

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS TAHAN GEMPA HOTEL LARAS ASRI SALATIGA BERDASARKAN SNI 1726-2019

Niven Vinanca Wiyata¹, R. Abimata Daniswara², Sumirin³, Muhammad Rusli Ahyar⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Sultan Agung

^{1,2,3,4} Jl. Kaligawe Raya No.KM. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa

¹ Email : nivenniben8@gmail.com

Abstrak – Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan akan terjadinya gempa karena berada di jalur gempa teraktif di dunia. Indonesia di kelilingi oleh Cincin Api Pasifik dan di lalui jalur pertemuan 3 lempeng dunia tektonik yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Oleh karena itu, dalam perencanaan struktur gedung di Indonesia terdapat acuan yang harus diikuti dalam merencanakan suatu gedung yaitu SNI-1726-2019 dan SNI-2847-2019. Tugas akhir ini adalah melakukan Perencanaan Struktur Atas Hotel Laras Asri Salatiga menggunakan aplikasi Etabs v.18. Perencanaan menggunakan desain struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan menggunakan bantuan software Etabs.

Desain balok yang di tinjau adalah balok dengan dimensi 550x300 mm. Pada tumpuan digunakan tulangan tarik 4D 22 dan tulangan tekan 2D 22 yang dapat menahan momen sebesar 128,29 kNm. Dengan sengkang pada tumpuan dan lapangan 2D10mm-150mm, untuk menahan gaya geser sebesar 62,97 kN.

Kapasitas gaya aksial dan lentur sudah sesuai persyaratan dalam SNI 2847-2019 pasal 18.7.2. Gaya aksial terfaktor maksimum harus melebihi ketentuan dalam SNI tersebut. Pada kolom didapatkan nilai beban aksial terfaktor maksimum sebesar 944 kN. Berdasarkan kolom rasio dimensi penampang, hal tersebut memenuhi syarat dengan tulang jenis 20D19 dan berdimensi 550x550mm.

Kata kunci: Bangunan, Desain, Gempa

Abstract – Indonesia is one of the countries prone to earthquakes because it is located in the most active earthquake path in the world because it is surrounded by the Pacific Ring of Fire and traversed by 3 tectonic plates, namely the Indo – Australian Plate, the Eurasian Plate and the Pacific Plate. Therefore, in the planning of building structures in Indonesia there is a reference that must be followed in planning a building, SNI-1726-2019 dan SNI-2847-2019. This final project is planning the top structural of Laras Asri Hotel in Salatiga by using Etabs v.18 application. The plan was based on a reinforced concrete structure design by using a Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) and Etabs software.

The design of the beam is 500x300 mm dimensional beam. At the joint was used the 4D 22 tensile reinforced and 2D 22 compressive reinforced that capable of withstanding the moment of 128,89 kNm. With some braces in the joint are 2D 10 mm – 150 mm, to withstand the shear force of 62,97 kN.

The axial and moment capacity is appropriate to the requirements in SNI 2847-2019, article 18.7.2. The maximum force of the axial must exceed the provisions in the SNI. In a column got a maximum factor axial force is 944 kN. Based on a cross section ratio column, it would be qualify with the 20D19 of reinforced and 550x500 mm dimensions.

Key words: Building, Design, Earthquake

I. PENDAHULUAN

Bangunan gedung merupakan bangunan yang dapat berfungsi sebagai suatu tempat untuk melakukan kegiatan dan aktivitas tertentu seperti tempat tinggal, tempat pendidikan, tempat pelayanan umum, perkantoran, tempat ibadah dan lainnya. Di sisi lain dari bangunan gedung, harus memiliki standar untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya. Keamanan yang dimaksud yaitu keamanan dari kekuatan atau apapun yang dapat terhindar dari ancaman keselamatan bagi penggunanya.

Gempa bumi dapat terjadi sewaktu – waktu di Indonesia dikarenakan secara geografis Negara Indonesia terletak pada bertemunya Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Di mana semua lempengan tersebut dapat bergerak sendirinya dengan arah yang berbeda – beda. Sementara itu kerugian yang disebabkan akibat terjadinya bencana gempa bumi diantaranya meruntuhkan bangunan gedung yang dapat memakan

korban jiwa. Untuk menanggulangi terjadinya runtuh bangunan gedung karena gempa bumi maka diperlukannya desain bangunan gedung tahan gempa.

Untuk desain bangunan gedung tahan gempa dapat menggunakan sistem struktur seperti SRPM. SRPM (Sistem Rangka Pemikul Momen) adalah salah satu pilihan metode untuk merencanakan sebuah bangunan tahan gempa. Dimana peran balok, kolom dan sambungan balok kolom menjadi penting karena beban lateral khususnya beban gempa akan ditransfer melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom. Tidak menggunakan tambahan dinding geser, adapun dinding maka dinding tersebut tidak didesain untuk menahan beban lateral. SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) adalah salah satu macam sistem struktur dari pembagian SRPM. SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) adalah sistem rangka beton bertulang yang didesain mempunyai kapasitas daktilitas struktur maksimal. Dari SRPMK maka dapat dilakukan analisa desain kapasitas gedung tahan gempa dan kinerja struktur suatu bangunan gedung.

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

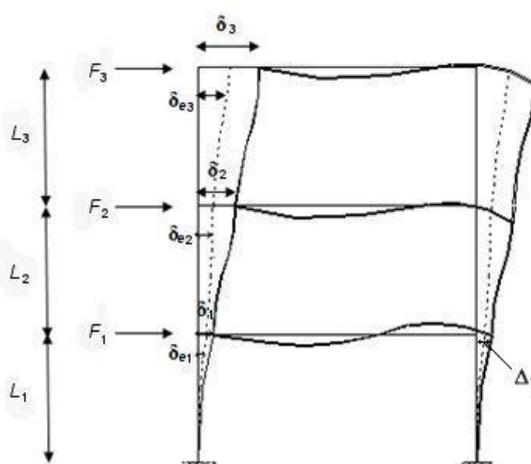
Sistem struktur adalah kombinasi dari berbagai elemen struktur yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang dapat memikul beban – beban yang direncanakan. (Tumilar, 2006) Menurut SNI 2837-2019 struktur yang didesain sesuai dengan ketentuan SNI ini diharapkan dapat menahan dampak guncangan gempa melalui terbentuknya respons inelastis yang daktil pada komponen-komponen struktur tertentu yang dipilih.

Terdapat beberapa macam sistem struktur yang dapat digunakan untuk membuat desain bangunan gedung tahan gempa. Macam – macam sistem struktur yang ada pada SNI 2837-2019

SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) adalah sistem rangka beton bertulang yang didesain mempunyai kapasitas daktilitas struktur maksimal. Berdasarkan SNI 1726-2019, sistem ini diizinkan untuk memikul desain beban seismik dengan kategori B, C, D, E dan F. Kategori D sendiri adalah kategori desain beban seismik yang dibatasi oleh parameter respon percepatan periode pendek dengan nilai $0,50 < S_{DS}$, yang masuk dalam resiko bangunan gedung kategori I, II dan III. Desain beban seismik kategori E adalah kategori dengan nilai $S_{D1} \geq 0,75$ yang masuk dalam resiko bangunan gedung I, II dan III. Sedangkan desain beban seismik kategori F adalah kategori dengan nilai $S_{D1} \geq 0,75$ yang masuk dalam resiko bangunan gedung IV.

Berdasarkan dari SNI 2847-2019 pada struktur yang masuk dalam KDS D, E, atau F, pilar dinding harus didesain memenuhi 18.6 (Balok), 18.7 (Kolom), dan 18.8 (Joint) yang dikenakan beban lentur dan aksial maka persyaratan dalam perencanaan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) harus dipenuhi.

Sesuai pasal 7.8.6 SNI 1726-2019 Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau (lihat Gambar 10 pada SNI 1726-2019). Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin



Tingkat 3

F_3 = gaya gempa desain tingkat kekuatan
 δ_{e3} = perpindahan elastik yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan
 $\delta_3 = C_d \delta_{e3} / E =$ perpindahan yang diperbesar
 $\Delta_3 = (\delta_{e3} - \delta_{e2}) C_d / E \leq \Delta_a$ (Tabel 20)

Tingkat 2

F_2 = gaya gempa desain tingkat kekuatan
 δ_{e2} = perpindahan elastik yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan
 $\delta_2 = C_d \delta_{e2} / E =$ perpindahan yang diperbesar
 $\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) C_d / E \leq \Delta_a$ (Tabel 20)

Tingkat 1

F_1 = gaya gempa desain tingkat kekuatan
 δ_{e1} = perpindahan elastik yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan
 $\delta_1 = C_d \delta_{e1} / E =$ perpindahan yang diperbesar
 $\Delta_1 = \delta_1 \leq \Delta_a$ (Tabel 20)
 Δ_1 = Simpangan antar tingkat
 Δ_i / L_i = Rasio simpangan antar tingkat
 δ = Perpindahan total

Gambar 1 Analisis Simpangan Antar Lantai

Bagi struktur yang didesain untuk kategori desain seismik C, D, E atau F yang memiliki ketidakberaturan horizontal Tipe 1a atau 1b pada Tabel 13, simpangan antar tingkat desain, Δ , harus dihitung sebagai selisih terbesar dari simpangan titik-titik yang segaris secara vertikal di sepanjang salah satu bagian tepi struktur, di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau.

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

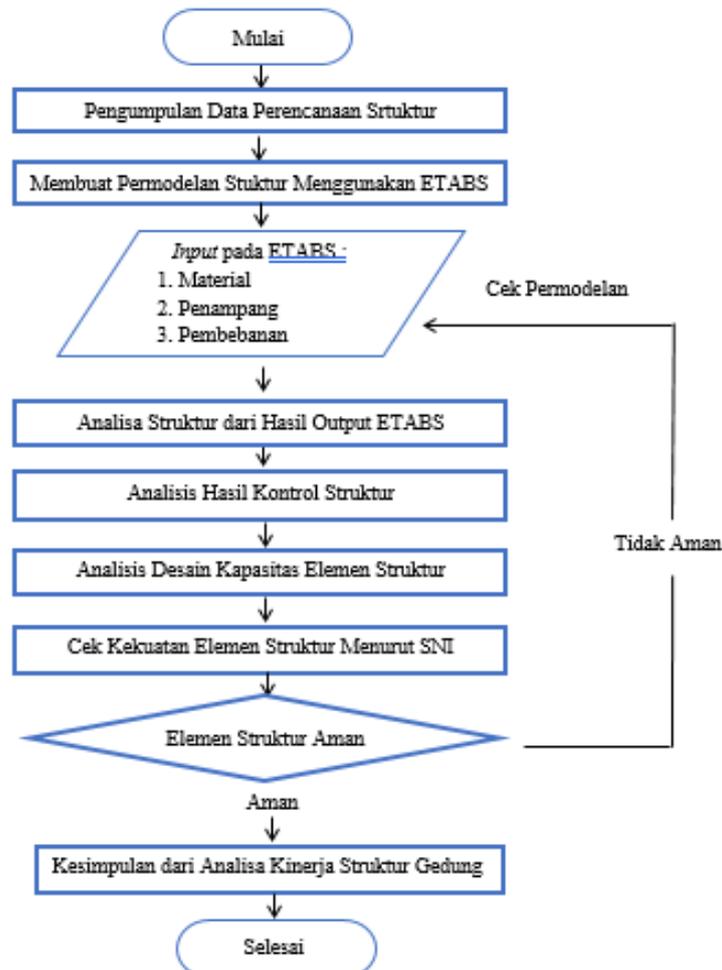
Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui kinerja atau kelakuan struktur bangunan gedung bertingkat terhadap beban gempa rencana sesuai yang disyaratkan SNI-1726-2019. Dalam perencanaan dan analisis permodelan struktur bangunan gedung 7 tingkat ini digunakan bantuan dengan program ETABS 2018. Dari hasil analisis permodelan struktur menggunakan program ETABS kemudian dilakukan analisis – analisis kembali untuk kontrol terhadap struktur bangunan gedung sesuai persyaratan sebelum nantinya akan dilakukan analisis kinerja struktur. Adapun persyaratan yang digunakan sebagai acuan analisis kontrol antara lain sebagai berikut :

1. SNI 2847–2019, tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726–2019, tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Setelah analisis – analisis di atas dilakukan, selanjutnya melakukan analisis desain kapasitas. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui gaya – gaya ultimit yang terjadi pada struktur gedung. Gaya – gaya ultimit tersebut digunakan untuk mendesain kapasitas penampang elemen – elemen struktur sehingga gaya – gaya tahanan rencana yang ditimbulkan oleh penampang struktur dapat lebih besar dari gaya – gaya ultimit. Pada Laporan Tugas Akhir ini desain kapasitas meliputi beberapa analisis yaitu sebagai berikut :

1. Analisis tulangan lentur balok
2. Analisis tulangan geser balok
3. Analisis tulangan lentur kolom
4. Analisis tulangan geser kolom
5. Analisis gaya geser desain tulangan geser kolom
6. Analisis perhitungan sambungan lewatan
7. Analisis hubungan balok kolom
8. Analisis plat lantai

Berikut adalah diagram alir perencanaan dan analisis kinerja struktur gedung menggunakan ETABS:



Gambar 2 Diagram Alir Perencanaan Dan Analisis Struktur Gedung

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permodelan struktur dibuat tiga dimensi menggunakan *software* ETABS 2018, sesuai dengan data - data struktur bangunan. Pada bab Analisa dan pembahasan ini, kami membuat pemodelan gedung 8 lantai kami jadikan contoh perhitungan analisis.

Berikut adalah data bangunan pada tugas akhir ini :

1. Lokasi bangunan : Salatiga
2. Jenis bangunan : Perhotelan
3. Jumlah lantai : 8 (delapan) lantai

Analisis Kapasitas Desain Balok

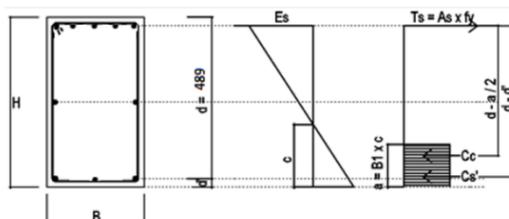
Analisis kapasitas desain balok meliputi perhitungan tulangan lentur balok dan analisis tulangan geser balok yang dilakukan secara konvensional sehingga diperoleh jumlah tulangan yang dibutuhkan. Pada Laporan Tugas Akhir ini, penulis meninjau balok portal pada AS B yaitu Balok B8 lantai 2 gedung hotel yang mempunyai dimensi paling besar sebagai contoh yang diambil dalam analisis kapasitas desain balok.

Data perencanaan yang digunakan adalah sebagai berikut,

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Mutu baja tulangan, f_y | = 420 MPa |
| 2. Mutu beton, f'_c | = 25 MPa |
| 3. Tinggi balok, H | = 550 mm |
| 4. Lebar balok, B | = 300 mm |
| 5. Tebal selimut beton, p | = 40 mm |
| 6. Tulangan utama, D | = D - 22 |
| 7. Tulangan sengkang, Ds | = D - 10 |

Kontrol kekuatan pada tulangan yang telah didesain untuk kondisi **lentur tumpuan negatif** dengan asumsi seperti pada awal perhitungan adalah sebagai berikut,

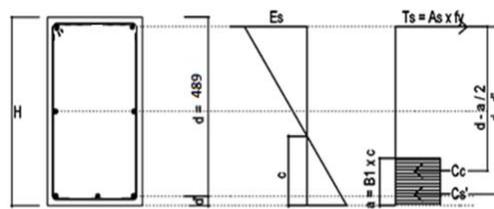
- | | |
|----------------|--|
| Tulangan tarik | : 5 D 22 ($A_s = 1900,66 \text{ mm}^2$) |
| Tulangan tekan | : 3 D 22 ($A_s' = 1140,40 \text{ mm}^2$) |



Gambar 3 Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan Balok 300x550mm

Kontrol kekuatan pada tulangan yang telah didesain untuk kondisi **lentur lapangan negatif** dengan asumsi seperti pada awal perhitungan adalah sebagai berikut,

- | | |
|----------------|--|
| Tulangan tarik | : 2 D 22 ($A_s = 760,27 \text{ mm}^2$) |
| Tulangan tekan | : 3 D 22 ($A_s' = 1140,40 \text{ mm}^2$) |



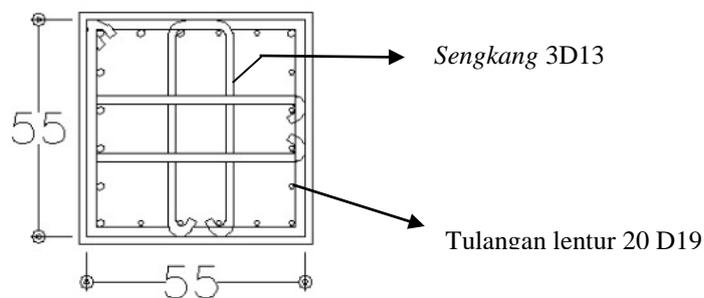
Gambar 3 Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Lapangan Balok 300x550mm

Desain Kolom

Sama halnya dengan balok, kolom didesain dengan menggunakan bantuan *software* ETABS. Dalam contoh desain ini, satu kolom akan dicek kembali secara manual dan *detailing* secara spesifik, sedangkan kolom lainnya didesain langsung menggunakan hasil dari ETABS. Kolom yang akan dicek adalah kolom K2 (55x55 B) yang terletak pada lantai 2, tepat disebelah balok B8 yang telah didesain dan dicek sebelumnya.

Data perencanaan yang digunakan adalah sebagai berikut,

- 1 Mutu baja tulangan, f_y = 420 MPa
- 2 Mutu beton, f'_c = 25 MPa
- 3 Tinggi kolom, H = 550 mm
- 4 Lebar kolom, B = 550 mm
- 5 Tebal selimut beton, p = 40 mm
- 6 Tulangan utama, D = D - 19
- 7 Tulangan sengkang, D_s = D - 13
- 8 A_g = 302500 mm²
- 9 Tinggi Kolom *Gross* = 3500 mm
- 10 Tinggi kolom di *Joint* = 550 mm
- 11 Tinggi kolom Bersih = 2950 mm



Gambar 5 Sketsa Penampang Kolom K2

Tabel 1 Penulangan pada kolom K2

Jenis	Dimensi		Jumlah	A_s (mm ²)
	Diameter (mm)	Luas / bar (mm ²)		
D	19	284	20	5680

Tabel 2 Penulangan *confinement* pada kolom K2

Jenis	Dimensi		Jumlah	A_s (mm ²)
	Diameter (mm)	Luas / bar (mm ²)		
D	13	132,7	3	398,1

Desain Pelat

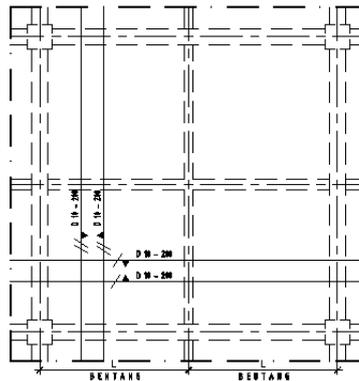
Pelat yang ada harus dicek terlebih dahulu perilakunya, apakah pelat 2 arah atau pelat 1 arah. Dari pengecekan yang dilakukan didapatkan bahwa ada pelat 1 arah maupun 2 arah, sehingga digunakan metode desain pelat 1 & 2 arah dengan koefisien momen SNI 2847-2019.

Diketahui :

- a. $f'c = 25$ MPa
- b. $f_y = 420$ MPa
- c. $L_x = 3250$ mm
- d. $L_y = 3000$ mm
- e. $\phi = 0,9$ (konservatif)

Dapat digunakan tulangan D10-200.

Sketsa penulangan pelat lantai dapat dilihat pada Gambar 5 berikut



Gambar 5 Sketsa penulangan pelat lantai

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Perencanaan Struktur Atas Hotel Laras Asri Salatiga Berdasarkan SNI 1726-2019” Dengan aplikasi Etabs v18. antara lain :

1. Gaya gempa direncanakan berdasarkan SNI 1726-2019 dengan menghasilkan kontrol gaya gempa,
 - a) Kontrol bentuk ragam dan partisipasi massa bangunan sudah terpenuhi pada ragam ke 82 yaitu. Memenuhi syarat partisipasi masa 100% kearah X dan 100% arah Y (melampaui 100%) sesuai SNI 1726-2019 pasal 7.9.1
 - b) Hasil akhir gaya dinamik arah X dan arah Y memenuhi persyaratan sesuai pasal 7.9.2.5.2 SNI 1726-2019
 - c) Kontrol terhadap pembesaran torsi tak terduga yang di desain pada gedung ini harus di hitung, di karenakan ketidak simetrisan pada bangunan tersebut dan semua sudah memenuhi syarat pada gaya gempa arah X dan Y pasal 7.8.4.3 SNI 1726-2019
2. Perencanaan struktur atas pada bangunan tersebut desain sebagai berikut,
 - a) Pelat lantai yang direncanakan adalah dengan ketebalan 125 mm dengan menggunakan tulangan D10-150 mm
 - b) Desain balok yang di tinjau adalah balok dengan dimensi 550x300 mm. Pada tumpuan digunakan tulangan tarik 4D 22 dan tulangan tekan 2D 22 yang dapat menahan momen sebesar 128.29 kNm. Dengan sengkang pada tumpuan dan lapangan 2D10mm-150mm
 - c) Kapasitas gaya aksial dan lentur sudah sesuai persyaratan dalam SNI 2847-2019 pasal 18.7.2. Gaya aksial terfaktor maksimum harus melebihi apa yang sudah di tentukan dalam SNI tersebut. Dengan beban aksial terfaktor maksimum 944 kN pada kolom rasio dimensi penampang memenuhi syarat dengan tulangan jenis 20D19.pada kolom berdimensi 550x550mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul “PERENCANAAN STRUKTUR ATAS TAHAN GEMPA HOTEL LARAS ASRI SALATIGA BERDASARKAN SNI 1726-2019” tersebut dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Ari Sentani, ST, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Dr. Ir.H Sumirin , MS. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
4. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 1727:2013 Peraturan Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [4] Eka, Novita, P (2020). *Desain Bangunan Gedung Menara Balai Kota 8 Lantai Yogyakarta*. Semarang : UNISSULA
- [5] Fajar, M (2020). *Perencanaan Struktur Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Di Solo*. Semarang : UNISSULA
- [6] Imran, I. dan Zulkifli, E. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB Press
- [7] Imran, I dan Hendrik, F. 2016. *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB Press
- [8] Purwono, Rahmat. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press
- [9] Sunggono. 1984. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova
- [10] Wijaya, Taufiq Adi dan Syaiful. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Kantor Terpadu Kabupaten Sukoharjo*. Tugas Akhir Teknik Sipil : Universitas Diponegoro