

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL 14 (EMPAT BELAS) LANTAI DI SRAGEN

*Wahyu Dwi Nur Cahyo¹, Kusdiman Joko Priyanto², Ir. Sri Haryono³

Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

^{*)}Email : amatdwi002@gmail.com

ABSTRACT

The limited available land in Sragen City makes development in the vertical direction more efficient. The construction of high-rise buildings themselves has a large earthquake risk. This is the background of this Final Project entitled "Structural Planning of a 14-Floor Hotel Building". Tall buildings must be designed to withstand earthquakes using a structural configuration of the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) in accordance with SNI 03 – 1726 – 2012, as well as dimensions that meet the requirements. The building calculation stage itself includes the planning of the loads acting on the structure, the planning of the superstructure of the building which includes plates, beams, columns, stairs and shearwall, as well as the planning of the substructure, namely the foundation. The result of planning this hotel building is a structure that is strong and safe against earthquakes and internal forces (bending moment, shear force, normal force, and torsion) that occur in the structural elements.

Keywords: Special Moment Bearing Frame System; Concrete quality; Building Planning.

ABSTRAK

Sempitnya lahan yang tersedia di Kota Sragen mengakibatkan pembangunan ke arah vertikal menjadi lebih efisien. Pembangunan gedung tinggi sendiri memiliki resiko gempa yang besar. Hal tersebut melatar belakangi Tugas Akhir ini yang berjudul "Perencanaan Struktur Gedung Hotel 14 Lantai". Gedung yang tinggi harus didesain tahan terhadap gempa dengan menggunakan konfigurasi struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan SNI 03 – 1726 – 2012, serta dimensi yang sudah memenuhi syarat. Tahapan perhitungan gedung sendiri mencakup perencanaan beban-beban yang bekerja pada struktur, perencanaan struktur atas gedung yang meliputi pelat, balok, kolom, tangga dan *shearwall*, serta perencanaan struktur bawah yaitu pondasi. Hasil dari perencanaan gedung hotel ini adalah struktur yang kuat dan aman terhadap gempa serta gaya gaya dalam (momen lentur, gaya lintang, gaya normal, dan torsi) yang terjadi pada elemen-elemen struktur.

Keywords: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus; Mutu beton; Perencanaan Gedung.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan sebuah kota atau daerah dapat dilihat dari sarana pembangunan insfratuktur yang lengkap, mengacu pada daerah perencanaan ini terletak di sekitar area kabupaten Sragen yang notabennya memiliki potensi di sektor wisata budaya yang sangat mendominasi, pembangunan gedung bertingkat dalam hal ini adalah hotel dapat memenuhi kebutuhan manusia dalam ruang geraknya terutama menemukan tempat singgah sementara untuk kepentingan pekerjaan maupun wisata. Gedung bertingkat atau bangunan vertical perlu mempertimbangkan dua aspek utama dalam pada perencanaan bangunan komersial, yaitu efisien dan kenyamanan. Dua aspek ini secara keseluruhan akan mempengaruhi keputusan sebuah rancangan hotel dengan melihat kepentingan konsumen hotel yang menjadi sasaran hotel tersebut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merencanakan struktur pada gedung Hotel sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia)
2. Bagaimana kekuatan gedung dalam menahan beban mati, hidup dan Beban gempa?

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan struktur Gedung hotel sesuai dengan kriteria desain struktur gedung.
2. Perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726:2019 tentang peraturan perencanaan ketahanan gempa indonesia untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
3. Pembebanan struktur gedung mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung SNI 1727-2013

4. Perhitungan struktur beton menggunakan SNI 2847:2019 Tentang Pedoman Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
5. Analisis struktur menggunakan program Ms. Excel dan SAP 2000 V.22. Perhitungan analisis struktur dengan menggunakan program bantuan komputer.

