

**ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI
(STUDI KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)**

SKRIPSI

Luthfil Qolbi Nuryaman

20190010005



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
2024**

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI
(STUDI KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Sipil**

Luthfil Qolbi Nuryaman

20190010005



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2024

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI (STUDI
KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)

NAMA : LUTHFIL QOLBI NURYAMAN

NIM : 20190010005

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Sipil saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi, November 2024



Luthfil Qolbi Nuryaman

Penulis

PERSETUJUAN SKRIPSI

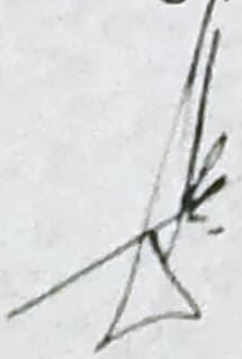
JUDUL : ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI (STUDI
KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)

NAMA : LUTHFIL QOLBINURYAMAN

NIM 20190010005

Skripsi ini telah diperiksa dan
diteliti Sukabumi, Desember 2024

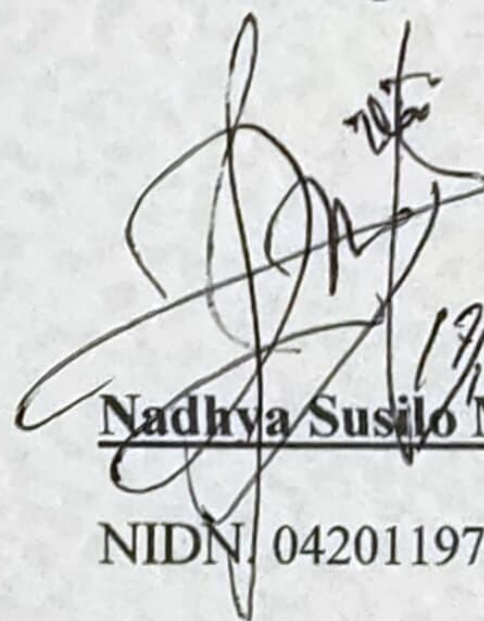
Pembimbing I,



Triono, S. Pd, M.T.

NUPTK. 2754765666137012

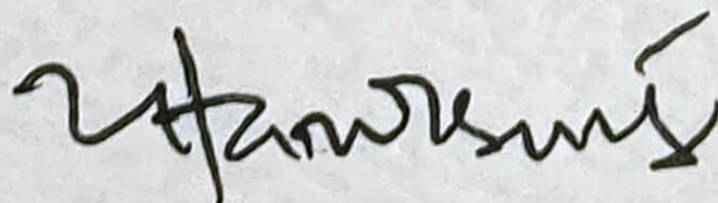
Pembimbing II,



Nadhya Susilo Nugroho, S.T. M.T.

NIDN. 0420119702

Ketua Program Studi,



Ir. Utamy Sukmayu Saputri, M.T., IPP

NIDN. 0422108804

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI (STUDI
KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)

NAMA : LUTHFIL QOLBI NURYAMAN

NIM : 20190010005

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan didepan Dewan Penguji pada Sidang
Skripsi tanggal 11 Oktober 2024, Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai
dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

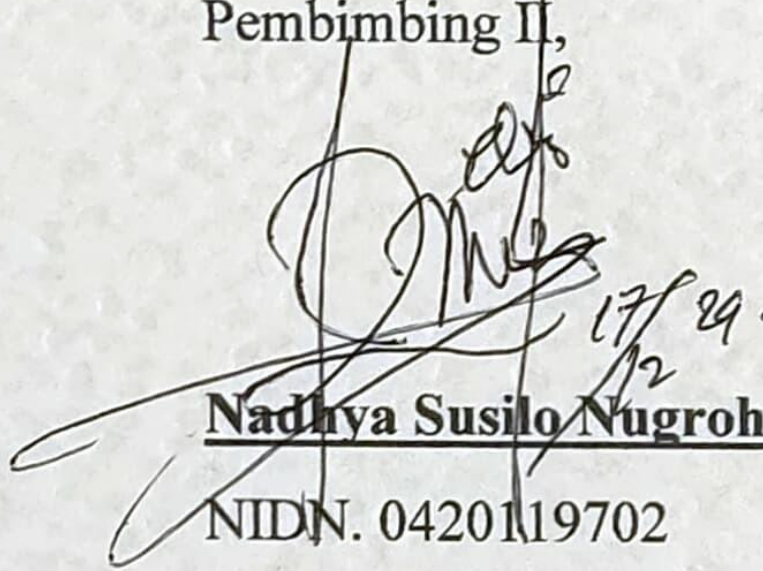
Sukabumi, Desember 2024

Pembimbing I,


Triono, S. Pd, M.T.

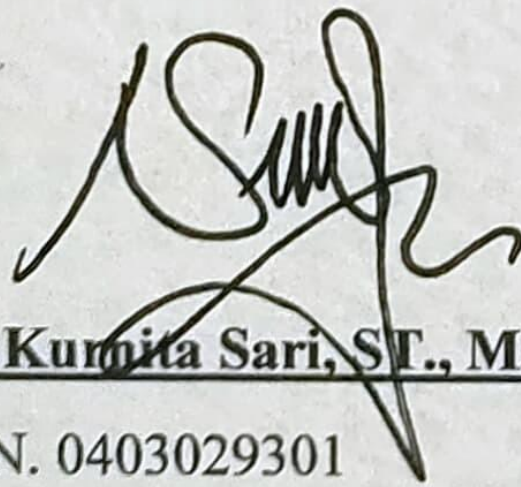
NUPTK. 2754765666137012

Pembimbing II,


Nadhya Susilo Nugroho, S.T. M.T.

