

TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel NEO



Disusun oleh:

Maradhika Fauzy 5113412001

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

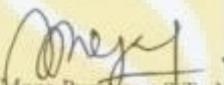
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir dengan judul "Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel NEO"
telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

Semarang, Oktober 2016

Dosen Pembimbing I

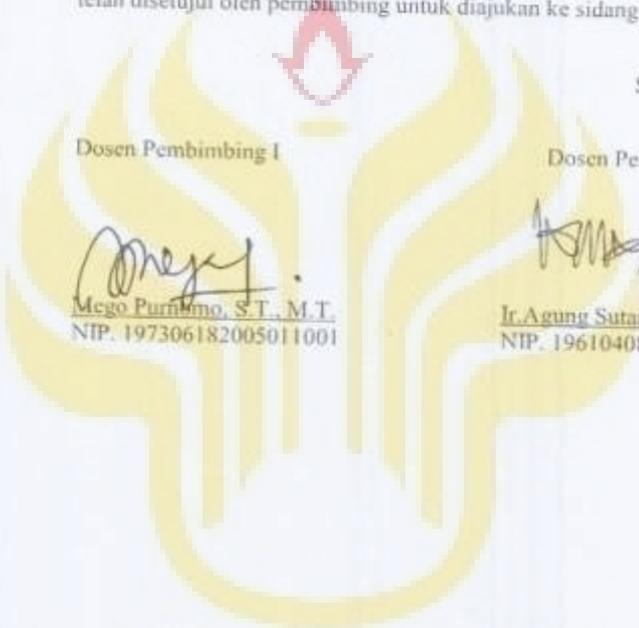
Dosen Pembimbing II



Mego Purnomo, S.T., M.T.
NIP. 197306182005011001



Ir. Agung Sutarto, M.T.
NIP. 196104081991021001



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul "Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel NEO " telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Tugas akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 3... bulan... tahun 2016

Oleh

Nama : Maradhika Fauzy
NIM : 5113412001
Program Studi : Teknik Sipil S1

Panitia :

Ketua

Sekretaris

Dra. Sri Handayani, MPd
NIP. 19671108 199103 2 0001

Dr. Rini Kusumawardani S.T.,M.T.,M.Sc
NIP. 19780921 200501 2 001

Dewan Penguji

Penguji I

Penguji II/Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II

Endah Kanti Rongestuti, S.T.,M.T.
NIP. 19720709 199803 2 003

Mego Purmomo, S.T.,M.T.
NIP. 19730618 200501 1 001

Ir. Agung Sutarto, M.T.
NIP. 19610408 199102 1 001



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

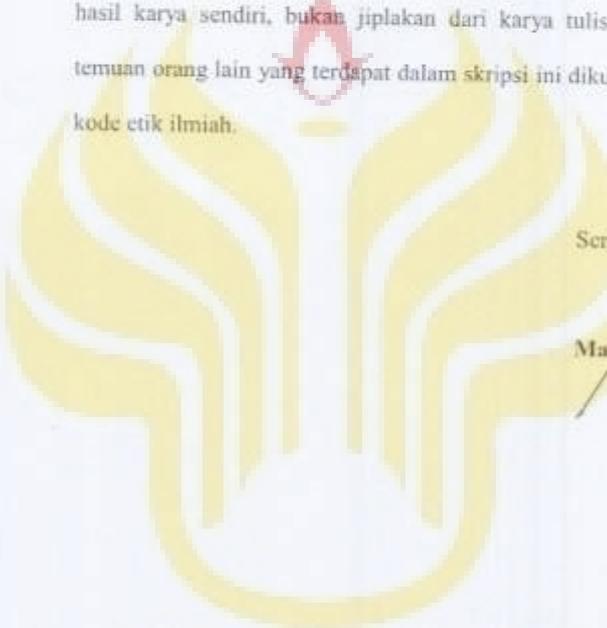
Dr. Nur Oduh, M.T.
NIP. 19691130 199403 1 001

LEMBAR KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam tugas akhir ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Oktober 2016


Maradhika Fauzy



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Perencanaan suatu struktur gedung harus memperhitungkan gaya gempa yang akan terjadi, serta direncanakan sesuai standar dan ketentuan yang berlaku. Oleh karena itu, dalam Perencanaan Struktur dengan menggunakan material berupa Baja pada Pembangunan Hotel NEO ini perhitungannya harus mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012), SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung Baja Struktural , serta Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013).

Perencanaan meliputi perencanaan struktur atas dan struktur bawah. Perencanaan struktur atas direncanakan menggunakan material Baja profil IWF kecuali pada bagian Pelat lantai menggunakan material beton, Perencanaan perhitungan menggunakan program SAP 2000 versi 10. Perencanaan struktur bawah dihitung menggunakan program AFES versi 3.0. Struktur bawah meliputi perencanaan pondasi tiang pancang. Pembebanan yang ditinjau untuk perencanaan elemen struktur adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

Selain itu, dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk struktur atas dan bawah dengan menggunakan HSPK edisi maret 2016. Dari perhitungan, didapat harga sebesar Rp 11,627,700,142.39. Serta harga per meter persegiya didapat Rp 2,840,754.11.