Tujuan Masalah

Dari maksud penjelasan diatas tujuan perencanaan struktur bangunan gedung Hotel adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan struktur bawah dan atas Gedung 14 lantai yang sesuai dengan peraturan spesifikasi berikut:
 - a. Perencanaan pondasi
 - b. Perencanaan sloof
 - c. Perencanaan kolom
 - d. Perencanaan balok induk dan anak
 - e. Perencanaan plat lantai dan plat atap
2. Dapat merencanakan bangunan gedung bertingkat 14 lantai yang konstruksi/strukturnya sesuai dengan kondisi lapangan.
3. Dapat merencanakan perhitungan struktur menggunakan software SAP2000.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Menurut buku "*Perencanaan Struktur Beton Bertulang*" oleh Agus Setiawan, dalam sebuah proses perencanaan suatu desain struktur beton bertulang dilakukan secara dua tahapan, yakni (1) menentukan gaya-gaya yang bekerja pada struktur dengan menggunakan metode analisis serta (2) menentukandimensi dari setiap penampang elemen struktur secara ekonomis dengan mempertimbangkan aspek keamanan, stabilitas, kemampuanlayar, dan fungsi dari sebuah struktur yang akan direncanakan tersebut. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah keseluruhan struktur yang memiliki tingkat daktilitas tinggi perlu dilakukan pendetailan secara khusus, antara lain dibagian balok, kolom, maupun pertemuan balok dan kolom (*Bangkit, Andriyulianto, 2016*).

Elemen-Elemen Struktur Beton Bertulang

Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban- beban tersebut menumpu pada elemen elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan itu sendiri (*Rachmat- Arsitektur, 2011*). Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Supaya suatu bangunan yang menggunakan struktur beton bertulang dapat berfungsi dengan baik, maka haruslah mendesain dengan memperhatikan komposisi tiap elemennya dengan baik dan benar. Pada suatu struktur beton bertulang dikenal beberapa jenis, yaitu sebagai berikut : plat lantai, balok, kolom, dinding geser (*Share wall*).

a. Plat Lantai

Plat lantai adalah struktur yang pertama kali menerima beban mati maupun beban hidup yang kemudian akan disalurkan menuju sistem struktur rangka yang lain. Tebal plat pada umumnya jauh lebih kecil dari pada ukuran panjang maupun lebarnya. Untuk persyaratan dalam merencanakan struktur balok terdapat dalam SNI 2847-2013, Pasal 9.5.3.

b. Balok

Balok adalah salah satu bagian dari sebuah struktur bangunan yang dirancang untuk memikul dan mentransfer beban menuju elemen- elemen kolom penopang. Untuk persyaratan dalam merencanakan struktur balok terdapat dalam SNI 2847-2013, Pasal 21.5.

c. Kolom

Kolom termasuk struktur utama sebuah bangunan yang digunakan untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak roboh. Kolom adalah batan tekan *vertical* dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (*Sudarmoko, 1996*). Untuk persyaratan dalam merencanakan struktur balok terdapat dalam SNI 2847-2013, Pasal 21.6.

d. Dinding Geser atau *Shear Wall*

Dinding geser adalah sebuah elemen struktur bangunan yang berbentuk berupa dinding beton bertulang yang berfungsi sebagai penahan gaya geser, gaya lateral akibat gempa bumi atau gaya lainnya pada struktur gedung bertingkat tinggi *High Rise Building*. Syarat tebal dinding geser atau *shear wall* menurut SNI 2847-2013 Pasal 14.5.3.1 yakni tebal dinding penumpu tidak boleh kurang dari $1/25$ tinggi atau panjang bentang tertumpu, yang mana lebih pendek atau kurang dari 100 mm. Dalam perencanaan ini digunakan *pile cap* untuk merencanakan tiang pancang dengan meninjau gaya geser dan penulangan momen lentur.

Pondasi

Pondasi merupakan bagian dari salah satu elemen struktur pada suatu bangunan gedung yang terletak pada bagian dasar struktur (*sub-structure*) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur (*upper-structure*) ke lapisan tanah yang berada dibagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan (*settlement*) tanah atau pondasi yang berlebihan. Persyaratan mengenai perencanaan pondasi diatur dalam SNI 8460-2017 Pasal 9.4.1

SAP 2000

SAP2000 merupakan salah satu program analisis struktur yang lengkap dan akurat. Prinsip utama penggunaan program ini adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis, dan pemeriksaan optimasi desain, yang semuanya dilakukan dalam satu langkah atau satu tampilan. Tampilan berupa model secara real time sehingga memudahkan penggunaan untuk melakukan pemodelan secara menyeluruh dalam waktu singkat dan hasil yang tepat.

Output yang dihasilkan juga dapat ditampilkan sesuai dengan kebutuhan baik berupa model struktur, grafik maupun *spreadsheet*. Semuanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan untuk penyusunan laporan analisis dan desain. Analisis SAP2000 menggunakan *finite element method* baik untuk *static analysis* maupun untuk *dynamic analysis*. Semuanya terintegrasi dalam satu paket yang dilengkapi dengan beberapa database untuk keperluan analisis dan desain seperti database tampang struktur untuk berbagai bentuk.