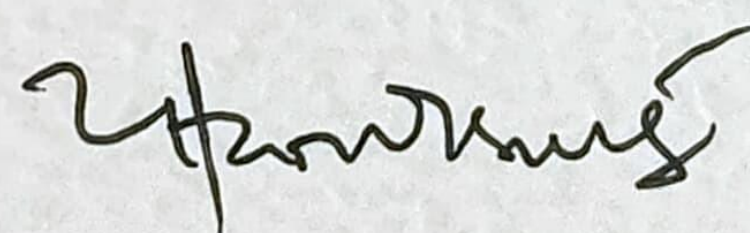
NIDN. 0420119702

Ketua Penguji,


Nita Kumita Sari, ST., M.Eng

NIDN. 0403029301

Ketua Program Studi,


Ir. Utamy Sukmayu Saputri, M.T., IPP

NIDN. 0422108804

PLH. Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain,

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng.

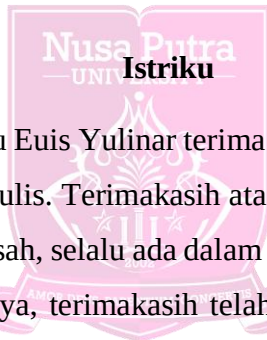
NIDN. 0402037401

HALAMAN PERUNTUKAN

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselasaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang-orang terkasih

Orang Tua

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya kecil ini untuk Kedua Orang Tuaku Bapak Maman Sudarman dan Ibu Rinawati. Terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga doa dan semua hal yang terbaik yang engkau berikan menjadikan ku orang yang baik pula. Terima kasih.



Kepada yang terkasih Istriku Euis Yulinar terima kasih selalu menemani dan selalu menjadi support system penulis. Terimakasih atas dukungan, semangat, serta telah menjadi tempat berkeluh kesah, selalu ada dalam suka maupun duka dan senantiasa selalu sabar menghadapi saya, terimakasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga penyusunan skripsi ini

Dosen Pembimbing

Kepada Bapak Triono, S.Pd., M.T. dan Bapak Nadhya Susilo Nugroho, S.T. M.T. selaku dosen pembimbing skripsi saya, terima kasih banyak sudah membantu selama ini, sudah menasehati, sudah mengajari, dan mengarahkan saya sampai skripsi ini selesai. Semoga apa yang telah diberikan dibalas oleh Allah SWT. Tanpa mereka, karya ini tidak akan pernah tercipta.

ABSTRAK

Kebutuhan akan sarana dan prasarana yang lengkap dan memadai serta bersamaan dengan meningkatnya jumlah siswa dan siswi. SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi berencana melakukan penambahan jumlah lantai pada bangunan gedung dengan kondisi eksisting 1 (satu) lantai. Perlu dilakukan analisis struktur gedung terhadap rencana penambahan lantai baik akibat beban gravitasi maupun pengaruh seismik atau gempa. Hasil dari pemeriksaan struktur eksisting pada kuat tekan beton yang didapatkan dari pengujian metode hammer test dengan nilai rata rata besaran f_{ck} rata-rata yaitu sebesar 25 N/mm² atau K-254,9 Kg/cm². Nilai karakteristik beton dikonversikan pada besaran mutu f_c' dengan satuan Megapascal (MPa) yaitu sebesar 20,75 MPa. Hasil dari analisis struktur portal akibat beban gravitasi dengan dimensi minimum pada balok yaitu untuk tinggi balok adalah 1/16 bentang, struktur portal masih kuat dalam menahan beban yang bekerja, namun struktur portal tidak kuat dalam menahan gempa. Dengan kondisi tersebut maka dimensi balok harus diperbesar. Pada balok B1 dilakukan pembesaran dimensi dengan panjang bentang dibagi 13 (L/13). Sedangkan pada balok B2 dilakukan pembesaran dimensi dengan panjang bentang dibagi 10 (L/10). Hasil dari pembesaran dimensi struktur portal tahan terhadap pengaruh seismik. Kapasitas tegangan geser dan torsi yang bekerja bersamaan pada balok lebih besar dari pada tegangan ultimit yang terjadi. Pada analisis dengan program Etabs jumlah ragam dan partisi massa menunjukkan hasil diatas 90%. Simpangan antar lantai yang terjadi tidak melebihi batas yang diizinkan. Maka untuk desain struktur tahan gempa dapat dilakukan peninjauan kembali pada standar dimensi minimum.

KATA KUNCI

Analisis Struktur, Hammer Test, Beban Gravitasi, Pengaruh Seismik, Program Etabs, Jumlah Ragam, Partisipasi Massa, Simpangan Antar Lantai.

ABSTRACT

The need for complete and adequate facilities and infrastructure coincides with the increasing number of students and students. SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi plans to increase the number of floors in the existing building with 1 (one) floor. It is necessary to carry out a building structure analysis of the plan for adding floors both due to gravity loads and seismic or earthquake influences. The results of the inspection of the existing structure on the compressive strength of the concrete were obtained from the hammer test method with an average FCK value of 25 N/mm² or K-254.9 Kg/cm². The characteristic value of concrete is converted to f_c' quality in Megapascal (MPa) units, namely 20.75 MPa. The results of the analysis of the portal structure due to gravity loads with minimum dimensions on the beam, namely for the beam height is 1/16 span, the portal structure is still strong in withstanding the working load, but the portal structure is not strong in withstanding earthquakes. Under these conditions, the beam dimensions must be enlarged. On beam B1, dimensions are enlarged by dividing the span length by 13 (L/13). Meanwhile, on beam B2, the dimensions are enlarged by dividing the span length by 10 (L/10). The results of increasing the dimensions of the portal structure are resistant to seismic effect. The shear stress capacity and torque acting simultaneously on the beam are greater than the ultimate stress that occurs. In the analysis with the Etabs program, the number of variations and mass partition showed results above 90%. Deviations between floors that occur do not exceed the permitted limits. So for earthquake resistant structural design, a review of the minimum dimensional standards can be carried out.

KEYWORD

Structural Analysis, Hammer Test, Gravity Load, Seismic effect, Etabs Program, Number of Variations, Mass Participation, Deviations Between Floors.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT. berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI (STUDI KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)”**.

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ::

1. Bapak Dr. Kurniawan. ST.,M.Si.,MM., selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Bapak Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra.
3. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri,S.T.,M.T.,IPP selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Putra.
4. Bapak Triono, S.Pd., M.T. Pembimbing 1, yang selalu memberi arahan, bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
5. Bapak Nadhya Susilo Nugroho, S.T. M.T. Pembimbing 2, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
6. Ibu Nita Kurnita Sari, ST., M.Eng selaku Dosen Penguji, atas saran, dan masukan yang diberikan.
7. Segenap dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Putra yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Ibu, Bapak, dan Istri tercinta yang selalu memberikan dukungan tiada henti, saudara saudara kami, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan YME berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Sukabumi, November 2024

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas Nusa Putra, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luthfil Qolbi Nuryaman

NIM : 20190010005

Program Studi : Teknik Sipil

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KAPASITAS DAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG TERHADAP RENCANA PENAMBAHAN LANTAI (STUDI KASUS GEDUNG SMP-ITQ AL-FATH SUKABUMI)

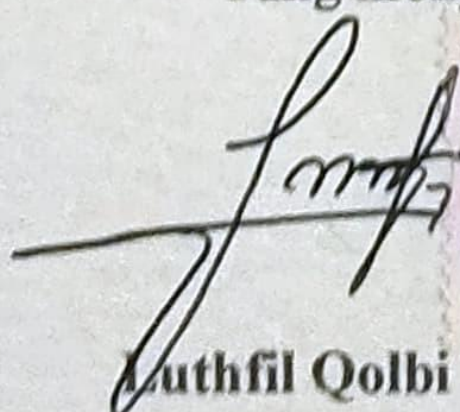
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 29 November 2024

Yang menyatakan



Luthfil Qolbi Nuryaman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN PERUNTUKAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN PENELITIAN.....	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Analisis Struktur.....	10

2.2.2	Beban Yang Bekerja.....	10
2.2.3	Kombinasi Pembebanan	22
2.2.4	Struktur Beton Bertulang.....	23
2.2.5	Material Beton Bertulang	24
2.2.6	Struktur Atas Pada Gedung	26
2.2.7	Pengujian <i>Non-Destructive Test</i> (NDT)	27
2.2.8	Pengujian Permukaan Beton Dengan <i>Schmidt Hammer Test</i>	27
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Umum.....	29
3.2	Lokasi Penelitian	29
3.3	Pengumpulan Data	29
3.3.1	Data primer.....	30
3.3.2	Data sekunder	30
3.4	Observasi dan Pengujian Lapangan	31
3.4.1	Pemeriksaan Dimensi Elemen Struktur dan Ruang	31
3.4.2	Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan <i>Hammer Test</i>	31
3.4.3	Pemeriksaan Diameter Tulangan Kolom.....	32
3.5	Tahapan Penelitian	32
3.5.1	Studi Literatur.....	33
3.5.2	Pengumpulan Data.....	33
3.5.3	Analisis Struktur Pelat.....	33
3.5.4	Pradesain Struktur Portal.....	33
3.5.5	Analisis Kombinasi Beban Gravitasi dan Pengaruh Seismik.....	33
3.5.6	Evaluasi Struktur Tahan Gempa.....	34
3.5.7	Desain Tulangan Struktur Atas	34

3.5.8	Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>).....	34
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Survei Struktur Bangunan Eksisting	36
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Dimensi Elemen Struktur Eksisting.....	36
4.1.2	Hasil Pengujian Kuat Beton Dengan Hammer Test	37
4.2	Analisis Struktur Kolom Eksisting.....	40
4.2.1	Analisis Struktur Kolom K1.....	40
4.2.2	Analisis Struktur Kolom K2.....	41
4.3	Pradesain Struktur Portal Lantai Baru.....	44
4.3.1	Desain Struktur Balok	44
4.3.2	Desain Struktur Kolom.....	46
4.3.3	Mutu Material Struktur Portal	46
4.4	Analisis Struktur Portal Pada Lantai Baru	47
4.4.1	Perhitungan Pembebanan Pada Portal	47
4.4.2	Parameter Beban Gempa Pada Struktur Portal.....	50
4.4.3	Input Beban Gempa Statis Dengan Program Etabs.....	57
4.4.4	Input Beban Gempa Dinamis Dengan Program Etabs	57
4.4.5	Kombinasi Pembebanan	59
4.4.6	Analisis Struktur Balok B1.....	60
4.4.7	Analisis Struktur Balok B2.....	65
4.4.8	Analisis Struktur Kolom K1.....	69
4.4.9	Analisis Struktur Kolom K2.....	79
4.4.10	Resume Hasil Analisis Struktur Akibat Pengaruh Seismik.....	88
4.5	Evaluasi Struktur Portal Tahan Gempa	89
4.5.1	Evaluasi Struktur Balok B1.....	90

4.5.2	Evaluasi Struktur Balok B2.....	99
4.5.3	Resume Hasil Evaluasi Struktur Balok	109
4.5.4	Analisis Jumlah Ragam Dan Partisipasi Massa	110
4.5.5	Gaya Geser Dasar	111
4.5.6	Kontrol Simpangan Antar Lantai.....	112
4.6	Analisis Struktur Pelat Lantai Tiga	115
4.6.1	Mutu Material.....	115
4.6.2	Menentukan Tipe Pelat Lantai.....	115
4.6.3	Menentukan Ketebalan Pelat Lantai.....	116
4.6.4	Perhitungan Pembebanan Pelat Lantai	119
4.6.5	Perhitungan Momen Pelat Lantai	120
4.6.6	Perhitungan Penulangan Pelat Lantai.....	122
BAB 5	PENUTUP.....	126
5.1	Kesimpulan.....	126
5.2	Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA		129
LAMPIRAN 1 SURVEI DAN PENGUJIAN		132
LAMPIRAN 2 GAMBAR EKSISTING		141
LAMPIRAN GAMBAR RENCANA DESAIN.....		142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian terkait.....	6
Tabel 2.2	Berat Bahan Material.....	11
Tabel 2.3	Berat Komponen Gedung.....	11
Tabel 2.4	Beban Hidup.....	12
Tabel 2.5	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung.....	19
Tabel 2.6	Kategori Klasifikasi situs	20
Tabel 2.7	Koefisien situs, F_a	21
Tabel 2.8	Koefisien situs F_v	21
Tabel 2.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan SDS.....	22
Tabel 2.10	Ukuran baja tulangan beton polos.....	25
Tabel 2.11	Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir	26
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan dimensi elemen struktur eksisting.....	36
Tabel 4.2	Hasil pengukuran diameter tulangan kolom.....	37
Tabel 4.3	Rekapitulasi hasil <i>hammer test</i> pada elemen struktur	39
Tabel 4.4	Gaya dalam pada kolom pada lantai 1.....	40
Tabel 4.5	Rekapitulasi kapasitas Aksial dan Momen kolom K1.....	40
Tabel 4.6	Gaya dalam kolom K2 pada lantai 1 akibat pengaruh seismik.....	41
Tabel 4.7	Rekapitulasi kapasitas Aksial dan Momen kolom K2.....	42
Tabel 4.8	Tebal minimum balok non-prategang	44
Tabel 4.9	Pradesain untuk balok balok struktur – B1.....	45
Tabel 4.10	Pradesain untuk balok struktur – B2	45
Tabel 4.11	Kategori risiko bangunan gedung untuk beban gempa	51

Tabel 4.12	Faktor keutamaan gempa.....	51
Tabel 4.13	Menentukan Klasifikasi situs dengan Nilai N SPT	52
Tabel 4.14	Koefisien situs F_a	53
Tabel 4.15	Koefisien situs F_v	54
Tabel 4.16	Kategori desain seismik berdasarkan SDS	55
Tabel 4.17	Kategori desain seismik dan resiko kegempaan	55
Tabel 4.18	Parameter Periode Pendekatan	55
Tabel 4.19	Parameter Respons Spektrum.....	56
Tabel 4.20	Kombinasi Pembebanan	59
Tabel 4.21	Momen dan geser pada balok - B1.....	60
Tabel 4.22	Gaya dalam pada balok B1.....	63
Tabel 4.23	Momen dan geser pada balok – B2	65
Tabel 4.24	Gaya dalam pada balok B2.....	67
Tabel 4.25	Gaya Aksial, Momen dan geser pada kolom K1.....	69
Tabel 4.26	Gaya dalam pada kolom pada lantai 2.....	71
Tabel 4.27	Gaya dalam pada kolom pada lantai 3.....	72
Tabel 4.28	Rekapitulasi kapasitas Aksial dan Momen kolom K1.....	78
Tabel 4.29	Gaya ultimit pada kolom K1 yang ditinjau	78
Tabel 4.30	Gaya Aksial, Momen dan geser pada kolom K2 akibat seismik.....	79
Tabel 4.31	Gaya dalam kolom K2 pada lantai 2	81
Tabel 4.32	Gaya dalam kolom K2 pada lantai 3	81
Tabel 4.33	Rekapitulasi kapasitas Aksial dan Momen kolom K2.....	87
Tabel 4.34	Gaya ultimit pada kolom K2 yang ditinjau	87
Tabel 4.35	Momen lentur dan gaya geser pada balok - B1.....	90
Tabel 4.36	Gaya dalam pada balok B1 akibat beban	93

Tabel 4.37	Momen lentur dan gaya geser pada balok – B2	100
Tabel 4.38	Gaya dalam pada balok B2 akibat beban gempa terfaktor	101
Tabel 4.39	Hasil Evaluasi Desain Balok B1	109
Tabel 4.40	Hasil Evaluasi Desain Balok B2	110
Tabel 4.41	Tabel Gaya Geser Dasar	112
Tabel 4.42	Batasan Simpangan Antara Tingkat	112
Tabel 4.43	Hasil defleksi antar lantai arah x	113
Tabel 4.44	Hasil defleksi antar lantai arah y	113
Tabel 4.45	Hasil simpang antar lantai arah x	114
Tabel 4.46	Hasil simpang antar lantai arah y	114
Tabel 4.47	Tipe pelat yang digunakan.....	116
Tabel 4.48	Tebal minimum pelat dua arah dengan balok pada semua sisinya	116
Tabel 4.49	Rumus perhitungan ketebalan pelat berdasarkan hasil α_{fm}	118
Tabel 4.50	Nilai koefisien momen pelat berdasarkan PBI 1971	121
Tabel 5.1	Hasil <i>Hammer Test</i> titik K1 As D-2.....	133
Tabel 5.2	Hasil <i>Hammer Test</i> titik K2 As E-3	134
Tabel 5.3	Hasil <i>Hammer Test</i> titik K1 As C-10	135
Tabel 5.4	Hasil <i>Hammer Test</i> titik K1 As A-5.....	136
Tabel 5.5	Hasil <i>Hammer Test</i> titik B1 As D-5, E-5	137
Tabel 5.6	Hasil <i>Hammer Test</i> titik B2 As C-10	138
Tabel 5.7	Hasil <i>Hammepr Test</i> titik As D-5, E-5.....	139
Tabel 5.8	Hasil <i>Hammer Test</i> titik As C-7, D-7.....	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta PGA MCEg.....	19
Gambar 2.2	Alat Hammer Test.....	28
Gambar 3.1	Lokasi Kegiatan Penelitian	29
Gambar 3.2	Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.1	Pengukuran dimensi elemen struktur.....	36
Gambar 4.2	Pengukuran diameter tulangan.....	37
Gambar 4.3	Pengujian <i>Hammer test</i> pada kolom dan pelat.....	38
Gambar 4.4	Sampel pengujian <i>Hammer test</i> pada kolom	38
Gambar 4.5	Diagram interaksi kolom K1 eksisting akibat beban	41
Gambar 4.6	Diagram interaksi kolom K2 eksisting akibat beban	42
Gambar 4.7	Tipe Balok Struktur	44
Gambar 4.8	Dimensi balok.....	44
Gambar 4.9	Distribusi beban pelat lantai pada balok	47
Gambar 4.10	Input Beban mati tambahan pada pelat (SIDL).....	48
Gambar 4.11	Input Beban mati dinding pada balok (DL)	48
Gambar 4.12	Input Beban mati pada atap.....	49
Gambar 4.13	Input beban hidup lantai pada pelat lantai.....	50
Gambar 4.14	Input beban hidup atap.....	50
Gambar 4.15	Nilai Parameter Gempa	52
Gambar 4.16	Kurva Respon Spektrum	56
Gambar 4.17	Input beban gempa statik arah sumbu x.....	57
Gambar 4.18	Input beban gempa statik arah sumbu y.....	57
Gambar 4.19	Input data respon spektrum	58

Gambar 4.20	Input beban respon spektrum sumbu X.....	58
Gambar 4.21	Input beban respon spektrum sumbu Y.....	59
Gambar 4.22	Desain Kolom K1.....	69
Gambar 4.23	Diagram interaksi kolom K1 akibat beban.....	78
Gambar 4.24	Desain Kolom K1.....	79
Gambar 4.25	Diagram Interaksi Kolom K2 akibat beban	88
Gambar 4.26	Kontrol kapasitas portal dengan Etabs.....	89
Gambar 4.27	Balok B1 dilantai baru	99
Gambar 4.28	Balok B2 dilantai baru	108
Gambar 4.29	Jumlah Ragam Dan Partisipasi Massa	111
Gambar 4.30	Geser dasar gempa statis dan dinamis.....	111
Gambar 4.31	Hasil defleksi antar lantai arah x (kurva biru).....	113
Gambar 4.32	Hasil defleksi antar lantai arah x (kurva merah)	114
Gambar 4.33	Tipe Pelat Lantai	115
Gambar 4.34	Penampang Pelat Lantai.....	117
Gambar 4.35	Momen pada pelat 2 arah.....	120



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sarana dan prasarana pendidikan merupakan hal yang penting untuk menunjang keberlangsungan pembelajaran bagi siswa dan siswi untuk mencapai tujuan pendidikan. Maka dari itu untuk mencapai tujuan pendidikan harus didukung oleh sarana dan prasarana yang lengkap dan memadai. Kelengkapan sarana dan prasarana sekolah salah satunya adalah bangunan gedung untuk proses pembelajaran. Bangunan sekolah sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan pendidikan di Indonesia menjadi suatu infrastruktur yang sudah seharusnya ada di setiap daerah di Indonesia [1]. Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2022 Tentang Petunjuk Operasional Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Pendidikan Sub Bidang SMP, pembangunan prasarana pembelajaran dan prasarana penunjang SMP meliputi : pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB); pembangunan ruang perpustakaan; pembangunan ruang laboratorium ilmu pengetahuan alam (IPA); pembangunan toilet (jamban) beserta sanitasinya; pembangunan ruang pusat sumber pendidikan inklusif; pembangunan ruang laboratorium komputer; pembangunan ruang tata usaha; pembangunan ruang UKS; dan/atau pembangunan rumah dinas guru [2]. SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi mengalami peningkatan jumlah siswa dan siswi. Kebutuhan akan sarana dan prasarana yang lengkap dan memadai serta bersamaan dengan meningkatnya jumlah siswa dan siswi, maka SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi bermaksud untuk melakukan penambahan ruang.

Pembangunan gedung baru dapat dilakukan dilahan yang tersedia dengan luas area yang mencukupi. Namun sebagai wujud efisiensi terhadap lahan yang tersedia, pembangunan ruang dapat dilakukan secara vertikal dengan cara menambah jumlah lantai pada bangunan gedung eksisting. Penambahan lantai atau alih fungsi bangunan dapat menyebabkan beban tambahan pada elemen struktur bangunan eksisting seperti kolom, balok, dan pondasi. Perkuatan struktur bangunan harus dipertimbangkan ketika sebuah bangunan mengalami perubahan atau penambahan

dalam segi pembebanan yang dapat berupa penambahan lantai gedung, alih fungsi bangunan, perubahan tata ruang bangunan [3].

Indonesia merupakan daerah pertemuan 3 (tiga) lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Indo-Australia. Hal ini menjadikan Indonesia berada pada daerah rawan gempa, baik gempa skala kecil maupun skala besar [4]. Selain penambahan beban lantai baru, pengaruh seismik juga harus diperhatikan mengingat wilayah Indonesia merupakan negara dengan potensi tinggi terjadinya gempa bumi. Ini mengisyaratkan bahwa perlu adanya upaya preventif untuk memitigasi serta meminimalisir dampak terjadinya gempa bumi pada struktur bangunan gedung. Salah satunya adalah gedung sekolah yang termasuk ke dalam kategori IV risiko bangunan menurut SNI 1726:2019 [5].

SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi berencana melakukan penambahan jumlah lantai pada bangunan gedung dengan kondisi eksisting 1 (satu) lantai. Pada bangunan gedung tersebut pihak sekolah mengklaim bahwa struktur bangunan gedung tersebut sebelumnya telah dipersiapkan dengan kemampuan menopang beban 3 lantai. Pemasalahan yang dihadapi adalah apakah struktur bangunan eksisting tersebut kuat untuk menopang beban 3 (tiga) lantai mengingat tidak ada data analisis strukturnya. Mengenai kekuatan struktur, komponen seperti kolom, balok, dan pelat, masing-masing diperlukan analisa struktur pembebanan dan dimensi yang akurat [6].

Metode pada penelitian ini yaitu dengan menganalisis beban gravitasi dan pengaruh seismik baik pada struktur eksisting maupun pada desain struktur diatasnya. Perencanaan struktur beton bertulang sangatlah rumit ketika menggunakan metode konvensional [7]. Maka dari itu dalam penelitian ini analisis struktur dibantu dengan program bantu Etabs untuk pemodelan struktur dan perhitungan gaya yang bekerja. Desain struktur diharapkan memiliki desain yang optimal dengan dimensi yang cukup dalam menahan beban ultimit.

Maka setelah melihat latar belakang diatas penulis tertarik untuk membuat penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas dan Desain Struktur Gedung Terhadap Rencana Penambahan Lantai (Studi kasus Gedung SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi).

1.2 Rumusan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan tidak meluas pada penjelasan yang lain, penulis mencoba untuk merumuskan masalah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini. Berikut adalah rumusan masalahnya, yaitu :

1. Bagaimana kualitas kuat tekan beton pada struktur bangunan eksisting SMP-ITQ Al-Fath ?
2. Bagaimana kemampuan struktur atas bangunan eksisting SMP-ITQ Al-Fath terhadap rencana penambahan lantai akibat kombinasi beban gravitasi dan pengaruh seismik ?
3. Bagaimana desain struktur gedung sekolah SMP-ITQ Al-Fath yang tahan gempa ?
4. Bagaimana desain struktur pada lantai baru yang akan dibangun diatas bangunan eksisting SMP-ITQ Al-Fath ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengevaluasi keseragaman kuat beton serta untuk memperkirakan nilai kuat tekan beton pada struktur bangunan eksisting SMP-ITQ Al-Fath menggunakan metode *hammer test*.
2. Menganalisis kemampuan struktur portal pada bangunan eksisting SMP-ITQ Al-Fath terhadap rencana penambahan lantai akibat kombinasi beban gravitasi dan pengaruh seismik.
3. Menganalisis desain struktur gedung SMP-ITQ Al-Fath yang tahan gempa.
4. Merencanakan desain struktur pada lantai baru meliputi desain penulangan pada pelat, balok, dan kolom.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat dengan mempertegas cakupan dan ruang lingkup penelitian sehingga penulis tidak keluar dari pokok pembahasan dan batasan yang sudah ditentukan. Berikut ini adalah batasan masalah pada penelitian ini :

1. Observasi penelitian yang dilakukan adalah hanya pada salah satu bangunan gedung sekolah SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi dengan kondisi terbangun 1 (satu) lantai dengan struktur beton bertulang.

2. Analisis struktur berfokus struktur atas pada desain bangunan baru meliputi kolom, balok, dan pelat lantai.
3. Analisis pada struktur eksisting meliputi kolom pada lantai 1 (satu). Pada balok eksisting tidak dilakukan analisis dengan asumsi dimensi pradesain sama dengan dimensi eksisting.
4. Tidak meninjau struktur bawah atau pondasi.
5. Tidak mendesain struktur rangka atap.
6. Hanya memperhitungkan kapasitas struktur berdasarkan kombinasi pembebanan antara lain beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
7. Evaluasi kuat tekan beton eksisting dilakukan dengan metode *Hammer Test*. Untuk mutu dan desain penulangan struktur eksisting mengacu pada gambar terbangun (*as-built drawing*)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui perkiraan nilai kuat tekan beton pada struktur bangunan eksisting menggunakan metode *hammer test*.
2. Dapat mengetahui kemampuan struktur portal pada bangunan eksisting terhadap rencana penambahan lantai akibat kombinasi beban gravitasi dan pengaruh seismik.
3. Mendapatkan hasil desain struktur yang tahan gempa pada bangunan gedung SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi.
4. Mendapatkan hasil desain penulangan pada pelat, balok, dan kolom pada bangunan gedung SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi.

1.6 Sistematika Penulisan

Materi-materi yang terdapat dalam skripsi ini, dikelompokkan menjadi beberapa bagian agar lebih mudah dimengerti pembahasannya. Adapun pengelompokan materi dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bagian awal dari skripsi yang memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan mengenai landasan teori dan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya sebagai landasan untuk mengerjakan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai metode penelitian, prosedur penelitian serta uraian mengenai tahap-tahap pekerjaan yang dilakukan penulis dalam mengerjakan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas permasalahan pada tugas akhir dan menganalisis data-data yang didapatkan sehingga dapat memperoleh hasil yang diinginkan.

BAB V PENUTUP

Menjelaskan mengenai kesimpulan akhir penelitian dan saran-saran yang direkomendasikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan untuk perbaikan proses pengujian selanjutnya.



BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Hasil dari pemeriksaan kuat tekan beton dengan menggunakan metode *non-destructif test* (NDT) dengan alat hammer test menunjukkan hasil yang relatif seragam. Dari keseluruhan hasil uji didapat nilai perkiraan kuat tekan beton dengan besaran f_c karakteristik rata-rata yaitu sebesar 25 N/mm^2 atau $254,9 \text{ Kg/cm}^2$. Nilai karakteristik beton dikonversikan pada besaran mutu f_c' dengan satuan Megapascal (MPa) yaitu sebesar 20,75 MPa.
2. Berdasarkan pradesain mengacu pada SNI 2847:2019 untuk dimensi minimum pada balok yaitu untuk tinggi balok adalah 1/16 bentang. Hasil tegangan geser dan torsi yang terjadi pada balok tipe B1 yaitu sebesar 4,081 MPa melebihi kapasitas tegangan maksimal yaitu 2,836 MPa. Hasil tegangan geser dan torsi yang terjadi pada balok tipe B2 yaitu sebesar 2,881 MPa melebihi kapasitas tegangan maksimal yaitu 2,836 MPa. Hasil lain ditunjukkan juga pada analisis dengan program Etabs. Hasil running Etabs menunjukkan balok mengalami O/S atau overstress. Dengan kondisi tersebut maka dimensi balok harus diperbesar agar memenuhi kriteria struktur tahan gempa.
3. Agar desain struktur tahan terhadap gempa pada balok B1 dilakukan pembesaran dimensi dengan panjang bentang dibagi 13 ($L/13$). Sedangkan pada balok B2 dilakukan pembesaran dimensi dengan panjang bentang dibagi 10 ($L/10$). Hasil dari pembesaran dimensi struktur portal tahan terhadap pengaruh seismik. Kapasitas tegangan geser dan torsi yang bekerja bersamaan pada balok tipe B1 yaitu 2,836 MPa lebih besar dari pada tegangan ultimit yang terjadi yaitu sebesar 2,525 MPa. Kapasitas tegangan geser dan torsi yang bekerja bersamaan pada balok tipe B2 yaitu 1,624 MPa. lebih besar dari pada tegangan ultimit yang terjadi yaitu sebesar 2,525 MPa. Pada analisis jumlah ragam

dan partisi massa menunjukkan hasil diatas 90% yaitu sebesar 97,7%. Simpangan antar lantai yang terjadi adalah 52,389 mm tidak melebihi batas yang diizinkan yaitu sebesar 60 mm. Maka untuk desain struktur tahan gempa dapat dilakukan peninjauan kembali pada standar dimensi minimum.

4. Dari hasil analisis desain struktur didapatkan dimensi dan desain tulangan sebagai berikut.

a. Pelat Lantai tipe A

Dimensi pelat lantai dengan ketebalan 120 mm tulangan tumpuan dan lapangan yang dipakai pada Arah x = $\varnothing 10 - 150$, dan Arah y = $\varnothing 10 - 150$.

b. Pelat Lantai tipe B

Dimensi pelat lantai dengan ketebalan 120 mm tulangan tumpuan dan lapangan yang dipakai pada Arah x = $\varnothing 10 - 150$, dan Arah y = $\varnothing 10 - 150$. Dapat dilihat pada

c. Balok B1

Dimensi Balok dengan ukuran 350 x 700 cm tulangan lentur tumpuan negatif digunakan tulangan 5- $\varnothing 16$ mm, dan tumpuan positif digunakan tulangan 4- $\varnothing 16$ mm. Sedangkan tulangan lentur lapangan negatif digunakan tulangan 4- $\varnothing 16$ mm, dan tumpuan positif digunakan tulangan 4- $\varnothing 16$ mm. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\varnothing 10 - 90$, sedangkan untuk lapangan adalah $\varnothing 10 - 250$

d. Balok B2

Dimensi Balok dengan ukuran 250 x 400 cm tulangan lentur tumpuan negatif digunakan tulangan 3- $\varnothing 16$ mm, dan tumpuan positif digunakan tulangan 2- $\varnothing 16$ mm. Sedangkan tulangan lentur lapangan negatif digunakan tulangan 2- $\varnothing 16$ mm, dan tumpuan positif digunakan tulangan 2- $\varnothing 16$ mm. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\varnothing 8 - 90$, sedangkan untuk lapangan adalah $\varnothing 8 - 175$.

e. Kolom K1

Dimensi Kolom dengan ukuran 400 x 400 cm tulangan lentur digunakan tulangan 12-Ø16 mm. Tulangan geser yang dipakai adalah Ø10 – 150.

f. Kolom K2

Dimensi Kolom dengan ukuran 300 x 300 cm tulangan lentur digunakan tulangan 8-Ø16 mm. Tulangan geser yang dipakai adalah Ø8 – 150.

5.2 Saran

Adapun saran atau rekomendasi yang dapat disampaikan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk cakupan observasi pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan pada bangunan gedung sekolah SMP-ITQ Al-Fath Sukabumi yang lainnya serta menyeluruh.
2. Untuk analisis struktur atas pada bangunan dapat ditambahkan perencanaan desain struktur tangga beton bertulang dan ringbalk beton bertulang.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis terhadap kapasitas daya dukung pondasi dan tegangan yang diizinkan.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan desain struktur atap.
5. Dapat ditambahkan perhitungan gempa statik ekuivalen dan metode analisis seismik lanjutan berbasis kinerja.
6. Dalam penyelidikan kuat tekan beton dapat dilakukan metode yang lebih detail dan berbasis *destructif* seperti core drill dan uji lab.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hidayat, M. Danur, A. Pratama, and N. S. Nugroho, “Estimasi Biaya Rehabilitasi Berat pada Bangunan Sekolah Menggunakan Metode Cost Significant Model,” *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 4, no. 2, pp. 181–194, 2022, doi: 10.52005/teslink.v115i1.xxx.
- [2] Peraturan Mendikbudristek RI No. 3 2022, “Petunjuk Operasional Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Pendidikan,” *Peraturan Mendikbudristek RI*, 2022.
- [3] V. Horse and A. J. Saputra, “Analisis Dampak Penambahan Lantai Terhadap Perkuatan Struktur Kolom dan Pondasi Bangunan Ruko 9 Lantai,” *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 142–156, 2024, doi: 10.52005/teslink.v115i1.xxx.
- [4] B. Natalia Sitohang and S. Abdul Rahman Sidik Hasibuan, “Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Gedung Apartemen Princeton Boutique Living Medan,” *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 2, pp. 117–126, 2023, doi: 10.52005/teslink.v115i1.xxx.
- [5] H. H. Septiani and S. Mentari, “Analisis Perilaku Gedung Sekolah Dasar Negeri 06 Cijantung terhadap Beban Gempa Menggunakan Metode Respon Spektrum,” *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 194–206, 2024, doi: 10.52005/teslink.v115i1.xxxx.
- [6] R. Iqbal Rahmatullah Saepudin Putra, C. Suhendi, and Paikun, “Perencanaan Gedung Sekolah Menengah Atas Dengan Sistem Pelat Satu Arah Dan Dua Arah,” *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Nusa Putra (J-TESLINK)*, vol. 1, no. 2, p. 2020, 2020, [Online]. Available: <https://teslink.nusaputra.ac.id>
- [7] S. Fauji, Paikun, C. Suhendi, and L. Oksri, “Perencanaan Struktur Rangka Batang Menggunakan Metode Building Information Modeling (BIM) dan Konvensional,” *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, pp. 62–73, 2021.

- [8] Arbi Nicko, “Pengaruh Penambahan Lantai Terhadap Kolom Pendek Akibat Kombinasi Beban Aksial Dan Lateral,” 2019.
- [9] A. J. Sumajouw, R. Pandaleke, and S. E. Wallah, “Perbandingan Kuat Tekan Menggunakan Hammer Test Pada Benda Uji Portal Beton Bertulang Dan Menggunakan Mesin Uji Kuat Tekan Pada Benda Uji Kubus,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 11, pp. 941–948, 2018.
- [10] K. H. F. Sari, V. A. Noorhidana, F. Alami, L. Irianti, and D. M. Helmi, “Evaluasi struktur kolom gedung 2 lantai eksisting terhadap rencana penambahan beban 2 lantai di atasnya dan beban gempa,” 2021.
- [11] M. Rizki, “Analisis Perbaikan Dan Perkuatan Bangunan Akibat Penambahan Lantai Dengan Metode Concrete Jacketing,” Depok, Jun. 2010.
- [12] H. Subagio, Krisnamurti, and Paksitya Purnama Putra, “Evaluasi Penambahan Jumlah Lantai Pada Gedung Perkuliahan Fakultas Teknik Universitas Jember,” *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, May 2021, doi: 10.22225/pd.10.1.1965.1-12.
- [13] SNI 1727:2020, “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain,” *Badan Standarisasi Nasional*, 2020.
- [14] PPPURG 1987, “Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1.3.5.3-1987),” *Departemen Pekerjaan Umum*, 1987.
- [15] SNI 1726:2019, “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung,” *Badan Standarisasi Nasional*, 2019.
- [16] SNI 2847:2019, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan,” *Badan Standarisasi Nasional*, 2019.
- [17] SNI 2052:2017, “Baja Tulangan Beton,” *Badan Standarisasi Nasional*, 2017, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [18] S. I. Naryono, “Analisa Pengelasan Dingin Dengan Menggunakan Metode High Frequency Electrical Resistance Welding Pada Proses Pembuatan Pipa Baja STKM 13B,” 2019.

- [19] Khoeri Heri, “Non-Destructive Test Terhadap Semi Destructive Test Pada Shear Wall Beton Bertulang,” *Jurnal Konstruksia*, vol. 7, no. No. 2, pp. 1–12, 2016.
- [20] SNI 03-4430-1997, “Metode pengujian elemen struktur beton dengan alat palu beton tipe N dan NR,” *Badan Standarisasi Nasional*, 1997.
- [21] Arfiadi Yoyong, “Diagram Interaksi Perancangan Kolom Dengan Tulangan Pada Empat Sisi Berdasarkan SNI 2847:2013 Dan ACI 318M-11,” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 13, no. No. 4, pp. 268–290, Apr. 2016.