Kata kunci: *Desain, Baja, Gempa , Hotel.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan atas segala nikmat dan kasih karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel NEO”** merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan do'a baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini kepada yang terhormat:

1. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dra. Sri Handayani, M.Pd. Kajur Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
3. Mego Purnomo, S.T., M.T. dan Ir. Agung Sutarto, M.T. Selaku dosen pembimbing. Terimakasih berlimpah penulis aturkan atas semua waktu, bimbingan, saran serta nasehat yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Hanggoro Tri Cahyo Andrianto, S.T.,M.T serta Semua dosen dan karyawan di jurusan Teknik Sipil, terimakasih atas ilmu yang diajarkan kepada penulis serta bantuannya.

5. Kedua orang tua, yang selama ini telah memberi masukan, memberi semangat dan selalu mendoakan agar sukses.
6. Fakhri Muhammad , Theodorus Pandu , Woro Yuniarti , Fitri Sulistiowati ,David Tri Mardani , Hafidh Nurul Fajri , Nurohman dan Syamsu Zaman Ghifari terimakasih atas bantuan dan semangat yang telah diberikan.
7. Sahabat seperjuangan di Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, terimakasih atas kasih sayang pertemanan yang kalian berikan. Terimakasih, terimakasih.

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha maksimal, walaupun demikian, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis akan selalu menerima segala bentuk hal baik untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Keaslian Karya Ilmiah	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
1.6. Lokasi Proyek	4
1.7. Sisematika Laporan	5
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1. Landasan Teori	7

2.2. Konsep Dasar Perencanaan	8
2.2.1. Analisis Gaya	8
2.2.2. Ketentuan Perencanaan Pembebanan	10
2.2.3. Kinerja Struktur Gedung	11
2.2.4. Perencanaan Kapasitas	13
2.2.5. Kriteria Desain Struktur	16
BAB III METODOLOGI	18
3.1. Tinjauan Umum	18
3.2. Analisa dan Desain	19
3.2.1. Prosedur Analisis Beban Gempa	19
3.2.2. Menentukan Kategori Struktur Bangunan	53
3.3. Data Dasar Perencanaan.....	28
3.3.1. Denah Gedung	28
3.3.2. Model Struktur	29
3.3.3. Spesifikasi dan Data Struktur	32
3.3.4. Tahapan Perencanaan	32
BAB IV DESAIN STRUKTUR	35
4.1. Umum	35
4.2. Permodelan Struktur	36
4.2.1. Sistem Struktur	37
4.2.2. Material Elemen	39
4.2.3. Dimensi Penampang Elemen	40
4.2.4. Beban dan Kombinasi Pembebanan yang Diperhitungkan	42
4.3. Analisis Struktur	52

4.3.1. Hasil Analisis Dinamik	52
4.3.2. Deformasi Struktur	60
4.3.3. Pengecekan Terhadap Torsi	61
4.3.4. Pengecekan Terhadap Simpangan	65
4.4. Kriteria Desain Struktur	69
4.4.1. Kriteria Desain Struktur Bawah	69
4.4.2. Kriteria Desain Struktur Atas	93
4.4.3. Perhitungan Penulangan Sloof	94
4.4.3. Perhitungan Penulangan Lantai Tangga	109
4.5. Perhitungan Manual	111
4.5.1. Perhitungan Pelat Lantai	111
4.5.2. Perhitungan Balok Baja	114
4.5.3. Perhitungan Kolom Baja	122
4.5.4. Perhitungan Sambungan Baut	132
BAB V MANAJEMEN KONSTRUKSI	150
5.1. Rencana Anggaran Biaya	150
5.5.1. Volume Pekerjaan	150
5.5.2. RAB	157
5.2. RKS	158
BAB VI PENUTUP	159
6.1. Kesimpulan	159
6.2. Saran	160
DAFTAR PUSTAKA	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Proyek	5
Gambar 3.1. Denah Basement.....	29
Gambar 3.2. Denah Lantai 1	30
Gambar 3.3. Denah Lantai 2	31
Gambar 3.4. Denah Lantai 3	31
Gambar 3.5. Denah Lantai 4-7.....	31
Gambar 3.6. Denah Atap.....	31
Gambar 3.7. Denah Potongan Gedung.....	31
Gambar 4.1. Permodelan SAP	36
Gambar 4.2. Ragam getar (mode shape) dan periode getar struktur (T) ..	61
Gambar 4.3. Ilustrasi ketidakberaturan torsi.....	62
Gambar 4.4. Contoh penentuan simpangan antar lantai	67
Gambar 4.5. Tampak Atas Pondasi Join 36.....	76
Gambar 4.6. Tampak 3 Pondasi Join 9.	83
Gambar 4.7. Penulangan Pondasi Join 9	86
Gambar 4.8. Tampak Atas Pondasi Join 9	87
Gambar 4.9. Tampak 3 Pondasi Join 9.	88
Gambar 4.10. Input load combination	89
Gambar 4.11. Hasil Penulangan Arah X	90
Gambar 4.12. Hasil Penulangan Arah Y	90
Gambar 4.13. Penulangan Pondasi	91
Gambar 4.14. Hitungan Penulangan Pondasi	92