3. METODE PERENCANAAN

Metode Perencanaan

1. Pengumpulan Data

Beberapa data-data yang dikumpulkan untuk melakukan perencanaan bangunan gedung tersebut, meliputi : desain denah struktur, data sondir lokasi yang telah ditentukan, dan peraturan-peraturan serta buku penunjang yang berisikan landasan perencanaan struktur.

2. Preliminary Design

Dalam menentukan besaran dimensi dari tiap-tiap penampang elemen struktur yang terdapat dalam bangunan gedung yang akan direncanakan, menggunakan acuan SNI 2847-2013.

3. Pemodelan Struktur

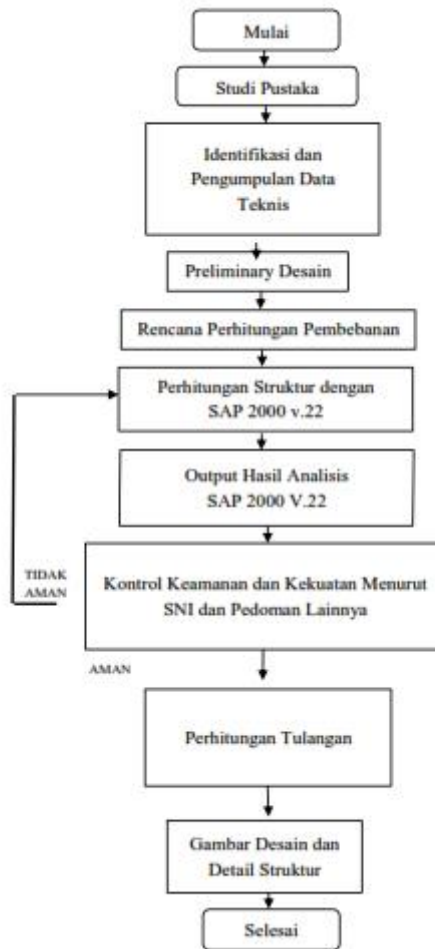
Struktur yang telah diketahui data-data perencanaannya yang meliputi : material, dimensi penampang struktur, dan juga beban rencana yang akan bekerja pada struktur. Akan divisualisasikan melalui pemodelan struktur dengan bantuan program *SAP2000 v.22*.

4. Perhitungan Pembebanan

Pembebanan yang digunakan yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Peraturan yang digunakan dalam perhitungan beban mati, beban hidup adalah SNI 1726:2019 dan SNI 1727-2013.

5. Kontrol dan Cek Persyaratan

Apabila beberapa langkah-langkah diatas telah ditempuh dan juga telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka selanjutnya harus dituangkan kedalam gambar rencana struktur tersebut. Akan tetapi, apabila pada hasil akhir yang didapatkan belum sesuai dengan persyaratan, maka harus diperiksa dan disesuaikan kembali perhitungannya dengan mengikuti langkah- langkah yang telah dicantumkan hingga memenuhi persyaratan.



Gambar 1 Diagram Alir Metode Perencanaan

Lokasi Perencanaan

Lokasi Perencanaan Struktur Bangunan Hotel 14 Lantai yaitu di Gambiran Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Beberapa data spesifik perihal letak dan juga batas-batas pada lokasi tempat perencanaan gedung ini, antara lain :

1. Lintang : -7.43221612
2. Bujur : 110.99801864
3. Sebelah Utara : SMK Dian Kirana
4. Sebelah Timur : Kejaksaan dan Pengadilan Agama
5. Sebelah Selatan : Pemukiman Penduduk
6. Sebelah Barat : Jembatan Mungkung

4. PEMBAHASAN

Perhitungan Beban Mati Dan Beban Hidup

Beban yang bekerja pada struktur terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa dinamis ragam spektrum respons. Beban gempa dinamis ragam spektrum respons yang digunakan mengacu pada Standar Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-17262012).

1. Spesifikasi komponen serta material dari model struktur gedung dalam analisis ini adalah sebagai berikut :

Tebal Keramik = 1 cm

Tebal spesi = 3 cm

Tebal Pasir = 2 cm

2. Berat sendiri bahan bangunan berdasarkan SNI -1727-1989, sebagai berikut:

Beton bertulang = 2400 kg/m³

Dinding Pasang Bata = 1700 Kg/m²

Pasir = 1800 Kg/m³

Spesi = 21 Kg/m²

Aspal = 14 Kg/m²

Plafond = 11 Kg/m²

Penggantung Langit-Langit = 7 Kg/m²

Partisi = 20 Kg/m²

Instalasi Listrik (asumsi) = 7 Kg/m

Berat plumbing = 10 Kg/m

3. Beban hidup berdasarkan SNI 1727:2013 tabel 4-1 , sebagai berikut:

Beban hidup atap = 100 Kg/m²

Beban hidup lantai (Ruang pribadi yang melayani mereka)= 196 Kg/m²

Beban air hujan = 20 kg/m

Pemodelan Struktur

Berdasarkan data yang dimiliki di bab sebelumnya dilakukan pemodelan kembali dengan menggunakan software SAP 2000 v.22. Struktur eksisting dimodelkan dalam bentuk tiga dimensi (3D) seperti terlihat pada Gambar 4.1. Pemodelan dilakukan secara tiga dimensi (3D) agar perilaku struktur yang dianalisis dapat lebih mendekati kondisi sebenarnya. Data struktur perencanaan :

Kategori gedung : Hotel

Tinggi bangunan : 57 m

Lebar bangunan : 48 m

Panjang bangunan : 48 m

Mutu Beton $f'c$: 35 MPa

Mutu Baja Tulangan

Tul. Utama f_y : 400 Mpa

Tul. Geser f_y : 240 Mpa

Kombinasi Pembebanan

Struktur gedung dirancang mampu menahan beban mati, hidup, dan gempa sesuai SNI Gempa 03-1726-2012 Pasal 4.2.2. Kombinasi pembebanan yang digunakan sebagai berikut :

1. 1,4D

2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)

3. 1,2D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5 W)

4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)

5. 1,2D + 1,0E + 1,0L

6. 0,9D + 1,0W

7. 0,9D + 1,0E

Keterangan :

D : beban mati (*dead load*), meliputi berat sendiri gedung (*self weight*, SW) dan beban mati tambahan (*superimposed dead load*, D)

L : beban hidup (*live load*), tergantung fungsi gedung

E : beban gempa (*earthquake load*), ditinjau terhadap gempa statis (EX, EY), dan gempa dinamis (EQX, EQY)

Analisa Perhitungan Perencanaan

Perhitungan Pelat

Dalam perhitungan plat atap maupun plat lantai meliputi beberapa data yang dibutuhkan seperti data perencanaan, data pembebanan, beban berfaktor, perhitungan momen plat, perhitungan tulangan tumpuan, tulangan lapangan, dan tulangan geser.

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk plat :

a. Dasar Perencanaan

- Mutu Beton $f'c$ = 35 MPa

- Mutu Baja

- BJTD = 400 MPa
- BJTP = 240 MPa
- Tebal Pelat = 12 cm = 1,2 m
- Beban Hidup = 116 Kg/m²
- Beban Mati = 43,3 Kg/m²
- Berat Berfaktor = 1,2 Q_{DL} + 1,6 Q_{LL}
= 1,2 (43,3) + 1,6 (116)
= 237,56 Kg/m²

b. Perhitungan Momen Pelat Atap

- L_x = 4 m
- L_y = 4 m
- L_y/L_x = 4 / 4 = 1

Perhitungan Balok

Untuk menghitung tulangan pada balok membutuhkan hasil *output* dari *software* SAP2000 V19.

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk balok

1. Balok Induk (B1)

Data perencanaan :

- Lebar Balok, b = 350mm
- Tinggi Balok, h = 600mm
- Panjang Balok, L = 6000mm
- Tulangan = 32mm
- Tulangan, BJTP = 12mm
- Selimut Beton, Cc = 40mm
- Kuat Tekan Beton, f_c = 35Mpa
- Kuat Leleh Baja, f_y, BJTD = 400Mpa
- Kuat Leleh Baja, f_y, BJTP = 240MPa
- Tinggi Efektif Sloof, d = 532 mm
- Panjang Kolom, C1 = 800mm
- Lebar Kolom, C2 = 800mm
- L_n = L - C1
= 6000 - 800
= 5200 mm

2. Balok Anak (B2)

Data perencanaan :

- Lebar Balok, b = 350mm
- Tinggi Balok, h = 600mm
- Panjang Balok, L = 6000mm
- Tulangan = 32mm
- Tulangan, BJTP = 12mm
- Selimut Beton, Cc = 40mm
- Kuat Tekan Beton, f_c = 35Mpa
- Kuat Leleh Baja, f_y, BJTD = 400Mpa
- Kuat Leleh Baja, f_y, BJTP = 240MPa
- Tinggi Efektif Sloof, d = 532 mm
- Panjang Kolom, C1 = 800mm
- Lebar Kolom, C2 = 800mm
- L_n = L - C1
= 6000 - 800
= 5200 mm

Perhitungan Kolom

Untuk menghitung tulangan pada kolom membutuhkan hasil *output* dari *software* SAP2000 V19.

