

ANALISA STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN VARIASI BENTUK PENAMPANG BENTUK PENAMPANG KOLOM AKIBAT BEBAN GEMPA PADA GEDUNG KANTOR KELURAHAN DADI MULYA KOTA SAMARINDA

Zulfikar Umi

16.11.1001.7311.022

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

E-mail : zulengineering16@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan resiko gempa tinggi. SNI 03-1726-2013 membagi Indonesia menjadi 6 wilayah resiko gempa. Dalam mengantisipasi terjadinya bencana akibat gempa, diperlukan perancangan kinerja struktur yang mampu menghasilkan mekanisme keruntuhan yang ideal. Bangunan akan mengalami keruntuhan secara parsial atau secara total pada waktu terjadinya gempa. Keruntuhan struktur pertama kali terjadi pada kolom yang dapat menyebabkan keruntuhan total pada bangunan. Beban gempa dihitung dengan menggunakan metode statik ekuivalen dan Dinamik Respon Spektrum. Elemen struktur masing-masing gedung diperiksa kapasitasnya dan dilakukan pemeriksaan keruntuhan setelah ditambahkan beban gempa. Dari keseluruhan hasil perhitungan dengan secara manual dan komputerisasi dengan tetap mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ada, maka akan didapatkan rencana gambar struktur yang akan dibangun dilengkapi dengan perhitungan dan detail penulangan pada tiap sub yang akan dibangun. Kecermatan, ketelitian dan ketelatenan sangat dibutuhkan dalam merencanakan suatu bangunan.

Abstract

Indonesia is a country with a high earthquake risk. SNI 03-1726-2013 divides Indonesia into 6 earthquake risk areas. In anticipating the occurrence of disasters due to earthquakes, it is necessary to design a structural performance capable of producing an ideal failure mechanism. Buildings will experience partial or total collapse at the time of the earthquake. The first structural collapse occurred in a column which could cause a complete collapse of the building. Earthquake loads are calculated using the equivalent static method and dynamic response spectrum. The structural elements of each building are checked for capacity and a collapse check is carried out after adding the earthquake load. From the overall results of calculations manually and computerized by still referring to the existing regulations, then the plan will get an image of the structure to be built complete with calculations and details of reinforcement for each sub to be built. Carefulness, precision and diligence are needed in planning a building.

Kata Kunci : Beton Bertulang, Variasi Kolom, Gempa, Gedung.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan resiko gempa tinggi. SNI 03-1726-2013 membagi Indonesia menjadi 6 wilayah

resiko gempa. Dalam mengantisipasi terjadinya bencana akibat gempa, diperlukan perancangan kinerja struktur

yang mampu menghasilkan mekanisme keruntuhan yang ideal. Bangunan akan mengalami keruntuhan secara parsial atau secara total pada waktu terjadinya gempa. Keruntuhan struktur pertama kali terjadi pada kolom yang dapat menyebabkan keruntuhan total pada bangunan. Selain itu juga akibat perencanaan dan pelaksanaan konstruksi yang kurang baik (Villaverde, 2007).

Dalam grafik respon spektrum gempa rencana tersebut selain faktor wilayah gempa, jenis tanah dasar juga menentukan besarnya faktor respon spektrum (C). Terdapat tiga (3) jenis tanah dasar yang dapat dipilih yaitu tanah lunak, tanah sedang, tanah keras. Peraturan gempa SNI 03-1726-2013, membatasi besarnya lendutan arah ke samping (simpangan) struktur gedung dalam 2 istilah yaitu, kinerja batas layan (KBL) dan kinerja batas ultimit (KBU).

Dalam perencanaan gedung ini metode yang digunakan program ETABS (Extended Three Dimensional Analysis Building Systems). ETABS merupakan perangkat lunak hasil karya CSI Bekeley, program ini sangat Powerful dalam melakukan permodelan struktur analysis, dan desain. Program ETABS ini juga mampu untuk memecahkan beragam permodelan dan permasalahan yang rumit sekalipun.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pembebanan dan kinerja struktur dengan kolom penampang bulat, persegi dan persegi panjang pada gedung kelurahan Dadi Mulya Kota Samarinda?
2. Bagaimana dimensi dan gambar desain kebutuhan tulangan pada kolom penampang bulat, persegi dan persegi panjang pada gedung kelurahan Dadi Mulya Kota Samarinda?

3. Bagaimana Simpangan yang terjadi pada kolom penampang bulat, persegi dan persegi panjang pada gedung kelurahan Dadi Mulya Kota Samarinda?

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Pembebanan Dan Standart SNI

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu, dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada sistem struktur. Beban-beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya alamiah dan buatan manusia (Schueller, 2001). Secara umum, struktur bangunan dikatakan aman dan stabil apabila mampu menahan beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban gempa yang bekerja pada bangunan tersebut.

Beban Mati (Dead Load / DL)

Beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, kladding gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727:2013 pasal 3.1)

Beban Hidup (Live Load / LL)

Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain. (SNI 1727:2013 pasal 4.1). Beban hidup selalu berubah-ubah dan sulit diperkirakan. Perubahan tersebut terjadi sepanjang waktu, baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang

Beban Gempa (Earthquake Load / EL)

Beban gempa merupakan beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.

Kuat Desain

SNI 2847:2013 pasal 9.3.1 menyatakan, kekuatan desain yang disediakan oleh suatu komponen struktur, sambungannya dengan struktur lain, dan penampangnya, sehubungan dengan lentur, beban normal, geser, dan torsi, harus diambil sebesar kekuatan nominal dihitung sesuai dengan persyaratan dan asumsi dari standar ini, yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ).

Tabel 2.3. Faktor Reduksi (ϕ)

No	Keterangan	Faktor Reduksi (ϕ)
1	Penampang terkendali tarik	0,9
2	Penampang terkendali tekan	
	a. Komponen struktur dengan tulangan spiral	0,75
	b. Komponen struktur bertulang lainnya	0,65
3	Geser dan torsi	0,75
4	Tumpuan pada beton	0,65
5	Daerah angkur pasca tarik	0,85
6	Model strat pengikat, strat, pengikat, daerah pertemuan (<i>nodal</i>), dan daerah tumpuan dalam model tersebut	0,75
7	Penampang lentur dalam komponen struktur pra tarik dimana penanaman strand kurang dari panjang penyaluran	
	a. Dari ujung komponen struktur ke ujung panjang transfer	0,75
	b. Dari ujung panjang transfer ke ujung panjang penyaluran ϕ boleh ditingkatkan secara linier dari	0,75 sampai 0,9

(Sumber: SNI 2847:2013 subpasal 9.3.2.1 – 9.3.2.7)

Kelas Situs

Prosedur klasifikasi situs dijelaskan dalam SNI 1726:2012 pasal 5.1. Prosedur klasifikasi bertujuan untuk memberikan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs. Berikut ini merupakan tabel penentuan klasifikasi situs (SNI 1726:2012 pasal 5.1, halaman 17).

Tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (N) dan tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non-kohefif (N_{ch}), dihitung sebagai berikut :

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \dots\dots\dots(2.1)$$

N_i dan d_i dalam persamaan (2-7) berlaku untuk tanah non kohefif, tanah kohefif, dan lapisan batuan.

$$\bar{N}_{ch} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^m \frac{d_i}{N_i}} \dots\dots\dots(2.2)$$

N_i dan d_i dalam persamaan (2-8) berlaku untuk tanah non kohefif saja, dan

$$\sum_{i=1}^m d_i = d_s, \sum_{j=1}^m d_i = d_s \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

D_s = ketebalan total lapisan tanah non kohefif 30 paling atas

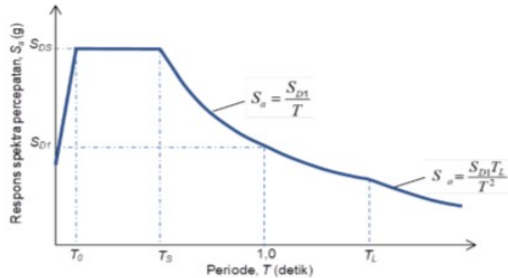
N_i = tahanan penetrasi standar 60 persen energi (N_{60}) yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi dengan nilai ≤ 305 pukulan/m.

Perencanaan Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726 : 2013

Kawasan Indonesia masuk dalam jalur rangkaian gunung api aktif di dunia (pacific ring of fire). Hal demikian menyebabkan tingkat kerawanan gempa yang tinggi terjadi di wilayah Indonesia (Imran dan Hendrik, 2009). Fenomena gempa tersebut tentu memberikan dampak terhadap kondisi infrastruktur, terutama kerusakan-kerusakan bangunan gedung.

- **Penentuan S_{Ds} dan S_{D1}**
- **Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa**

- **Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa**
- **Kombinasi Sistem Perangkat**
- **Periode Fundamental**
- **Spektrum Respon Desain**



Gambar 2.1 Spektrum Respon Desain (Sumber : SNI 1726 : 2013 pasal 6.4)

- **Koefisien Respon Seismik**
- **Gaya Dasar Seismik**
- **Distribusi Beban Lateral**

Beban Angin (Wind Load / EL)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Teori Mekanika Rekayasa dan Standart SNI

Mekanika teknik atau dikenal juga sebagai mekanika rekayasa atau analisa struktur merupakan bidang ilmu utama yang dipelajari di ilmu teknik sipil.

- **Gaya Luar**
- **Gaya Aksi**
- **Gaya Reaksi**
- **Gaya Dalam**

Standar Beton SNI 2847 – 2013

Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.

Balok

Balok merupakan komponen struktur atas (upper structure) suatu bangunan yang menerima gaya-gaya transversal terhadap sumbunya dan mengakibatkan terjadinya momen lentur dan geser. Balok dikenal sebagai elemen lentur. Lentur pada balok disebabkan adanya regangan (deformasi) yang timbul karena adanya beban luar (Nawy, 2010).

Penentuan Dimensi Balok

Dimensi balok m ditentukan menggunakan tabel berikut:

Tabel 2.12. Tebal minimum balok non-prategang

Komponen struktur	Tebal minimum, <i>h</i>			
	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	$\ell / 20$	$\ell / 24$	$\ell / 28$	$\ell / 10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$\ell / 16$	$\ell / 18,5$	$\ell / 21$	$\ell / 8$

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 di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:
(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (equilibrium density), w_c , di antara 1440 sampai 1840 kg/m³, nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,00.
(b) Untuk f_c selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_c/700)$.

Tulangan longitudinal berfungsi untuk menahan beban lentur pada balok. Untuk itu, perancangan tulangan longitudinal menggunakan data momen desain. Perhitungan momen akibat pembebanan gravitasi dan komponen vertikal gaya gempa dilakukan di penampang-penampang kritis elemen, yaitu di tengah bentang (momen positif) dan di muka-muka tumpuan (momen negatif). Perhitungan momen dilakukan menggunakan software analisis struktur, yaitu ETABS (Imran dan Hendrik, 2009).

Tulangan Transversal

Gaya geser rencana (V_e) ditentukan dengan meninjau gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. Momen M_{pr} dengan tanda berlawanan dianggap bekerja pada muka-muka joint dan komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor sepanjang bentangnya (SNI 2847:2013 pasal 21.5).

Kolom

Kolom merupakan komponen struktur bangunan yang memiliki fungsi utama sebagai penyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil (Dipohusodo, 1996). Asroni (2010) mendefinisikan kolom sebagai komponen struktur yang menahan beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah melalui fondasi. Beban dari balok dan pelat dapat berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi).

Penentuan Dimensi Kolom

Penentuan dimensi kolom dilakukan berdasarkan beban aksial yang bekerja pada kolom tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan perkiraan terhadap beban hidup dan beban mati yang ditumpu oleh kolom tersebut. Selanjutnya, dimensi kolom dihitung dengan rumus desain beban aksial maksimum (ϕP_{maks}), yaitu:

- a. Untuk komponen struktur non prategang dengan tulangan spiral:

$$\phi P_{maks} = 0,85 \cdot \phi \cdot [0,85 \cdot f_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] \dots\dots\dots(2.28)$$

- b. Untuk komponen struktur non prategang dengan tulangan pengikat:

$$\phi P_{maks} = 0,80 \cdot \phi \cdot [0,85 \cdot f_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] \dots\dots\dots(2.29)$$

Beberapa persyaratan dimensi kolom yang harus dipenuhi, antara lain:

- a. Besarnya beban aksial terfaktor yang bekerja pada komponen struktur kolom dibatasi tidak kurang dari $0,1 Agf_c$
b. Ukuran penampang terkecil tidak kurang dari 300 mm

- c. Perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus tidak kurang dari 0,4.

Kelangsingan Kolom

Persyaratan kelangsingan kolom termuat dalam pasal 10.10 SNI 2847:2013. Pengaruh kelangsingan ini dapat diabaikan apabila:

- a. Untuk komponen struktur tekan yang tidak dibresing terhadap goyangan menyamping: $kl_u / r \leq 22 \dots\dots\dots(2.30)$
b. Untuk komponen struktur tekan yang dibresing terhadap goyangan menyamping: $kl_u / r \leq 34 - 12 (M1 / M2) \leq 40 \dots\dots\dots(2.31)$

Tulangan Longitudinal

Tulangan longitudinal pada kolom harus memenuhi ketentuan yang terdapat pada subpasal 21.6.3 SNI 2847:2013, antara lain:

- a. Luas tulangan memanjang (A_{st}) tidak boleh kurang dari $0,01 \cdot A_g$ atau lebih dari $0,06 \cdot A_g$
b. Pada kolom dengan sengkang tertutup bulat, jumlah batang tulangan longitudinal harus enam.

Perencanaan Lentur

Dalam SNI 2847:2013 subpasal 21.6.2, kuat lentur kolom harus memenuhi ketentuan kolom kuat balok lemah (Strong Columns Weak Beams), seperti yang diberikan pada persamaan berikut:

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb} \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan:

ΣM_{nc} = jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka pada hubungan balok kolom. Kuat lentur nominal harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, yang sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau,

yang menghasilkan kuat lentur nominal terkecil.
 ΣM_{nb} = jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka pada hubungan balok kolom.

Tulangan Transversal

Tulangan transversal pada kolom berfungsi untuk mengekang daerah inti kolom. Tulangan transversal pada kolom dapat berupa tulangan spiral atau tulangan sengkang tertutup. Tulangan transversal harus dipasang sepanjang lo dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sembarang penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi sebagai akibat dari perpindahan lateral inelastis rangka.

Perencanaan Geser

Gaya geser rencana (V_e) untuk perencanaan geser kolom harus ditentukan berdasarkan gaya lentur maksimum yang dapat terjadi pada muka hubungan balok kolom pada setiap ujung komponen struktur.

Pelat

Pelat merupakan elemen horizontal struktur (struktur bidang) yang menahan beban-beban luar (beban hidup dan beban mati) dan menyalurkan ke rangka vertikal dari suatu sistem struktur. Pelat lantai yang terbuat dari beton bertulang perlu mempertimbangkan faktor beban luar, jenis perletakan/tumpuan, dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Pelat lantai yang dicetak di tempat biasanya ditumpu oleh balok-balok secara monolit, dimana balok dan pelat dicetak menjadi satu kesatuan (Dipohusodo, 1996).

Pelat Satu Arah

Tebal minimum (h_{min}) pelat satu arah ditentukan melalui tabel.

Pelat Dua Arah

Pelat dua arah tanpa balok interior yang membentang di antara dua tumpuan, tebal minimum tidak boleh kurang dari nilai berikut (SNI 2847:2013 subpasal 9.5.3.2, halaman 72):

- a. Tanpa panel drop = 125 mm
- b. Dengan panel drop = 100 mm

Program Software ETABS

Dalam program ETABS ini peraturan dan standart perencanaan sebagai berikut:

- a. Peraturan Perencanaan Tahan Gempa untuk Gedung SNI 1726 – 2013.
- b. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Gedung SNI 2847- 2013.
- c. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 1729 - 2013.
- d. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung PPPURG 1987.

Pembuatan Model

Buka program ETABS. Sebagai langkah awal sebaiknya pilih dulu jenis satuan yang akan dipergunakan sesuai keinginan. Hal ini hanya untuk kemudahan saja, walaupun nanti tetap dapat dirubah sewaktu-waktu. Namun satuan ini akan menjadi standar (default) bagi ETABS untuk melakukan analisis. Untuk pembuatan model saat ini gunakan satuan kg-cm (untuk kemudahan), satuan yang digunakan dapat dirubah setiap saat.

Input Data Material

Langkah selanjutnya adalah menentukan material properties, seperti yang telah disebutkan pada data-data desain.

Input Data Dimensi Balok dan Kolom

Penentuan dimensi balok dan kolom di atas adalah menggunakan cara pendekatan saja, untuk diberikan sebagai input pada perhitungan ETABS.

Input Data Pelat

Untuk mendefinisikan ukuran pelat pada ETABS, pilih menu Define, Wall/Slab/Deck Sections, Add New Slab. Beri nama pelat yang akan dipakai, ganti material yang dipakai untuk pelat dengan concrete dan ganti ukuran tebal pelat sesuai dengan perencanaan.

Denah Balok, Kolom dan Pelat Menggambar Kolom

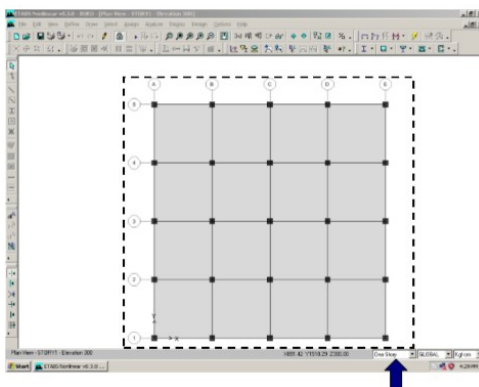
Untuk memulai menggambar kolom dilakukan dengan cara pilih menu Draw, Draw Line Objects, Create Columns in Regions or at Click. Cara lain dengan klik toolbar yang berada pada layar ETABS.

Menggambar Balok

Untuk menggambar balok, pilih menu Draw, Draw Line Objects, Draw Lines. Cara lain dengan klik toolbar pada layar ETABS.

Menggambar Pelat

Penggambaran pelat dilakukan dengan cara pilih menu Draw, Draw Area Object. Properties of Object seperti pada gambar 2.13 akan muncul untuk memberikan pilihan nama pelat yang akan digambar. Pilih nama pelat yang akan digambar pada baris Property.



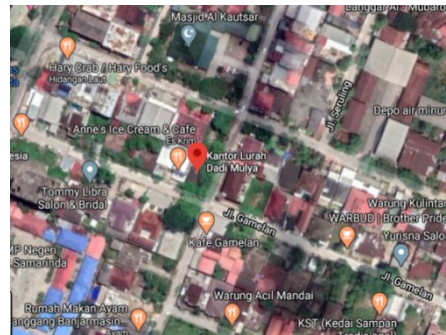
Gambar 2.25. Denah lantai Satu

Definisi Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah kumpulan dari prosedur-prosedur yang harus ditempuh dalam melaksanakan penelitian.

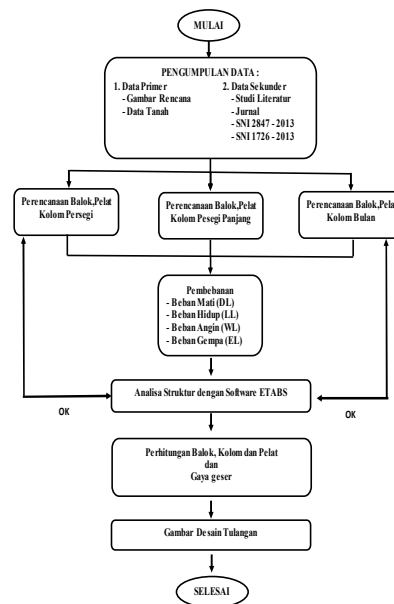
Lokasi Penelitian

Lokasi gedung Kantor Kelurahan Dadi Mulya terletak di Jl. Angklung, Kelurahan Dadi Mulya Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

Desain Penelitian



Gambar 3.2. Gambar Tahapan Perencanaan

METODOLOGI PENELITIAN

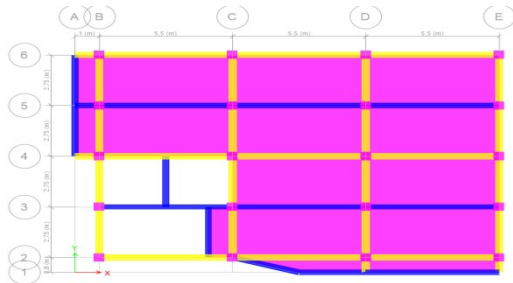
- Teknik Pengumpulan Data
- Pengumpulan Data Primer

- Pengumpulan Data Sekunder
- Teknik Analisa Data
- Waktu Penelitian

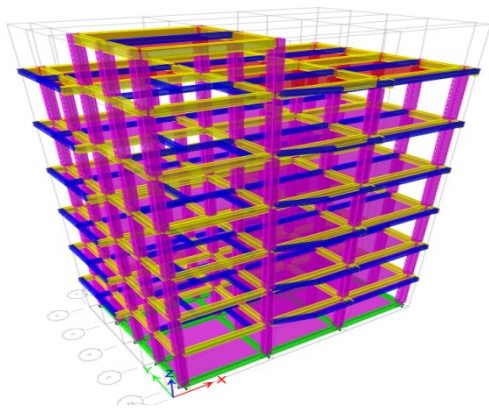
HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur

Dalam penelitian ini, sistem struktur yang digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Struktur dimodelkan 3 dimensi (portal ruang) sebagai portal terbuka dengan bantuan ETABS 2016. Berikut adalah denah bangunan yang direncanakan :



Gambar 4.1. Denah Struktur



Gambar 4.2. Permodelan struktur pada ETABS

Data Geometrik Struktur Kategori Desain Seismik (KDS) Preliminary Design

Komponen struktur yang terdapat pada bangunan ini meliputi balok, kolom dan plat akan direncanakan terlebih

dahulu dimensi awal dari komponen struktur bangunan.

Perencanaan Material

Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material beton bertulang.

Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom

Tabel 4.11 Perencanaan Dimensi Balok

Tipe Balok	L (cm)	B (cm)	H (cm)
B1	550	500	300
BA	550	300	250
SLOOF	550	400	300

Sumber : hasil analisa, 2020

Tabel 4.12 Perencanaan Dimensi Kolom

Tipe Kolom	L (cm)	B (cm)	H (cm)
K1 (Persegi)	400	450	450
K1 (Persegi Panjang)	400	600	350
K1 (Bulat)	400	500	500

Sumber : hasil analisa, 2020

Perencanaan Dimensi Pelat

A. Pelat Lantai

Adapun data dan perhitungan perencanaan dimensi balok adalah sebagai berikut :

- Data Perencanaan :
 - Rencana tebal pelat (h_f) : 12 cm
 - Bentang pelat sumbu panjang (L_y) : 275 cm
 - Bentang pelat sumbu panjang (L_x) : 550 cm
 - Balok yang tertumbu : Balok B1 500/300, BA 30/25

B. Pelat Atap

Adapun data dan perhitungan perencanaan dimensi balok adalah sebagai berikut :

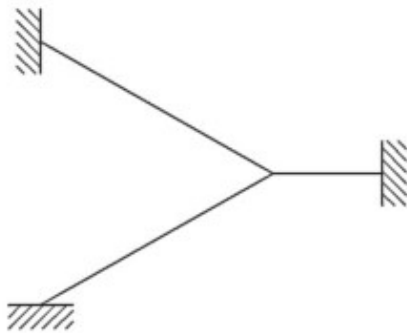
- Data Perencanaan :
 - Rencana tebal pelat (h_f) : 15 cm
 - Bentang pelat sumbu panjang (L_y) : 5500 cm

- Bentang pelat sumbu pendek (L_x) : 2750 cm
- Balok yang tertumpu : Balok B1 30/50, B3 25/30

Perencanaan Dimensi Tangga

Permodelan pada struktur tangga menggunakan aplikasi ETABS. Tangga direncanakan menggunakan perletakan jepit – jepit – jepit. Adapun data dan perhitungan perencanaan dimensi tangga adalah sebagai berikut :

- Data Perencanaan :
 - Panjang tangga : 124 cm
 - Tinggi tangga : 400 cm
 - Tinggi pelat bordes : 150 cm
 - Tebal pelat tangga : 15 cm
 - Tebal pelat bordes : 15 cm



Gambar 4.5 Mekanika perencanaan tangga

Perhitungan Beban Struktur

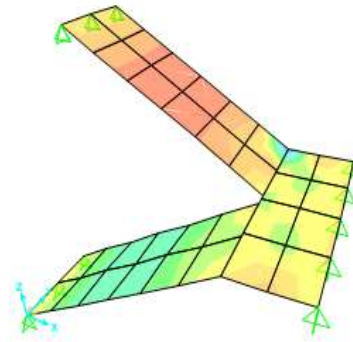
Perhitungan beban merupakan salah satu langkah yang memiliki peran penting dalam analisa struktur.

Beban pada Pelat

Pembebanan yang terdapat pada komponen struktur pelat disesuaikan dengan peraturan beban yaitu SNI 1727:2019.

Beban Pada Tangga

Karena struktur tangga merupakan salah satu komponen struktur sekunder maka direncanakan hanya menerima beban mati (D) dan beban hidup (L).



Gambar 4.8 Tegangan pada tangga akibat beban mati dan beban hidup

Beban pada Balok

Komponen struktur dinding dibebankan komponen yang berada diatas sisi komponen balok.

Tabel 4.13 Perhitungan Beban Mati Pada Balok

Jenis Beban	Berat Beban	Tinggi	Q
	(kN/m ²)	(m)	(kN/m)
Pasangan Dinding 1/2 bata	2,5	3	7,5
Pasangan Dinding 1/2 bata	2,5	4	10

Sumber : Perhitungan 2020

Beban pada Kolom

Pendistribusian beban pada kolom yaitu beban angin yang dihitung sesuai dengan lokasi gedung yaitu berlokasi di Samarinda.

Beban Lift

Lift digunakan sebagai sarana transportasi vertikal utama, yang melayani pemberhentian disetiap lantai yang dilalui.

Analisis Beban Gempa pada Struktur

Analisis beban gempa dilakukan dengan 2 cara, yaitu analisa statik ekuivalen dan dinamik respons spektrum. Seperti yang disebutkan dalam pembahasan pada bab 4.3, bahwa nilai

Kategori Desain Seismik termasuk dalam KDS D.

- Analisa Gempa Statik Ekuivalen

Perhitungan Berat Struktur

Tabel 4.15 Berat Sendiri Struktur (Kolom Persegi)

Group	Self Weight	Mass X	Mass Y	Mass Z
	kN	kg	kg	kg
All	8516,479	2463562,4	2463562,4	0
Floor 1	870,893	308460,88	308460,88	0
Floor 2	840,9984	322380,41	322380,41	0
Floor 3	840,9984	324011,96	324011,96	0
Floor 4	840,9984	319678,04	319678,04	0

Sumber : Hasil Analisa Etabs, 2020

Tabel 4.16 Lanjutan Berat Sendiri Struktur (Kolom Persegi)

Floor 5	840,9984	324104,5	324104,5	0
Floor 6	840,9984	324011,96	324011,96	0
Floor 7	763,4993	139286,74	139286,74	0
Floor 8	148,4182	20717,65	20717,65	0

Sumber : Hasil Analisa Etabs, 2020

Tabel 4.17 Berat Sendiri Struktur (Kolom Persegi Panjang)

Group	Self Mass kg	Self Weight kN	Mass X kg	Mass Y kg	Mass Z kg
All	0	8597,79	2471853,5	2471853,5	0
Floor 1	0	870,893	308460,88	308460,88	0
Floor 2	0	839,514	322229	322229	0
Floor 3	0	839,514	323860,54	323860,54	0
Floor 4	0	839,514	319526,62	319526,62	0
Floor 5	0	839,514	323953,08	323953,08	0
Floor 6	0	839,514	323860,54	323860,54	0
Floor 7	0	762,014	139135,32	139135,32	0
Floor 8	0	148,507	20726,66	20726,66	0

Sumber : Hasil Analisa Etabs, 2020

Group	Self Mass kg	Self Weight kN	Mass X kg	Mass Y kg	Mass Z kg
All	0	8410,818	2452788	2452788	0
Floor 1	0	870,893	308460,88	308460,88	0
Floor 2	0	835,7851	321848,8	321848,8	0
Floor 3	0	835,7851	323480,35	323480,35	0
Floor 4	0	835,7851	319146,43	319146,43	0
Floor 5	0	835,7851	323572,89	323572,89	0
Floor 6	0	835,7851	323480,35	323480,35	0
Floor 7	0	758,286	138755,13	138755,13	0
Floor 8	0	147,2695	20600,51	20600,51	0

Sumber : Hasil Analisa Etabs, 2020

Tabel 4.19 Perhitungan Beban Hidup Tambahan

Jenis Beban	Beban Hidup (kN/m ²)	Lantai	Faktor Reduksi	Luas (m ²)	Beban Hidup Total (kN)
Ruang Parkir	1,92	1	0,25	121	58,1
R. Serba Guna	4,79		0,25	45,4	54,34
Σ Beban Hidup Lantai 1					112,42
Ruang Kantor	2,4	2-4	0,25	66	39,6
Ruang Rapat	4,79		0,25	30,3	36,22
R. Komputer	4,79		0,25	75,6	90,56
Σ Beban Hidup Lantai 2-5					166,39
Atap	0,96	6	0,25	193	46,32
Σ Beban Hidup Lantai 6					46,32
Atap Mesin	0,96	7	0,25	30,3	7,26
Σ Beban Hidup Lantai 7					7,26
Σ Beban Hidup Lantai					665,1525

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 4.20 Berat Struktur Gedung (Kolom Persegi)

Lt	Beban mati tambahan	Beban hidup tambahan	Berat Sendiri	Beban total
1	3108,76	112,42	870,89	4092,07
2	3257,44	166,39	841,00	4264,83
3	3257,44	166,39	841,00	4264,83
4	3257,44	166,39	841,00	4264,83
4	3257,44	166,39	841,00	4264,83
5	3257,44	166,39	841,00	4264,83
6	420,52	46,32	763,50	1230,34
7	62,62	7,26	148,42	218,30
Total				26864,84

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 4.21 Berat Struktur Gedung (Kolom Persegi Panjang)

Lt	Beban mati tambahan	Beban hidup tambahan	Berat Sendiri	Beban total
1	3079,72	112,42	870,89	4063,03
2	3257,44	166,39	854,70	4278,53
3	3257,44	166,39	854,70	4278,53
4	3257,44	166,39	854,70	4278,53
5	3257,44	166,39	854,70	4278,53
6	3257,44	166,39	854,70	4278,53
7	420,52	46,32	777,21	1244,05
8	62,62	7,26	151,69	221,57
Total				26921,31

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 4.22 Berat Struktur Gedung (Kolom Bulat)

Lt	Beban mati tambahan	Beban hidup tambahan	Berat Sendiri	Beban total
1	3079,72	112,42	870,89	4063,03
2	3257,44	166,39	835,79	4259,61
3	3257,44	166,39	835,79	4259,61
4	3257,44	166,39	835,79	4259,61
5	3257,44	166,39	835,79	4259,61
6	3257,44	166,39	835,79	4259,61
7	420,52	46,32	758,29	1225,13
8	62,62	7,26	147,27	217,15
Total				26803,37

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Periode Struktur

Periode struktur adalah peristiwa dan bergoyangnya struktur dalam 1 periode.

Koefisien Respons Seismik

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.1.1, perhitungan respons seismik C_s ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{J_e}\right)} = \frac{0,25}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,0208 g$$

Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.1, gaya geser dasar, V , dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W$$

Distribusi Beban Gempa

Arah distribusi beban gempa diterapkan secara terpisah dalam masing-masing arah dari dua arah ortogonal berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.5.2

Tabel 4.34 Rekapitulasi Gaya Gempa tiap lantai (Kolom Persegi)

Lantai	W (kN)	H (m)	k _x	k _y	C _{vx}	C _{vy}	F _x	F _y
Lt Dasar	4092	4	1,48	1,36	31996	26962	23,62	33,64
Lt 1	4265	8	1,48	1,36	93247	72128	68,82	89,98
Lt 2	4265	12	1,48	1,36	170164	125195	125,60	156,19
Lt 3	4265	16	1,48	1,36	260743	185142	192,45	230,97
Lt 4	4265	20	1,48	1,36	363061	250785	267,97	312,87
Lt 5	1230	24	1,48	1,36	137268	92707	101,32	115,66
Lt 6	218	27	1,48	1,36	29005	19306	21,41	24,09
Total	21151,38				1085484,17	772225,38	801,18	963,39

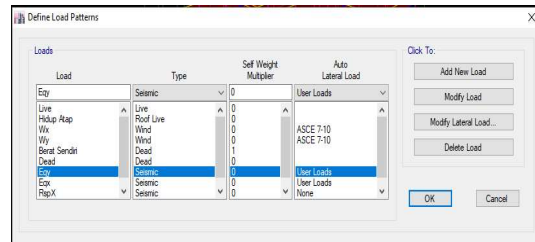
Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 4.39 Perhitungan Gaya Gempa Arah X dan Y Kolom Bulat

Lantai	F _x	30% F _x	F _y	30% F _y
Lt 1	22,652	6,795	37,025	11,108
Lt 2	66,982	20,095	97,315	29,195
Lt 3	122,855	36,857	166,601	49,980
Lt 4	188,930	56,679	243,976	73,193
Lt 5	263,803	79,141	327,982	98,395
Lt 6	99,666	29,900	120,131	36,039
Lt 7	21,069	6,321	24,892	7,468

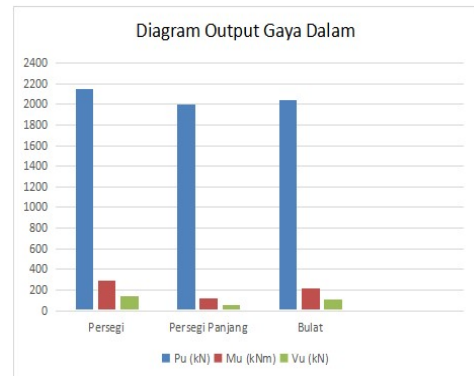
Sumber: Hasil Analisa, 2020

Input Beban Gempa Statik



Gambar 4.9 Pendefinisian Beban Gempa Statik

- Analisa Gempa Dinamik Respons Spektrum
- Input Respon Spektrum Gempa Rencana
- Analisa Ragam Respon Spektrum
- Kontrol Partisipasi Massa
- Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum
- Simpangan Struktur



Gambar 4.15 Output Gaya Dalam

Perhitungan Komponen Struktur

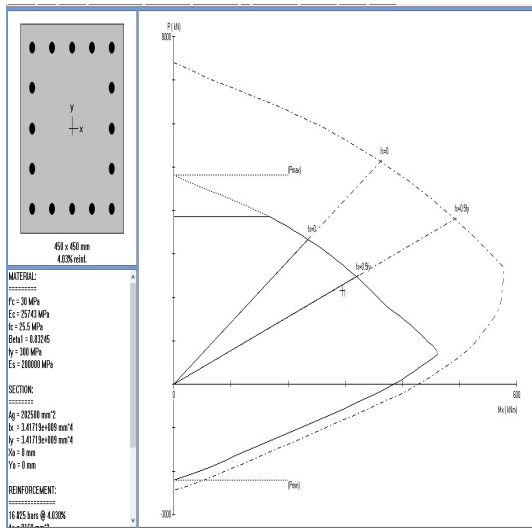
- Komponen Struktur Balok
- Tipe Balok
- Perhitungan Tulangan
- Tulangan Momen Positif
- Tulangan Momen Negatif
- Tulangan Geser
- Persyaratan Komponen Struktur Kolom SNI 2847-2019

a) Nilai P_u harus lebih besar dari $A_g f_c / 10$ (SNI 2847:2013 pasal 21.6.1)

$$A_g f_c / 10 = (450 \times 450) \times 30 / 10 = 607,5 \text{ kN}$$

- $P_u > A_g f_c / 10 \rightarrow \text{Ok!}$
- b) Dimensi penampang kolom terpendek tidak boleh kurang dari 300 mm. (SNI 2847:2013 pasal 21.6.1.1) $\rightarrow \text{Ok!}$
- c) Rasio dimensi penampang terpendek terhadap penampang tegak lurusnya tidak kurang dari 0,4 (SNI 2847:2013 pasal 21.6.1.2)
- $b/h = 450 / 450 = 1,0 > 0,4 \rightarrow \text{Ok}$

Hasil dari perhitungan awal dengan program Sp-Column didapatkan rasio tulangan 4,03 % dengan diameter tulangan 16 D 25.



Gambar 4.16 Diagram Interaksi Kolom 45/45 (Kolom Persegi)

Kontrol Rasio Penulangan dan Spasi Tulangan

$$S = \frac{b_w - 2 \times \text{selimut} - 2 \times \phi - n \times D}{n - 1} \geq 25 \text{ mm}$$

$S = 42,08 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \rightarrow \text{Ok!}$

Perhitungan Tulangan Confinement Desain Tulangan Geser Resume Pembahasan Bab IV

Hasil Output ETABS yang terjadi setelah diberi pembebanan yaitu:

- Kolom Persegi memiliki nilai $P = 2150,87 \text{ kN}$ dan $M_u = 295,22 \text{ kNm}$
- Kolom Persegi Panjang memiliki nilai $P = 2000,38 \text{ kN}$ dan $M_u = 116,48 \text{ kNm}$
- Kolom Bulat memiliki nilai $P = 2042,07 \text{ kN}$ dan $M_u = 210,51 \text{ kNm}$

Hasil analisa tulangan kolom dengan menggunakan software SP Column yaitu

- Kolom Persegi memiliki tulangan utama 16 D 25 dan tulangan sengkang $\emptyset 10 - 150$
- Kolom Persegi Panjang memiliki tulangan utama 12 D 25 dan tulangan sengkang $\emptyset 10 - 150$
- Kolom Bulat memiliki tulangan utama 12 D 25 dan tulangan sengkang $\emptyset 10 - 150$

Berdasarkan hasil analisis static ekuivalen dan analisis ragam spektrum simpangan struktur yang terjadi yaitu :

- Kolom persegi arah X = 14,655 mm dan arah Y = 83,546 mm
- Kolom persegi panjang arah X = 4,632 mm dan Arah Y = 18,354 mm
- Kolom Bulat arah X = 11,311 mm dan arah Y = 68,587 mm

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah menganalisis struktur gedung sekolah menggunakan metode analisis pushover, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam Perhitungan Struktur terdapat beberapa pembebanan yaitu beban mati dan beban hidup. Adapun pembebanan dalam perhitungan struktur ini yaitu
 - Beban Mati Pada Pelat Atap $Q_d = 0,85 \text{ kN/m}^2$
 - Beban Mati Pada Pelat Lantai $Q_d = 1,89 \text{ kN/m}^2$
 - Beban Mati Pada Lantai Base $Q_d = 1,29 \text{ kN/m}^2$

- Beban Mati Pada Balok
Qd = 10 kN/m²
- Beban Hidup
 - Ruang Rapat = 4,79 kN/m²
 - Ruang Kantor = 2,40 kN/m²
 - Ruang Komputer = 4,79 kN/m²
 - Ruang Serba Guna = 4,79 kN/m²
 - Ruang Parkir = 1,92 kN/m²
 - Dak Atap = 0,96 kN/m²

Berdasarkan Hasil Output ETABS yang terjadi setelah diberi pembebanan dapat diketahui kinerja struktur sebagai berikut :

- Kolom Persegi memiliki nilai P = 2150,87 kN dan Mu = 295,22 kNm
- Kolom Persegi Panjang memiliki nilai P = 2000,38 kN dan Mu = 116,48 kNm
- Kolom Bulat memiliki nilai P = 2042,07 kN dan Mu = 210,51 kNm

2. Hasil analisa kolom dengan menggunakan software SP Column yaitu:

	Tulangan Utama	Tulangan Geser
Persegi (450 x 450 mm)	16 D 25	Ø10 - 150
Persegi Panjang (600 x 350 mm)	12 D 25	Ø10 - 150
Bulat (d 500 mm)	12 D 25	Ø10 - 150

Sumber : Hasil Analisa, 2020

3. Berdasarkan hasil analisis static ekuivalen dan analisis ragam spektrum simpangan struktur yang terjadi yaitu :
- Kolom persegi arah X = 14,655 mm dan arah Y = 83,546 mm
 - Kolom persegi panjang arah X = 4,632 mm dan Arah Y = 18,354 mm
 - Kolom Bulat arah X = 11,311 mm dan arah Y = 68,587 mm

Saran

Adapun saran dalam tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka evaluasi dapat dilanjutkan dengan analisa time history.
2. Memperhatikan parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses analisis struktur dengan bantuan program software, agar hasil analisis akurat dan sesuai dengan kondisi yang terjadi akibat gempa.

Daftar Pustaka

Arifin, Zainal. 2015. *Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis* . Vol. 3, No. 3, Hal:427 - 440 (ISSN:2303-0011)

Anonim. 2002. SNI 03-2847-2002. *Tata cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*

Anggraheni, Widodo. 2017. *Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertingkat Banyak Berdasarkan Perbandingan Analisis Respon Spektrum Dan Dinamik Riwayat Waktu* . Teknisia, Volume XXII, No. 1

Ariadi, Deni. 2014. *Respon Struktur Akibat Beban Seismik Pada Gedung Dengan Model Penampang Struktur Kolom Tak Seragam*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Chasanah, Ummi. dkk. 2016. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Hotel Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 19, No. 1, 80-89. Yogyakarta

Dewi, Sari Utama. 2018. *Analisa Perencanaan Struktur Beton Gedung Kuliah Kampus 2 Iain Kota Metro Menggunakan Program Etabs*. Jurnal Neo Teknika Vol. 2 No. 1., Juni 2016, hal. 37-47. Semarang.

Ertanto, Riskiawan. 2010. *Analisa Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung Dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil.

Faimun. 2017. *Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung*. Jurnal Teknik Its Vol. 6, No. 1.

Febbrian, Donny Baiquny. dkk. 2014. *Evaluasi kinerja gaya gempa pada gedung bertingkat dengan Analisis respon spektrum berdasarkan baseshare, Dispalacement, Dandrift meggunakan software etabs (Studikasuk:Hoteldidaerahkaranganyar)*. E-Jurnal matriks teknik sipil vol.2 No.2.

Honarto, Ricky Januar. 2019. *Perencanaan Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2

<http://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTSP&page=article&op=view&path%5B%5D=8192>, Padang.

<https://iwanfaizal99.blogspot.com/2014/09/beban-hidup-beban-mati-padastruktur.html>

- <http://blog.unnes.ac.id/muhammadzainrais/2015/11/18/gaya-gaya-pada-materialstruktur-di-bidang-teknik-sipil/>
- H. Kusuma, Gideon, dkk. 1993. *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*. Jakarta: Erlangga
- Ikhlas, Fajri Muhammad., Yurisman., Gusnedi. 2016. *Perencanaan Struktur Gedung Rangka Baja Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (Moment Resisting Frames)*, vol. 1 no. 2.
- Krisnamurti. 2009. *Metode Analisis Struktur Akibat Beban Gempa*. Penerbit Jember University Press, Jember.
- Krisnamurti. 2010. *Pengaruh Luas Tulangan Pada Balok dan Kolom Terhadap Mekanisme Keruntuhan Portal Beton Bertulang Akibat Gempa*. Jurnal Rekayasa. Vol. 7 No.1.
- Kusuma, Gideon. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Erlangga, Jakarta.
- Lesmana, Hendra Ardi. Dkk. 2010. *Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Perkuliahan 7 Lantai Universitas Tanjungpura Pontianak*. Pontianak.
- Masagala, Algazt Arsyad. dkk. 2016. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4: Studi Kasus Gedung Baru Kampus I Universitas Teknologi Yogyakarta*. Semesta Teknika Vol. 19, No. 1. Yogyakarta.
- Mallisa, Zet. 2008. *Perencanaan Struktur Tahan Gempa Dengan Metode Drift Spektra*. Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 1,
- Nelwan, Intan Tiara. 2018. *Respon Dinamis Bangunan Bertingkat Banyak Dengan Soft First Story Dan Penggunaan Braced Frames Element Terhadap Beban Gempa*. Sipil Statik Vol.6 No.3
- Nofrizal, Yurisman Apwiddhal. 2003. *Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran Tiga Lantai Menggunakan Beton Bertulang Jalan Bypass Kota Padang*. Universitas Bung Hatta.
- Priyono, Aris.dkk. 2014. *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis Respons Spektrumditinjau Padadrift Dan Displacementmenggunakan Software Etabs*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Purwono, R. dkk. 2007. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Jakarta: ITS press
- Riza, M. Miftakur. 2010. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung Dengan ETABS*. ARS Group Azza Reka Struktur.
- Rizki, Nandani Putra. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat*. Kajian Teknik Sipil Vol.2 No.2
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, Erlangga, Jakarta.
- SNI 1727-2013, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1727-1989, *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan*
- Wang, C.K., dkk. 1994. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
- Wahono, Arif. 2010. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Dengan Menggunakan Soft Ware Sap 90 Dan Staad Pro Dalam Kajian Srtuktur Portal Dua Dimensi*. Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem , Vol. 11 No. 3
- Zebua, Alfian Wiranata. 2018. *Analisis Gaya Gempa Bangunan Rumah Tinggal Di Wilayah Gempa Tinggi*. Teknik Sipil Siklus, Vol. 4, No. 1,