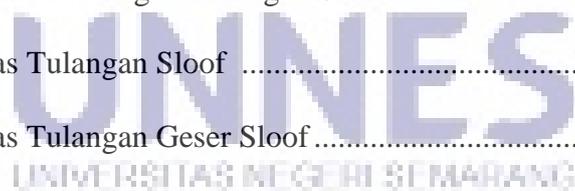
Gambar 4.15. Gaya Geser pada Sloof 40x70	95
Gambar 4.16. Momen yang terjadi pada Sloof 40x70.....	95
Gambar 4.17. Tulangan Sloof terpasang di SAP2000.....	100
Gambar 4.18. Tulangan Geser Sloof terpasang di SAP2000	107
Gambar 4.19. Penulangan Sloof	108
Gambar 4.20. Profil Baja Wide Flange	114
Gambar 4.21. Profil Balok.....	115
Gambar 4.22. Profil Kolom	123
Gambar 4.23. Sambungan Baut Balok melintang-Sayap Kolom	138
Gambar 4.24. Sambungan Baut Balok memanjang-Sayap Kolom	145
Gambar 4.25. Sambungan Baut Pondasi - Kolom.....	149



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beban hidup terdistribusi merata.....	9
Tabel 3.1. Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	20
Tabel 3.2. Faktor keutamaan gempa (I_e)	25
Tabel 4.1. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	38
Tabel 4.2. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik	38
Tabel 4.3. Faktor R , C_d , Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (contoh untuk rangka beton bertulang pemikul momen)	39
Tabel 4.4. Mutu baja dan beton	40
Tabel 4.5. Material Baja Tulangan.....	40
Tabel 4.6. Perhitungan Dimensi Balok Induk pada Program SAP	41
Tabel 4.7. Perhitungan Dimensi Balok Anak pada Program SAP	41
Tabel 4.8. Perhitungan Dimensi Kolom pada Program SAP	42
Tabel 4.9. Beban hidup terdistribusi merata	43
Tabel 4.10. Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	45
Tabel 4.11. Faktor keutamaan gempa (I_e)	48
Tabel 4.12. Klasifikasi situs	49
Tabel 4.13. Kombinasi Pembebanan	51
Tabel 4.14. Modal Load Participation Ratio	52

Tabel 4.15. Base Reaction	55
Tabel 4.16. Perhitungan Pengaruh 85% V_{statik}	56
Tabel 4.17. Modal Period and Frequencies	58
Tabel 4.18. Torsi Arah x	63
Tabel 4.19. Torsi Arah y	64
Tabel 4.20. Simpangan antar lantai arah gempa y	67
Tabel 4.21. Simpangan antar lantai arah gempa x	68
Tabel 4.22. Nilai SPT untuk perhitungan $Q_{frikasi}$	73
Tabel 4.23. Koordinat titik pusat ke titik i pondasi join 36	76
Tabel 4.24. Kombinasi beban pada pondasi group tiang join 36	77
Tabel 4.25. Hasil perhitungan besarnya distribusi ke tiang.....	78
Tabel 4.26. Kombinasi beban terfaktor pada pondasi group tiang join 36...	79
Tabel 4.27. Lengan Momen.....	79
Tabel 4.28. Perhitungan besarnya distribusi beban ke tiang	80
Tabel 4.29. Data Perhitungan Tulangan Sloof	96
Tabel 4.30. Luas Tulangan Sloof	100
Tabel 4.31. Luas Tulangan Geser Sloof	108



DAFTAR LAMPIRAN

1. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada jaman yang modern ini pembangunan sangat pesat di berbagai daerah. Pembangunan gedung- gedung tinggi dan besar banyak dibangun di daerah – daerah dengan tingkat penduduk yang tinggi serta kegiatan ekonominya pesat. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya makhluk hidup yang ada namun lahan yang digunakan kurang, sehingga bangunan yang tinggi menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi atau menghemat lahan yang ada . Hal tersebut mendorong para perencana bangunan untuk membuat sebuah bangunan tingkat tinggi yang aman dan tahan terhadap gempa.

Berdasarkan geografis, Indonesia terletak di antara dua lempeng dunia yaitu lempeng Eurasia dan Australia , hal ini mengakibatkan Indonesia merupakan daerah yang rawan akan terjadinya gempa. Untuk mengurangi resiko yang diakibatkan oleh gempa diperlukan perencanaan struktur bangunan yang kuat agar dapat menahan gaya yang diakibatkan oleh gempa.

Perencanaan struktur bertujuan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, kuat, awet dan memenuhi tujuan seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat tinggi adalah kekuatan bangunan, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan dan menampung beban yang bekerja pada struktur.

Obyek penulisan dari Tugas Akhir ini adalah Perencanaan Struktur Baja pada Pembangunan Hotel NEO Yogyakarta . Prinsip dari perencanaan struktur gedung ini adalah menghasilkan suatu bangunan yang aman, nyaman, kuat, efisien dan aman terhadap bahaya gempa bagi pengguna gedung. Suatu konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi itu sendiri (beban gravitasi dan beban gempa) , sehingga bangunan atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan. Struktur yang kuat biasanya memiliki dimensi yang besar tetapi tidak ekonomis jika di terapkan pada bangunan tingkat tinggi. Untuk mendapatkan dimensi penampang yang optimal, maka kita perlu menganalisa besar gaya – gaya yang bekerja pada struktur utama yaitu kolom dan balok.

Dalam proyek ini direncanakan sebuah gedung hotel 7 lantai dan 1 basement dimana gedung tersebut digunakan untuk penginapan atau hotel. Perencanaan pembangunan proyek hotel NEO ini menggunakan kolom dan balok baja. Baja dipilih karena baja bersifat daktil.

Daktil adalah suatu sifat yang mempengaruhi mekanisme keruntuhan pada material baja ketika struktur baja telah berada pada kondisi inelastis (plastisnya). Ketika mekanisme itu terjadi , baja mengalami leleh sebelum runtuh yang akan memberikan waktu bagi pengguna gedung untuk menyelamatkan diri. Hal ini sangat berguna jika mengetahui letak proyek pembangunan berada di daerah yang sering mengalami gempa.

Selain itu baja juga mempunyai kelebihan yaitu :

1. Keseragaman bahan dan sifatnya yang dapat diduga secara tepat
2. Kestabilan dimensional
3. Kemudahan dalam pembuatan dan cepat dalam pelaksanaannya

Tugas akhir ini merupakan studi untuk merencanakan bangunan tingkat tinggi dengan struktur baja. Dimana bangunan tingkat tinggi tersebut harus mampu bertahan terhadap gempa yang terjadi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang dapat diambil dari uraian diatas adalah untuk merencanakan struktur bangunan (struktur atas dan bawah) yang kuat serta menentukan pemilihan dimensi kolom dan balok baja yang tepat sesuai peraturan pada struktur bangunan tingkat tinggi.

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban gravitasi dan gempa.
- b. Jumlah Lantai 7 tingkat, dan 1 basement.
- c. Fungsi bangunan adalah sebagai hotel.
- d. Plat lantai menggunakan beton bertulang dengan tebal 12 cm, dan untuk plat atap menggunakan beton bertulang dengan tebal 10 cm.

1.4 TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa metode perencanaan konstruksi bangunan tingkat tinggi dengan struktur baja.

1.5 MANFAAT

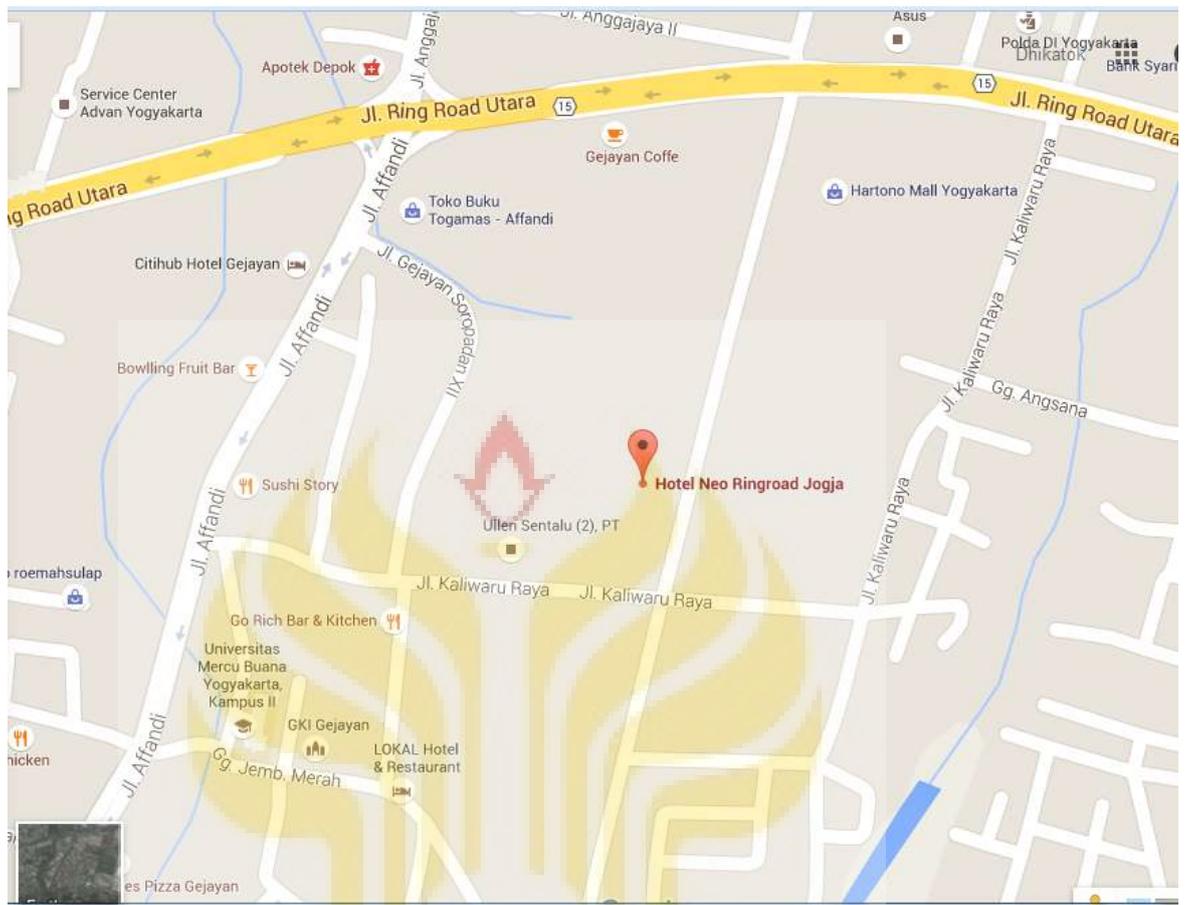
Mengetahui dan menganalisa perubahan dan perkembangan standarisasi dalam perencanaan konstruksi baja.

1.6 LOKASI PROYEK

Proyek Pembangunan Hotel Neo Ring Road berlokasi di Jalan Ring Road Utara, Kaliwaru, Condong Catur, Sleman, Yogyakarta.

Lokasi ini secara geografis memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah utara	:	Pekarangan
Sebelah selatan	:	Perumahan atau rumah penduduk
Sebelah timur	:	Hartono Mall
Sebelah barat	:	Perumahan atau rumah penduduk



Gambar 1.1. Lokasi Proyek Hotel Neo Yogyakarta

1.7 SISTEMATIKA LAPORAN

Laporan Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bab agar

sistematis serta untuk memudahkan pemahaman, yaitu :

1.7.1 ABSTRAKSI

Adalah ringkasan singkat dan padat dari suatu tulisan, untuk memberi gambaran umum dari tulisan atau laporan tersebut.

1.7.2 BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan ini berisi tentang latar belakang dan hal-hal umum yang berkaitan dengan judul.

- **Latar belakang**
- **Rumusan Masalah**
- **Batasan Masalah**
- **Tujuan dan manfaat**
- **Lokasi Proyek**
- **Sistematika penyusunan laporan**

1.7.3 BAB II STUDI PUSTAKA

Membahas teori dari berbagai referensi, yang dijadikan landasan untuk melakukan perencanaan.

1.7.4 BAB III METODOLOGI

Menjelaskan kondisi awal dari subyek perencanaan, dasar – dasar , spesifikasi dan data struktur dan tahapan dari perencanaan.

1.7.5 BAB IV KONSEP DESAIN

Berisi tentang konsep desain (analisis SAP) yang akan diaplikasikan pada obyek, yang mana pada bab ini nantinya dijelaskan secara rinci mengenai hal-hal yang bersangkutan.

1.7.6 BAB V ANALISIS PERHITUNGAN RAB

Berisi tentang rancangan anggaran biaya pembangunan gedung

1.7.7 BAB VI KESIMPULAN

Merupakan hasil simpulan dari laporan tugas akhir

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (*dead load*) berupa berat sendiri, beban hidup (*live load*) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Suatu beban yang bertambah dan berkurang menurut waktu secara berkala disebut beban bergoyang, beban ini sangat berbahaya apabila periode penggoyangannya berimpit dengan periode struktur dan apabila beban ini diterapkan pada struktur selama kurun waktu yang cukup lama, dapat menimbulkan lendutan. Lendutan yang melampaui batas yang direncanakan dapat merusak struktur bangunan tersebut.

Gempa bumi terjadi karena adanya kerusakan kerak bumi yang terjadi secara tiba-tiba yang umumnya diikuti dengan terjadinya patahan atau sesar (*fault*). Gaya ini dapat disebabkan oleh banyak hal, tetapi salah satu faktor yang utama adalah benturan gesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Lokasi terjadinya gesekan ini disebut *fault zones*. Gaya yang berkaitan dengan benturan tersebut akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar.

Pada saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan massa bangunan untuk mempertahankan dirinya

dari gerakan sehingga gempa bumi mempunyai kecenderungan menimbulkan gaya-gaya lateral pada struktur (Schodek, 1992).

Dalam mendesain sistem struktural, bagaimana kestabilan lateral diperoleh merupakan hal dasar yang sangat penting. Hal ini sangat penting diperhatikan untuk gedung dengan tinggi berapapun, tetapi lebih penting lagi pada gedung bertingkat tinggi. Bagaimana suatu struktur menahan gaya lateral tidak saja akan mempengaruhi desain elemen-elemen vertikal struktur, tetapi juga elemen-elemen horisontalnya (Schodek, 1992).

Kerusakan-kerusakan bangunan yang disebabkan oleh gempa bumi secara struktural antara lain efek perlemahan tingkat (*soft story effect*), efek kolom pendek (*short coloumn effect*), puntir (*torsion*), dan benturan antar bangunan yang berdekatan (*structural pounding*) (Widodo, 1997).

2.2. Konsep Dasar Perencanaan

2.2.1. Analisis Gaya

Analisis beban dorong statik (*static push over analysis*) pada struktur gedung, dengan menggunakan cara analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan non linier, dimana pengaruh Gempa Rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama didalam struktur gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elasto plastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

a. Gaya Luar (Gaya Gempa)

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan tingkat tinggi beban gempa merupakan salah satu parameter beban yang paling menentukan. Secara nyata hal ini dapat dilihat dari banyaknya kerusakan dan kegagalan bangunan yang disebabkan bencana gempa bumi. Banyaknya korban yang berjatuh juga ikut mendorong para ahli untuk lebih memperhatikan efek gempa dalam perencanaan. Beban gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi.

Berat total struktur W_t ditetapkan sebagai jumlah dari beban-beban berikut ini:

- 1) Beban mati total dari struktur bangunan;
- 2) Bila digunakan dinding partisi pada perencanaan lantai maka harus diperhitungkan tambahan beban sebesar 0,5 kPa;
- 3) Pada gudang-gudang dan tempat penyimpanan barang maka sekurang-kurangnya 25% dari beban hidup rencana harus diperhitungkan;
- 4) Beban tetap total dari seluruh peralatan dalam struktur bangunan harus diperhitungkan

Tabel 2.1 – Faktor Keutamaan Gempa

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

(SNI 1726-2012)

b. Gaya Akibat Beban Gravitasi

1). Beban Mati

Beban mati merupakan baban gaya berat pada suatu posisi tertentu. Beban ini disebut demikian karena ia bekerja terus menerus menuju arah bumi pada saat struktur telah berfungsi. Berat struktur dianggap sebagai beban mati, demikian pula segala hal yang tertempel pada struktur tersebut seperti pipa-pipa, saluran listrik, saluran AC dan pemanas, peralatan pencahayaan, penutup lantai, penutup atap, plafond gantung, yakni segala macam hal yang tetap berada pada tempatnya sepanjang umur struktur tersebut (Salmon dan Johnson,1992).

2). Beban Hidup

Beban hidup merupakan baban-beban gravitasi yang bekerja pada saat struktur telah berfungsi, namun bervariasi dalam besar dan lokasinya. Contohnya adalah beban orang, furnitur, perkakas yang dapat bergerak, kendaraan dan barang-barang yang dapat disimpan. Secara praktis beban hidup bersifat tidak permanen sedangkan, yang lainnya sering berpindah-pindah tempatnya. Karena tidak diketahui besar, lokasi dan kepadatannya, besar dan posisi sebenarnya dari beban-beban semacam itu sulit sekali ditentukan (Salmon dan Johnson, 1992).

2.2.2 Ketentuan Perencanaan Pembebanan

Perencanaan pembebanan ini menggunakan beberapa acuan standar sebagai berikut:

- 1) Standar Perencanaan Ketahan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung(SNI 1726-2012)
- 2) Beban minimum untuk persyaratan perancangan bangunan gedung dan struktur lain.(SNI 1727-2013)

Berdasarkan peraturan-peraturan diatas, struktur sebuah gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap bebab-beban berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load*), dinyatakan dengan lambang DL
2. Beban Hidup (*Live Load*), dinyatakan dengan lambang LL
3. Beban Gempa (*Earthquake Load*), dinyatakan dengan lambang E
4. Beban Angin (*Wind Load*), dinyatakan dengan lambang W

a. Kekuatan ultimit struktur gedung :

$$R_u = \phi R_n$$

Pembebanan Ultimit :

$$Q_u = \gamma \cdot Q_n$$

Perencanaan beban dan kuat terfaktor harus memenuhi persyaratan :

$$R_u \geq Q_u$$

b. Kombinasi pembebanan :

Oleh beban mati dan beban hidup :

$$Q_u = \gamma_D D_n + \gamma_L L_n$$

Oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa :

$$Q_u = \gamma_D D_n + \gamma_L L_n + \gamma_E E_n$$

2.2.3 Kinerja Struktur Gedung

a. Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non- struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat

ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi Faktor Skala.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut Pasal 8.1.1 tidak boleh melampaui $\frac{0,03}{R}$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil

b. Kinerja batas ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar-gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela delatasi).

Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, untuk struktur gedung beraturan dikalikan dengan suatu faktor pengali λ dibawah ini :

$$\Lambda=0,7 R \dots\dots\dots(2.1)$$

di mana R adalah faktor reduksi gempa struktur gedung tersebut dan Faktor Skala.

Simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

Jarak pemisah antar-gedung harus ditentukan paling sedikit sama dengan jumlah simpangan maksimum masing-masing struktur gedung. Dalam segala hal

masing-masing jarak tersebut tidak boleh kurang dari 0,025 kali ketinggian taraf itu diukur dari taraf penjepitan lateral.

Dua bagian struktur gedung yang tidak direncanakan untuk bekerja sama sebagai satu kesatuan dalam mengatasi pengaruh Gempa Rencana, harus dipisahkan yang satu terhadap yang lainnya dengan suatu sela pemisah (sela delatasi) yang lebarnya paling sedikit harus sama dengan jumlah simpangan masing-masing bagian struktur gedung pada taraf itu. Dalam segala hal lebar sela pemisah tidak boleh ditetapkan kurang dari 75 mm.

2.2.4 Perencanaan Kapasitas

Struktur gedung harus memenuhi persyaratan “kolom kuat balok lemah”, artinya ketika struktur gedung memikul pengaruh Gempa rencana, sendi sendi plastis di dalam struktur gedung tersebut hanya boleh terjadi pada ujung ujung balok dan pada kaki kolom dan kaki dinding geser saja. Implementasi persyaratan ini didalam perencanaan struktur beton dan struktur baja ditetapkan dalam standar beton dan standar baja yang berlaku.

1. Perencanaan Pelat

Bila pelat mengalami rotasi bebas pada tumpuan, pelat dan tumpuan sangat kaku terhadap momen puntir, maka pelat itu dikatakan jepit penuh. Bila balok tepi tidak cukup kuat untuk mencegah rotasi, maka dikatakan terjepit sebagian.

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah-langkah rumus persamaan 2.2 s/d 2.8 :

- $M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots \dots \dots (2.2)$

Dimana $\Phi = 0,80$

- $R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} \dots \dots \dots (2.3)$

- $m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \dots \dots \dots (2.4)$

- $\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n \cdot m}{f_y}} \right) \dots \dots \dots (2.5)$

ρ min untuk plat digunakan 0,0025

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (2.6)$

- $n = \frac{A_s}{1/4 \pi d^2} \dots \dots \dots (2.7)$

- $s = \frac{b}{n} \dots \dots \dots (2.8)$

2. Perencanaan balok

- 1) Pembebanan balok disesuaikan dengan Beban minimum untuk persyaratan perancangan bangunan gedung dan struktur lain.(SNI 1727-2013), sedangkan pemakaian Profil dihitung sesuai dengan ketentuan pada AISC – LRFD dengan menggunakan rumus persamaan 2.9 s/d 2.15 :

a) Kontrol Momen

Apabila $L_p \leq L_b \leq L_r$

$$M_p = F_y \cdot Z_x \dots \dots \dots (2.9)$$

$$M_r = S_x (F_y - F_r) \dots \dots \dots (2.10)$$

$$M_n = C_b \left\{ M_p - (M_p - M_r) \left[\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right] \right\} < M_p \dots \dots \dots (2.11)$$

b) Kontrol Penampang Kompak

Tekuk Badan :

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{640}{f_y} \dots \dots \dots (2.12)$$

Tekuk Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{65}{f_y} \dots \dots \dots (2.13)$$

c) Kontrol Defleksi

$$\Delta \text{ maks} = \frac{L}{360} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\Delta \text{ maks} = \frac{4}{384} \cdot \frac{\alpha \cdot L^4}{E \cdot I_x} \dots \dots \dots (2.15)$$

3. Perencanaan Kolom

Perencanaan Kolom berdasarkan perhitungan beban dari balok anak dan tidak mengindahkan beban angin dan beban gempa. Pemakaian ukuran Profil dihitung sesuai dengan ketentuan pada AISC – LRFD.

Analisis elemen kolom dapat dipergunakan persamaan 2.16 s/d

2.22:

Kolom Pendek

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y \dots \dots \dots (2.16)$$

a. Kolom Panjang

$$F_{cr} = \left\{ \frac{0.877}{\lambda c^2} \right\} f_y \dots \dots \dots (2.17)$$

$$\lambda c = \frac{KL}{r} \cdot \frac{f_y}{E \pi^2} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana : F_y : Tegangan leleh

E : Modulus elastisitas

K : Angka Koefisien

l : Panjang Kolom

r : Jari-jari girasi $\rightarrow r = \sqrt{I_A}$

a. Cek stabilitas penampang

$$\frac{bf}{2tf} < \frac{95}{f_y} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$\frac{h}{hw} < \frac{253}{f_y} \dots \dots \dots (2.20)$$

d. Sebagai Balok-Kolom

Perencanaan momen lentur dan gaya aksial:

$$\frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0.2 \rightarrow \frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8 M_u}{9 M_n} \leq 1 \dots \dots \dots (2.21)$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0.2 \rightarrow \frac{P_u}{2\phi P_n} + \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1 \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana : P_u : Gaya aksial terfaktor

P_n : Kuat nominal penampang $\square P_n \square A_g F_{cr}$

A_g = luas penampang

Φ : Faktor reduksi kekuatan = 0.9

M_u : Momen lentur terfaktor

M_n : Kuat nominal lentur penampang

2.2.5 KRITERIA DESAIN STRUKTUR

Ada empat yang harus diperhatikan dalam perencanaan bangunan sebagai berikut:

1. *Estetika*

Merupakan dasar keindahan dan keserasian bangunan yang mampu memberikan rasa bangga kepada pemiliknya.

2. *Fungsional*

Disesuaikan dengan pemanfaatan dan penggunaannya sehingga dalam pemakaiannya dapat memberikan kenikmatan dan kenyamanan.

3. *Struktural*

Mempunyai struktur yang kuat dan mantap yang dapat memberikan rasa aman untuk tinggal di dalamnya.

4. *Ekonomis*

Penggunaan bahan bangunan yang memadai sehingga bangunan awet dan mempunyai umur pakai yang panjang.

Beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam perancangan dan analisis bangunan bertingkat sebagai berikut:

1. Tahap Arsitektural

Penggambaran denah semua lantai tingkat, potongan, tampak, perspektif, detail, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Bestek (Rencana Kerja dan Syarat/RKS).

2. Tahap Struktural

Menghitung beban – beban yang bekerja, merencanakan denah portal untuk menentukan letak kolom dan balok utamanya, analisa mekanika untuk pendimensian elemen struktur dan penyelidikan tanah untuk perencanaan fondasinya.

3. Tahap finishing

Memberikan sentuhan akhir untuk keindahan dan melengkapi gedung dengan segala fasilitas alat – alat mekanikal elektrikal, sebagai pelayanan kepada penghuninya



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Pembahasan Tugas Akhir ini, menggunakan peraturan SNI terbaru, SNI Gempa 1726:2012, SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung Baja Struktural, dan SNI Pembebanan 1727:2013. Setelah dilakukan perhitungan, hasil perhitungan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur atas kolom dan balok menggunakan profil baja IWF dengan sedangkan untuk pelat menggunakan beton bertulang.
2. Berat gedung (W), dihitung menggunakan perbandingan $1 \times DL + 0,3 \times LL$, didapat nilai sebesar 2417,01 kN. Sehingga Gaya Geser Gempa (V) Statik yang terjadi sebesar 149,93 kN.
3. Mengacu pada hasil penyelidikan tanah, diketahui jenis tanah lanau kepasiran, memiliki nilai N-SPT 35, sehingga termasuk kedalam klasifikasi tanah keras. Pondasi yang digunakan yaitu Tiang pancang, diameter 0.25 m, dengan kedalaman 30 m.
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk desain Apartement ini dihitung menggunakan HSPK edisi maret 2016. Didapat harga sebesar Rp 11,627,700,142.39 yang terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Luas total gedung sebesar 4093,2 m², sehingga harga per meter persegiya didapat Rp 2,840,754.11.

6.2. Saran

Dalam mengerjakan perhitungan desain gedung ini, penulis mengacu pada peraturan SNI yang terbaru dengan tidak mengabaikan SNI yang terdahulu. Bagi rekan-rekan mahasiswa dan sesama praktisi di bidang teknik sipil, penulis menyarankan untuk selalu mengikuti perkembangan teknologi, salah satunya dengan mengikuti perkembangan peraturan yang baru. Karena selalu ada perbedaan di dalamnya, dan hal itu yang akan membuat kita semakin maju.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. "*Spesifikasi untuk bangunan gedung Baja Struktural SNI 1729:2015*". Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. "*Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727:2013*". Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. "*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2012*". Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. "*Baja tulangan beton, SNI 2052:2014*". Jakarta: BSN
- Schodek, Daniel L. (1998), "*Struktur*". Bandung: PT. Refika Aditama.
- Dewobroto, Wiryanto, (2005). "*Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan Visual Basic 6.0*", Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Satyarno, Iman dkk. (2012). "*Belajar SAP2000*". Yogyakarta: Zamil Publishing
- D. Wesley, Laurence, (2012). "*Mekanika Tanah*". Yogyakarta: Penerbit Andi
- Christady H., Hary, (2011). "*Analisis dan Perancangan Fondasi II*". Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Indarto, Himawan dkk. (2013). "*Aplikasi SNI Gempa 1726:2012*". Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang
- Indarto, Himawan dkk. (2013). "*Aplikasi SNI Gempa 1726:2012*". Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang
- Tri Cahyo A., Hanggoro dan Chusnul Chotimah, (2015). "*Short Course Aplikasi SNI Terbaru*". Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang

Tri Cahyo A., Hanggoro, (2006). “*Hand Out Rekayasa Pondasi 2*”. Semarang:
Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang

Moestopo, Muslinang dan Nick Alexander , (2015). “*Short Course HAKI
Penerapan Tatacara Perancangan Struktur Baja Tahan Gempa*”.
Semarang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang