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk kolom :

1. Kolom K1

Data Perencanaan

- Lebar Kolom, b = 800 mm
- Tinggi Kolom, h = 800 mm
- Panjang Kolom, L = 5000 mm
- Ø Tulangan Logitudinal, db = 32 mm
- Ø Tulangan Logitudinal, ds = 12 mm
- Selimut Beton, Cc = 40 mm
- Kuat Tekan Beton, fc = 35 Mpa
- Kuat Leleh Baja, fyd = 400 Mpa
- Kuat Leleh Baja, fyp = 240 Mpa
- Tinggi Efektif Kolom, d = 732 mm

2. Kolom K2

Data Perencanaan

- Lebar Kolom, b = 750 mm
- Tinggi Kolom, h = 750 mm
- Panjang Kolom, L = 4000 mm
- Ø Tulangan Logitudinal, db = 28 mm
- Ø Tulangan Logitudinal, ds = 12 mm
- Selimut Beton, Cc = 40 mm
- Kuat Tekan Beton, fc = 35 Mpa
- Kuat Leleh Baja, fyd = 400 Mpa
- Kuat Leleh Baja, fyp = 240 Mpa
- Tinggi Efektif Kolom, d = 684 mm

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan perancangan struktur yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir “Struktur *Space Frame* Sebagai Komponen Pembentuk Estetika Pada Perencanaan Tribun Sirkuit Di Desa Tambangan Kecamatan Mijen Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah” maka didapat beberapa *point* kesimpulannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Struktur Pelat

a. Pelat Lantai (Tebal 12 cm)

- Tulangan tumpuan arah X = Ø12 – 240 mm
- Tulangan tumpuan arah Y = Ø12 – 240 mm
- Tulangan lapangan arah X = Ø12 – 240 mm
- Tulangan lapangan arah Y = Ø12 – 240 mm

2. Perhitungan Struktur Balok

a. Balok B₁ (600 x 300 mm)

- Tulangan tumpuan atas = 5 D 32
- Tulangan tumpuan bawah = 2 D 32
- Tulangan geser tumpuan = Ø12 – 240
- Tulangan lapangan atas = 2 D 32
- Tulangan lapangan bawah = 5 D 32
- Tulangan geser lapangan = Ø12 – 200
- Tulangan badan = 2 D 12

b. Balok Anak (400 x 200 mm)

- Tulangan tumpuan atas = 2 D 19
- Tulangan tumpuan bawah = 2 D 19
- Tulangan geser tumpuan = Ø10 – 110

- Tulangan lapangan atas = 2 D 19
- Tulangan lapangan bawah = 2 D 19
- Tulangan geser lapangan = $\emptyset 10 - 110$
- 3. Perhitungan Struktur Kolom
 - a. Kolom K₁ (800 x 800 mm)
 - Tulangan memanjang = 12 D 32
 - Tulangan geser = $\emptyset 12 - 200$

Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dalam melakukan perancangan sebuah bangunan struktur diharapkan untuk menggunakan bantuan *software* yang tersedia seperti : SAP2000 V.21, *AutoCad 2021*, *Microsoft Excel 2013*, lain agar mudah untuk menggambar, menghitung, dan menganalisa struktur dan juga menggunakan peraturan SNI yang masih berlaku.
2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh kondisi tanah yang berbeda untuk mengetahui perilaku struktur secara akurat.
3. Pada penelitian selanjutnya struktur di desain dengan sistem ganda untuk menambah kekakuan struktur.
Dalam melakukan analisis perencanaan struktur menggunakan program SAP2000 v.21, hendaknya lebih teliti dalam memasukan data-data perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Pedoman Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (SNI 2847-2013)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460-2017)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa Indonesia Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. (SNI 84602017)*. Jakarta.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847-2013)*. Jakarta : Erlangga.
- Pamungkas, Anugrah dan Erny Harianti. 2018. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta : CV.Andi Offset.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II: Gadjah Mada University Press*.
- Bangkit, Andriyulianto. 2016. *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Fave Solo Baru*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Nandi, 2006. *Geologi Lingkungan Gempa Bumi*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Prasetyo, Rony Eko. 2020. *Perencanaan Struktur Gedung Mall Dan Apartemen 12 (Dua Belas) Lantai Di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah*. Surakarta : Universitas Tunas Pembangunan.
- Yusti, Andi. 2014. *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan Capwap*. Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung..