fondasi dihitung berdasarkan momen maksimal yang ada pada fondasi dengan menganggap fondasi sebagai pelat yang terjepit di bagian terluar kolom.
- f) Menentukan dimensi *pile cap*.
- g) Menghitung tulangan utama dan tulangan bagi *pile cap*.

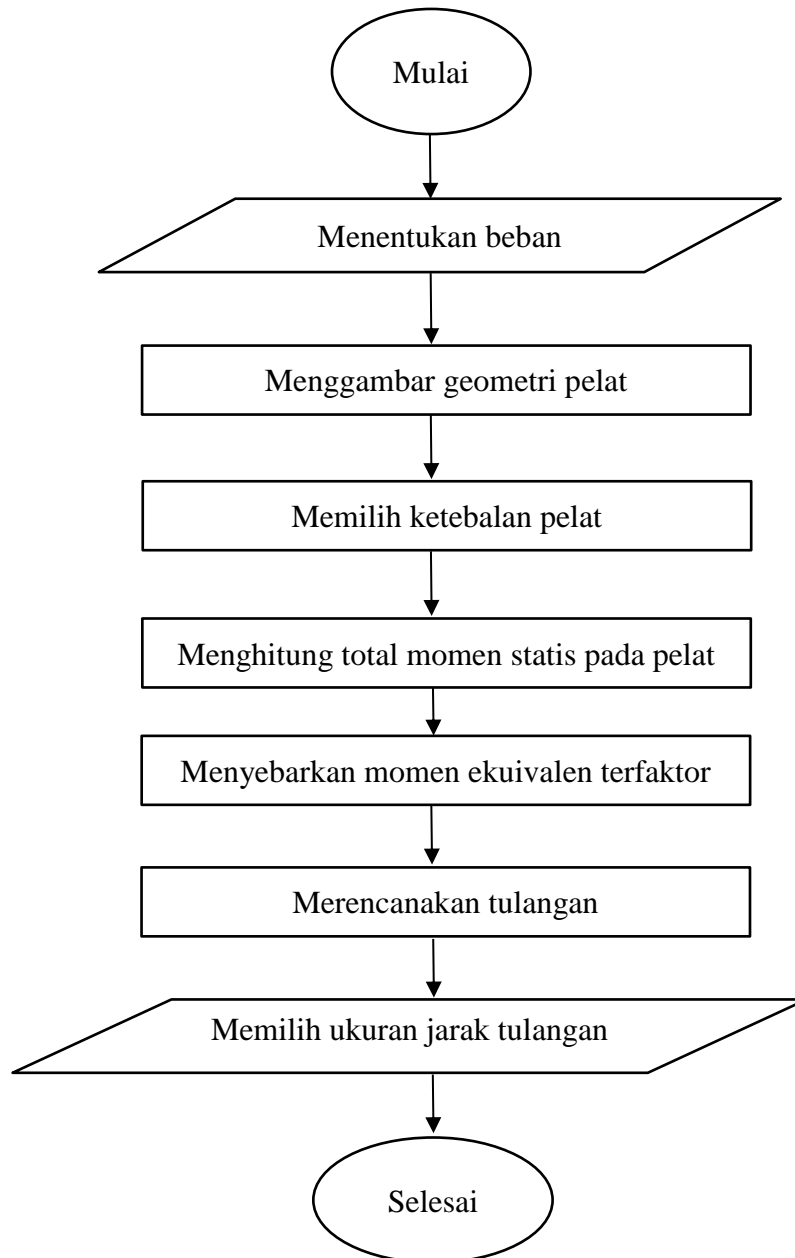
Jadi disimpulkan bahwa Langkah-langkah pada analisis pengaruh beban gempa pada struktur gedung 3 lantai dengan metode statik ekuivalen yaitu :

- a) Merencanakan dimensi dan kebutuhan tulangan pada fondasi *bore pile*.
- b) Menghitung seluruh beban baik beban mati atau beban hidup yang terjadi pada struktur gedung berdasarkan SNI 1727:2013.
- c) Menghitung berat struktur pada masing-masing lantai serta parameter beban gempanya yang akan dipakai dalam perhitungan penyebaran beban gempa setiap lantai yang nantinya akan dimasukkan ke dalam program SAP2000.

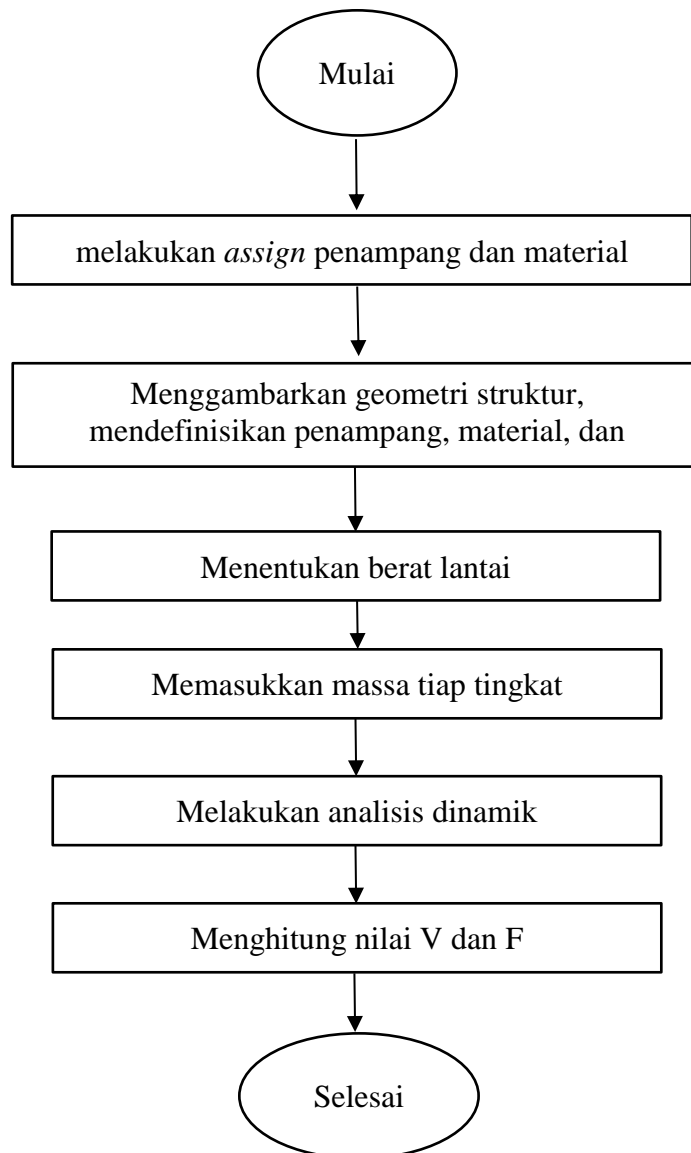
- d) Melakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan *software* SAP 2000 termasuk detail dan spesifikasi yang terdapat di dalamnya serta input beban-beban yang bekerja dan kombinasi beban yang digunakan.
- e) Melakukan analisis struktur dengan *software* SAP 2000 termasuk detail dan spesifikasi yang terdapat di dalamnya serta input beban-beban yang bekerja dan kombinasi beban yang digunakan.
- f) Dari gaya-gaya dalam yang didapat dari analisis struktur dengan menggunakan *software* SAP 2000 maka dapat dihitung kebutuhan dimensi beton, jumlah tulangan longitudinal dan tulangan transversal berdasarkan SNI 2847:2013 tentang perencanaan beton struktural.
- g) Melakukan analisa untuk menghitung dimensi dari hubungan kolom balok, kebutuhan dari tulangan transversal dan kekuatan dari hubungan balok kolom tersebut agar sesuai dengan kaidah SNI Beton 2847:2013.
- h) Mengambil kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan.

Secara umum tahapan metode penelitian yang akan dilakukan untuk penelitian terlihat pada diagram alir.

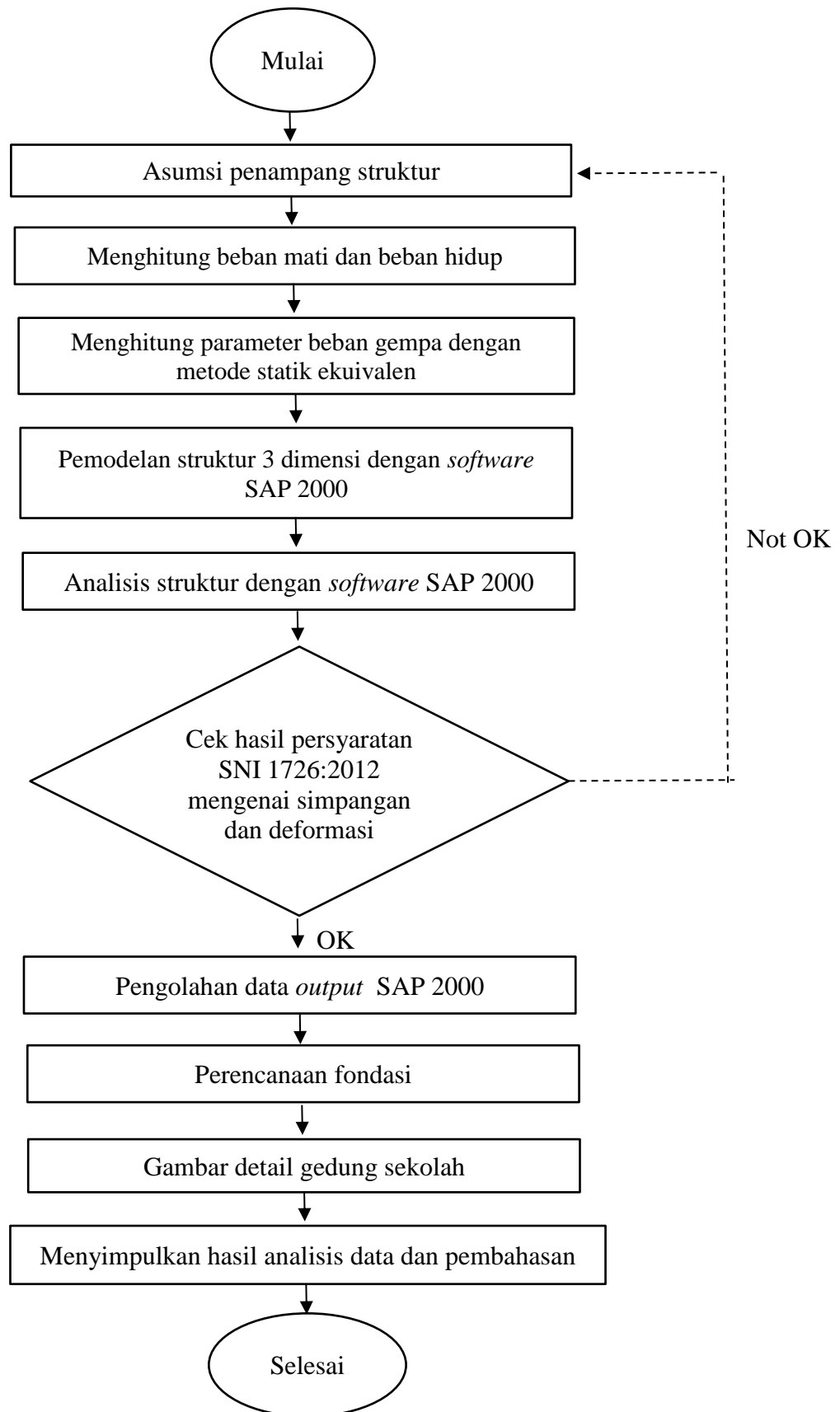
3.4 Diagram Alir



Gambar 14. Diagram alir metode *Direct Design Method* (DDM).



Gambar 15. Diagram alir metode statik Ekuivalen dengan *software* SAP 2000.



Gambar 16. Diagram alir perencanaan gedung tiga lantai.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa perhitungan dapat disimpulkan bahwa :

1. Perencanaan dimensi pada struktur tanpa beban gempa menghasilkan dimensi balok 250 x 450 mm, kolom 350 x 350 mm, fondasi *bore pile* diameter 70 cm, *sloof* 250 x 450 mm dan *pile cap* 1600 mm sedangkan dimensi struktur dengan beban gempa menghasilkan dimensi yang lebih besar dengan ukuran kolom 600 x 600 mm, fondasi *bore pile* diameter 80 cm, dan *pile cap* 1800 mm.
2. Perhitungan kebutuhan tulangan masing masing bagian struktur pada bangunan tanpa beban gempa mengalami peningkatan dibandingkan bagian struktur pada gedung dengan beban gempa yaitu balok sebesar 283,4861%, kolom sebesar 815,5273%, Fondasi sebesar 77,5568%, dan *pile cap* sebesar 344,6059%.
3. Perhitungan seluruh kebutuhan tulangan pada struktur dengan beban gempa 283,3267% lebih banyak dibandingkan dengan gedung tanpa beban gempa yang dilihat dari jumlah As tulangan pada masing-masing struktur.

4. Dimensi dan penulangan pada pelat dan *sloof* tidak dipengaruhi oleh beban gempa dikarenakan pelat berdeformasi secara bersama-sama.
5. Gedung tanpa beban gempa tidak menerima beban lateral sehingga tidak menghasilkan simpangan antar lantai, sedangkan gedung dengan beban gempa memiliki simpangan antar lantai dan harus memenuhi syarat yang ada pada SNI 1726:2012.
6. Simpangan antar lantai pada gedung dengan beban gempa tidak melampaui kinerja batas layan sesuai dengan peraturan pada SNI 1726:2012.

B. Saran

Berdasarkan pertimbangan beberapa hal tersebut maka dapat diberikan beberapa saran antara lain :

1. Sebaiknya semua gedung yang akan dibangun harus memperhitungkan beban gempa dikarenakan gempa memiliki pengaruh yang cukup besar.
2. Dalam perencanaan struktur harus selalu mengikuti perkembangan peraturan sebagai pedoman yang mendasari setiap perhitungan sehingga gedung yang dihasilkan memenuhi persyaratan terbaru yang diisyaratkan.
3. Pemilihan bahan dan metode pelaksanaan harus meninjau keekonomisan dan faktor kemudan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2002. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung*.
- _____. 2002. *SNI 1726:2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung* Badan Standarisasi Nasional. 69 hlm.
- _____. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- _____. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. 149 hlm.
- _____. 2013. *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. 265 hlm.
- _____. 2013. *SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional. 196 hlm.
- Dewobroto, W. 2006. *Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000*. Yogyakarta:Jurnal Teknik Sipil. Vol.3, No.1:1-18.
- Faizah, R. 2015. *Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta*. Yogyakarta:Jurnal Ilmiah Semesta Teknik. Vol. 18, No.2:190-199.
- Gunawan, R. 1983. *Pengantar Teknik Fondasi*. Yogyakarta:Kanisius.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian I*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hermawan, A. 2015. *Analisis Produktivitas Pemasangan Tangga dengan Menggunakan Material M-Panel*. Malang:Jurnal

- Mahaendra A.E, Prasetya D.P., Himawan I., dan Bambang P. 2015. *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Pesona Jakarta*. Semarang:Jurnal Teknik Sipil. Vol.4, No.4:96-106.
- Ma' Arif, M.A. 2013. *Kebutuhan Material pada Perencanaan Portal Tiga Lantai dengan Sistem Daktil Parsial di Wilayah Gempa Empat*. Surakarta:Skripsi.
- Nugroho, H. 2013. *Perkuatan Kolom Beton Bertulang dengan Fiber Glass Jacket yang Dibebani Konsentrik* (Skripsi). Yogyakarta.
- Nur, O. 2009. *Kajian Ekperimental Perilaku Balok Beton Tulangan Tunggal berdasarkan Tipe Keruntuhan Balok*. Padang:Jurnal Rekayasa Sipil. Vol.5, No.2:39-52.
- Setiawan, A. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta.
- Sanjaya, R. 2014. *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang dengan Penahan Lateral Kombinasi Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktural*. Indralaya:Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol. 2, No.1:139-145.
- Wahyuni, F. 2013. *Alternatif Perencanaan Gedung 3 Lantai pada Tanah Lunak dengan dan Tanpa Pondasi Dalam*. Surabaya:Jurnal Teknik Pomits. Vol. 1, No. 1:1-6.