

SUSTAINABILITY OF FOREST CITY FOR THE NEW STATE CAPITAL



KoNTekS 17

Konferensi Nasional Teknik Sipil

PROSIDING

ISSN 3031 - 6308

16- 17 NOVEMBER 2023

KAMPUS UNIVERSITAS BALIKPAPAN

JL. PUPUK RAYA NO.01 RT.16

KEL. DAMAI BAHAGIA KEC. BALIKPAPAN SELATAN

KOTA BALIKPAPAN, 76114, KALIMANTAN TIMUR

IKN NUSANTARA

Diselenggarakan atas kerjasama :



KoNTekS 17

Konferensi Nasional Teknik Sipil

PROSIDING

I S S N 3 0 3 1 - 6 3 0 8

SUSTAINABILITY OF FOREST CITY FOR THE NEW STATE CAPITAL

16 - 17 November 2023
Kampus Universitas Balikpapan
JL. Pupuk Raya No.01 RT.16
Kel. Damai Bahagia
Kec. Balikpapan Selatan
Kota Balikpapan, 76114
Kalimantan Timur

Editor :

Dr. Ir. Andi Marini Indriani, S.T., M.T., IPM.
Agus Fitrianto, S.T., M.Si.
Atik Adinda, S.T., M.T.
Sabrina Aisyah Putri U.H

Editorial Team

STREERING COMMITEE:

1. Prof.Ir.Yoyong Arfiadi,M.Eng.Ph.D (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
2. Ir. Ida Ayu Made Budiwati, M.Sc., Ph.D. (Universitas Udayana)
3. Dr. Ir. Hermawan, ST., MT (Universitas Katolik Soegijapranata)
4. Prof. Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, M.T (Universitas Pelita Harapan)
5. Dr. Aksan Kawanda, ST, MT. (Universitas Trisakti)
6. Dr. techn. Indra Noer Hamdhan, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional)
7. Ir. Maslina, M.M., M.T (Universitas Balikpapan)
8. Budi Yulianto, ST., MSc., PhD. (Universitas Sebelas Maret)
9. Dr. Ir. Wati A Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanegara)

ORGANIZING COMMITEE:

1. Ir. Gunaedy Utomo S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
2. Dr. Ir. Andi Marini, S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
3. Dr. Ir. Imam Basuki, MT. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
4. Dr. Ing. Jack Widjajakusuma (Universitas Pelita Harapan)
5. Dr. Ir. Hermawan, ST., MT (Universitas Katolik Soegijapranata)
6. Dr. Achmad Basuki, ST., MT. (Universitas Sebelas Maret)
7. Dr. Daniel Christianto, S.T., M.T (Universitas Tarumanegara)
8. Ir. Kamaluddin, M.T., M. Kom (Institut Teknologi Nasional)
9. Ir. Suheriah Mulia Devi, S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
10. Ir. Irna Hendriyani, S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
11. Ir. Reno Pratiwi, S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
12. Sekar Inggar Rengganis, S.T., M.T (Universitas Balikpapan)
13. Noneng Dewi Zannaria, S.Si., M.T (Universitas Balikpapan)
14. Ika Bayu Kartika Sari, S.T., M. Sc (Universitas Balikpapan)
15. Rilia Rigina Mahagarmitha (S.T., M.T (Universitas Balikpapan)

KEYNOTE SPEAKERS:

1. Dr. Ir. Desiderius Viby Indrayana – Direktur Pengelolaan Gedung Kawasan dan Perkotaan Otorita IKN
2. Ir. Kimron Manik, M. Sc. – Direktur Keberlanjutan Konstruksi PUPR
3. Dr. Ir. Junaidi, M.T – Kepala Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Kaltim

EDITORS:

1. Dr. Ir. Andi Marini, S.T., M.T. (Universitas Balikpapan)
2. Atik Adinda, S.T., M.T (Universitas Balikpapan)
3. Agus Fitrianto, S.T., M.T (Universitas Balikpapan)
4. Sabrina Aisyah Putri Uswatun Hasanah (Universitas Balikpapan)
5. Benny (Universitas Katolik Soegijapranata)

REVIEWERS:

1. Prof.Dr.Ir. AM. Ade Lisantono,M.Eng (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
2. Prof. Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, M.T (Universitas Pelita Harapan)
3. Dr. Achmad Basuki, ST., MT. (Universitas Sebelas Maret)



4. Sumiyati Gunawan, ST.,MT. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
5. Dr. Aazokhi Waruwu, S.T., M.T. (Universitas Pelita Harapan)
6. Dr. Ir. Andi Marini Indriani, S.T.,M.T. (Universitas Balikpapan)
7. Dr. Aksan Kawanda, ST, MT. (Universitas Trisakti)
8. Dr. techn. Indra Noer Hamdhan, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional)
9. Dr. Yuki Achmad Yakin, M.T. (Institut Teknologi Nasional)
10. Dr. Ir. Imam Basuki, MT. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
11. Dr. I Made Agus Ariawan, ST, MT (Universitas Udayana)
12. Budi Yulianto, ST., MSc., PhD. (Universitas Sebelas Maret)
13. Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D. (Institut Teknologi Nasional)
14. Dr. Ir. Wati A Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanegara)
15. Dr. Nectaria Putri Pramesti, ST., MT (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
16. Dr. Ir. Darmawan Pontan, SE, MT, MM. (Universitas Trisakti)
17. Oei Fuk Jin, S.T., M.Eng., D.Eng (Universitas Tarumanegara)
18. Dr. Ir. Hermawan, ST., MT (Universitas Katolik Soegijapranata)

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA KONTEKS 17.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
MAKALAH TEMA HIDRO.....	iv
MAKALAH TEMA INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN	vi
MAKALAH TEMA STRUKTURAL.....	vii
MAKALAH TEMA TRANSPORTASI.....	ix
MAKALAH TEMA MANAJEMEN KONSTRUKSI.....	xi
MAKALAH TEMA GEOTEKNIK.....	xiii



DAFTAR MAKALAH HIDRO

DAFTAR MAKALAH HIDRO.....	iv
SDA-2 EFEKTIVITAS SUMUR RESAPAN PENUNJANG PROGRAM <i>GREEN BUILDING</i> PADA KAWASAN PERUMAHAN DI PEKANBARU Yolly Adriati ¹	1
SDA-4 ANALISIS GELOMBANG DAN ARUS LAUT MENGGUNAKAN KOMBINASI MODEL NUMERIK DUA DIMENSI DAN DATA ECWMF DI SELAT RUPAT, RIAU, Indonesia Alvin Yesaya ^{1*} , Mikhael Mangopo ² , Ni Nyoman Pujianiki ¹	11
SDA-5 PEMODELAN DEBIT <i>INFLOW</i> WADUK BAJULMATI SITUBONDO JAWA TIMUR DENGAN <i>MODEL DETERMINISTIK MOCK</i> Gusfan Halik ^{1*} , Taufikurrahman ¹ , Entin Hidayah ¹ dan Wiwik Yunarni ¹	20
SDA-6 MODEL PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR SPAM DI KABUPATEN JEMBRANA I Gusti Agung Putu Eryani ^{1*} , I Ketut Parwata ² , I Gusti Ngurah Hesa Respati Haditama ¹	29
SDA-7 SISTEM MANAJEMEN OPERASI DAN PEMELIHARAAN KONSTRUKSI UNTUK MENJAGA KELESTARIAN HUTAN KOTA DI IBU KOTA NUSANTARA Susilawati ^{1*} , Bernadeta Tea ²	39
SDA-8 SISTEM DRAINASE BERKELANJUTAN PADA KAWASAN PENDIDIKAN DI KOTA JAYAPURA PAPUA Andung Yunianta ^{1*} , Mamik Wantoro ²	50
SDA-9 SEBARAN <i>TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)</i> DAN <i>TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS)</i> DI SUNGAI DAN TELUK PALU A Sucipto ^{1*} , MA Thaha ² , MP Hatta ¹ dan F Mahmuddin ³	63
SDA-10 STUDI PERUBAHAN KECEPATAN ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA DENGAN MODEL PILAR Erwin Affandy ¹ , Muhammad Saleh Pallu ² , Farouk Maricar ³ dan Bambang Bakri ⁴	71
SDA-11 OPTIMASI PENGURANGAN BANJIR MELALUI SUMUR RESAPAN DENGAN PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI SUB-DAS PENET Tri Hayatining Pamungkas ^{1*} , I Ketut Merta Kusuma Dana ¹	82
SDA-12 PENGARUH PARAMETER GELOMBANG TERHADAP TRANSMISI GELOMBANG PADA PEMECAH GELOMBANG BERONGGA TIPE TENGGELAM Asep Huddiankuwera ¹ , Pangeran Holong Sitorus ² , Rezky Aprilyanto Wibowo ³	89
SDA-15 PERLUKAH SISTEM MITIGASI HIBRID UNTUK BENCANA TSUNAMI?: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR T Amaliah ^{1*} , MA Thaha ² , R Karamma ³ dan MP Hatta ⁴	96
SDA-16 PENGUJIAN MODEL FISIK TERHADAP KARAKTERISTIK HIDRAULIK SALURAN PELUNCUR PADA BANGUNAN <i>SPILLWAY</i> Lutfi Hair Djunur ¹ , Muhammad Saleh Pallu ² , Riswal Karamma ³ dan Bambang Bakri ⁴	103
SDA-17 PERUBAHAN ELEVASI DASAR PADA ABUTMEN JEMBATAN AKIBAT PROSES KESTABILAN GERAK SEDIMEN TERHADAP PENEMPATAN KRIB DI TIKUNGAN SUNGAI (Studi Kasus : Sungai Harapan, Kabupaten Jayapura) Widyastuti, I ¹ , Mujiati ² , Jansen D. I. R. ³	111
SDA-18 LAJU SEDIMENTASI DAN KARAKTERISTIK ALIRAN PADA MUARA SUNGAI WANGGU KENDARI Rudi Azis ^{1*} , Widi Ayudia Natasya ² , Eva Safitri Maladeni ¹ dan Haydir ³	122
SDA-19 POTENSI KETERSEDIAAN AIR DAS LOGAWA DENGAN MEMPERHITUNGKAN PERUBAHAN IKLIM Aldha Ian Mahendra ¹ , Suroso ² , Purwanto Bakti Santoso ³	131
SDA-20 ANALISA VEKTOR KECEPATAN DAN POLA ALIRAN DI SEKITAR PILAR DENGAN METODE <i>PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY</i> (STUDI KASUS MODEL PILAR	

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

BERPENAMPANG LINGKARAN DAN PERSEGI) Puji Harsanto ^{1*} , Sitty Rukmini Mokobombang ² , Jazaul Ikhsan ³ dan Burhan Barid ⁴	150
SDA-21 ANALISIS SEDIMENTASI PADA BENDUNG CIHERANG MENGGUNAKAN HEC-RAS 6.3 Adhi Rahmat Wicaksana ^{1*} dan Yessi Nirwana Kurniadi ¹ ,.....	161
SDA-22 ANALISIS LAJU EROSI DALAM DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) MENGGUNAKAN METODE <i>MODIFIED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION</i> (MUSLE) STUDI KASUS DAS RANDUGUNTING, KABUPATEN BLORA Agatha Cristanti Prasetyo ¹ , Aninda Sekar Amboro ¹ , Budi Santosa ² , Yohanes Yuli Mulyanto ³	170
SDA-23 EVALUASI DAN PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PROYEK SPBU JALAN SILIWANGI RANGKASBITUNG – BANTEN Wati Asriningsih Pranoto ^{1*} , Channy Saka ² , Michael ³ , Donny Candra ⁴ dan Ronaldo Budiman ⁵	181
SDA-24 EVALUASI KAPASITAS BANGUNAN PENGELAK TIPE <i>CONDUIT</i> PADA BENDUNGAN TEMEF DI KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN	187
SDA-26 DEFORMASI GELOMBANG PANTAI BAMBAGHANO PASCA TSUNAMI PALU MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE SMS 11.2</i> Setiyawana	197
SDA-27 EVALUASI KINERJA PELAYANAN IRIGASI TERHADAP TINGKAT KEPUASAN PETANI DI KELURAHAN TATAE KECAMATAN DUMPAK KABUPATEN PINRANG Rahmawati ¹ , Abd. Muis B ² , Hasan Assiddiq ³	203

EVALUASI KINERJA DAN PERKUATAN STRUKTUR PELAT LANTAI PADA STUDI KASUS GEREJA HKBP MENTENG

Sudarno P Tampubolon^{1*}, Martinus Nifotuh Fau², Pinondang Simanjuntak³

^{1}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta Timur*

e-mail: sudarno.tampubolon@uki.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta Timur

e-mail: martinus.nifotuhofau@uki.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta Timur

e-mail: pinondang.simanjuntak@uki.ac.id

ABSTRAK

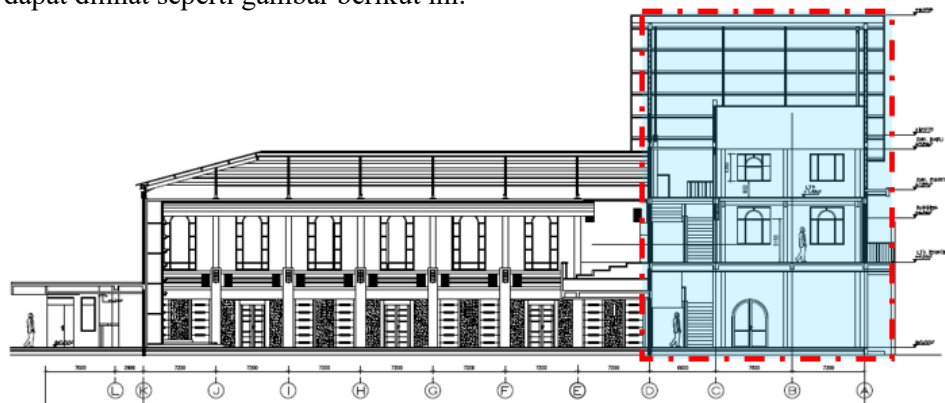
Kebutuhan akan fungsi/ guna bangunan akan semakin bertambah seiring dengan aktivitas/ kegiatan yang terjadi semakin meningkat, hal ini terjadi pada bangunan gereja HKBP Menteng. Pada analisa/ studi ini akan dilakukan pemodelan perkuatan pelat yang dilakukan pada area bangunan lantai 4 gereja HKBP Menteng, akibat ditemukannya lendutan yang berlebih. Salah satu fungsi dari pelat adalah mampu menahan beban yang diberikan dan menyalurkan beban tersebut dengan baik ke balok dan kolom. Adapun pemodelan yang dilakukan akibat lendutan yang terjadi yaitu dengan cara penambahan profil hollow dengan ukuran 50x25x1.8 yang mengakibatkan daerah tributary area semakin mengecil menjadi 35x40 cm. Selain penambahan hollow dengan ukuran 50x25x1 juga dilakukan penambahan profil CNP 125 pada arah pendek untuk memberikan kekakuan pada area pelat. Dengan kombinasi pembebanan beban gravitasi 1DL + 1LL diperoleh lendutan maksimum sebesar 3.8 mm, dimana dengan bentang terkecil adalah 1,75 m, dengan menggunakan syarat lendutan izin $L/240$ adalah 7.3 mm telah memenuhi lendutan yang disyaratkan. Selain dari hasil lendutan yang di evaluasi juga diperoleh bahwa periode mode dominan vertikal yang terjadi sebesar 0.0725 detik atau 13.8 Hz. Hal ini dapat di lihat dari frekuensi saat melakukan aktifitas sebesar 3 Hz dari hasil analisa ini maka frekuensi bangunan yang diperoleh sudah 4.6 kali dari frekuensi aktivitas manusia, nilai yang diperoleh sudah memenuhi syarat sehingga tidak terjadi resonansi pada bangunan.

Kata kunci: pelat; perkuatan struktur; tributary area, kekakuan

PENDAHULUAN

Evaluasi kinerja struktur yang dilakukan pada gereja HKBP Menteng menggunakan analisa perhitungan struktur dan pemodelan struktur dengan menggunakan ETABS dengan menerapkan pembebanan pada struktur baik beban gravitasi, beban gempa, dan beban angin. Dari informasi yang diperoleh bahwa bangunan ini telah didesain dan dibangun pada tahun 2012, sehingga peraturan yang dipakai tentunya sudah mengalami kenaikan cukup signifikan jika dibandingkan dengan acuan desain saat ini. Selain itu bangunan ini juga pada awalnya 3 lantai, namun pada masa pelaksanaan diteruskan hingga 4 lantai, sehingga hal ini tentunya mengakibatkan adanya penambahan beban yang belum diperhitungkan pada desain sebelumnya. Pada evaluasi kinerja struktur yang dilakukan diperoleh informasi bahwa pada lantai 4 bangunan diperoleh lendutan atau getaran cukup signifikan dirasakan, dari hasil pengecekan yang dilakukan di lapangan maka akan disajikan analisis pelat lantai eksisting dan juga rekomendasi perkuatan yang diperlukan. Pada evaluasi perhitungan struktur ini akan dilihat pengaruh kinerja struktur terhadap kekuatan dan kekakuan bangunan tersebut, untuk dapat melihat kinerja dari struktur tersebut, (Badan Standardisasi Nasional, 2003; Edi et al., 2017) Pada analisa akan disajikan hasil analisis dengan pembebanan operasional saat ini dan tanpa beban lateral gempa, kemudian pada bagian selanjutnya akan disampaikan hasil evaluasi jika memperhitungkan aspek beban lateral gempa sesuai pembebanan gempa SNI, (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Adapun Deskripsi bangunan ini adalah sebagai berikut: Fungsi bangunan: Tempat

Beribadah (Gereja), Jumlah lantai: 4 lantai, Panjang bangunan: 17.50 m, Lebar bangunan: 10.30 m, Tinggi bangunan: 16.54 m, Struktur bangunan: Struktur baja konvensional, Denah dan potongan arsitektural pada bangunan ini dapat dilihat seperti gambar berikut ini.



Gambar 1. Potongan Gereja HKBP Menteng Jakarta

TINJAUAN PUSTAKA

Peraturan Desain

Adapun dasar-dasar peraturan yang digunakan dalam analisis struktur ini adalah:

- PUBI-1982, Peraturan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, untuk berat jenis setiap komponen struktur yang dimodelkan (*self weight*).
- SNI 1727-2020, Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 2847:2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- SNI 1729:2020, Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

Mutu Material

Spesifikasi bahan atau material untuk komponen struktur yang akan digunakan dalam analisis ini adalah sebagai berikut:

- Kolom dan Rafter = ASTM A36M ($F_y = 250 \text{ Mpa}$; $F_u = 400 \text{ Mpa}$)
- Gording = ASTM A36M ($F_y = 250 \text{ Mpa}$; $F_u = 400 \text{ Mpa}$)
- Angkur = ASTM F1554, Grade 36 ($F_y = 250 \text{ Mpa}$; $F_u = 400 \text{ Mpa}$)
- Las = E60xx (60 ksi atau 413 MPa)
- Material beton = $f_c' 25 \text{ Mpa}$ (K-300)
- Baja tulangan = Tulangan deformasi/ulir dengan $F_y 420 \text{ MPa}$.

Deskripsi Sistem Struktur Bangunan

Bangunan ini berada di daerah Menteng, Jakarta dengan Kategori Desain Seismik (KDS) D akan dilakukan studi dengan sistem rangka pemikul momen yakni struktur baja pemikul momen khusus (SRPMK) sesuai pada C.1 Tabel 12 SNI 1726-2019, seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini. Dimana parameter desain yang digunakan yakni, untuk koefisien modifikasi respons (R) = 8, faktor kuat lebih sistem (Ω_0) = 3 dan faktor pembesaran defleksi (C_d) = 5.5.

Tabel 1. Sistem struktur penahan beban lateral gempa yang digunakan

C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI

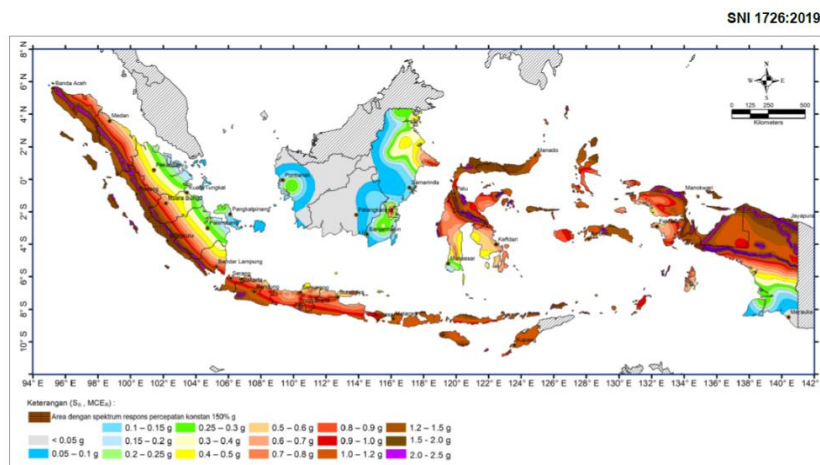
Pembebanan Dasar Gravitasi Dan Parameter Reduksi

Berikut adalah pembebanan dasar dan parameter reduksi dalam desain yang digunakan adalah:

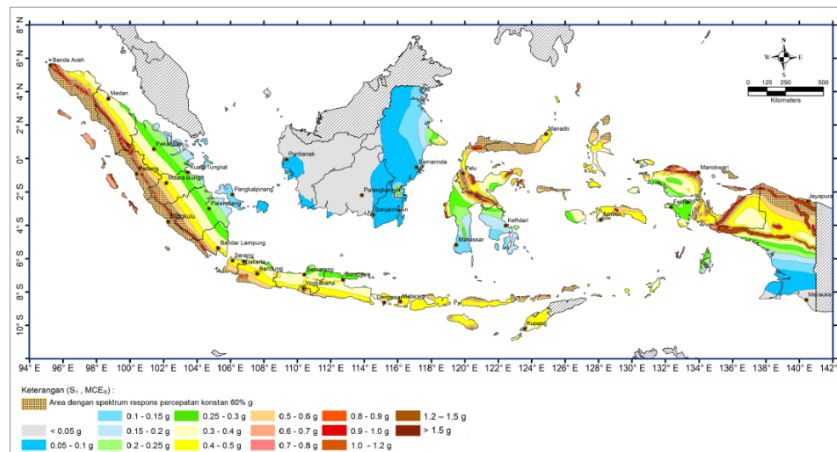
- Berat jenis baja, γ_s : 78.5 kN/m³
- Berat jenis beton, γ_c : 24.00 kN/m³
- SDL : 30 kg/m²
- Beban hidup lantai : 150 kg/m²
- Berat penutup atap : 50 kg/m²
- Beban hidup maintance dan konstruksi : orang+peralatan 100 kg per titik
- Parameter desain (faktor reduksi kuat rencana ϕ) yang digunakan dalam perencanaan struktur baja sesuai SNI 1729-2020, adalah:
- Faktor reduksi komponen leleh : 0.90
- Faktor reduksi komponen fraktur : 0.75

Beban Gempa

Sesuai lokasi bangunan yang dianalisis yakni di Menteng, Jakarta, sehingga dapat diperoleh nilai percepatan gempa sesuai pada peta gambar sesuai SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut. Gambar 2. Peta gempa percepatan batuan dasar pada periode pendek

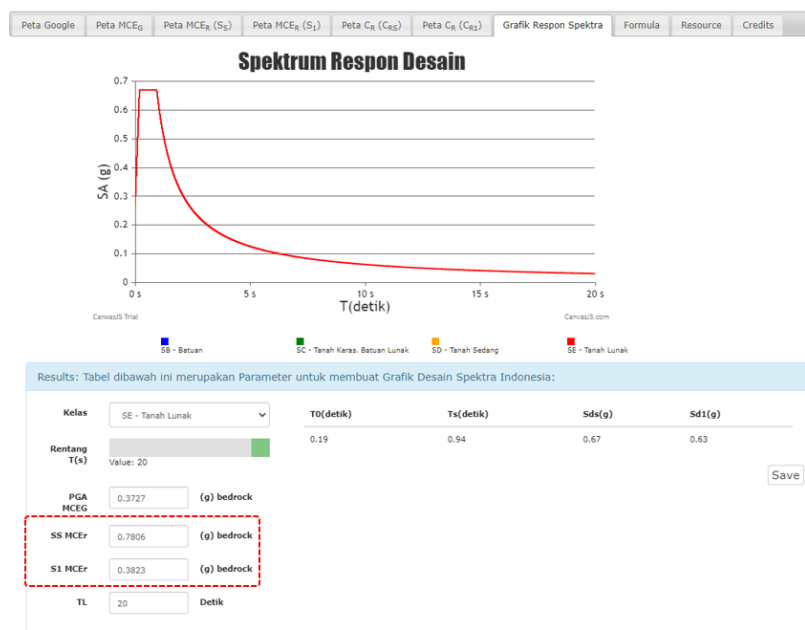


SNI 1726:2019



Gambar 3. Peta gempa percepatan batuan dasar pada periode 1 detik

Dari peta gempa diatas, dapat diperoleh nilai S_s dan S_1 untuk Jakarta adalah seperti pada gambar berikut, dimana digunakan kondisi kelas situs tanah adalah lunak (SE) agar konservatif karena tidak terdapat data penyelidikan tanah berupa NSPT.



Gambar 4. Nilai percepatan gempa dan spektra desain di Jakarta (SE)

Kategori Resiko Bangunan dan Desain Seismik

Bangunan ini termasuk kategori resiko IV dengan nilai faktor keutamaan gempa yang dipakai $I_e = 1.5$ (Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 SNI 1726:2019). Dari nilai sebelumnya diperoleh:

$$S_s = 0.7806 g$$

$$S_1 = 0.3823 g$$

Sehingga dengan kondisi kelas situs SE, diperoleh koefisien situs dengan melakukan interpolasi berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 SNI 1726-2019 adalah:

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times F_a \times S_s = \frac{2}{3} \times 1.2755 \times 0.7806 = 0.67$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times F_v \times S_1 = \frac{2}{3} \times 2.6354 \times 0.3823 = 0.63$$

Tabel 3. Penentuan KDS berdasarkan nilai S_{DS} dan S_{D1}

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

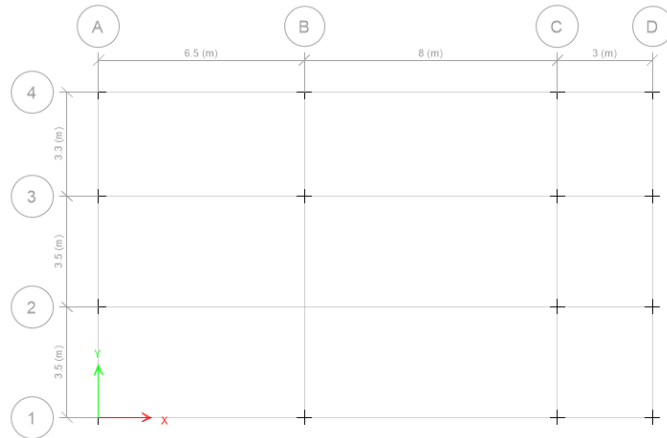
Sehingga bangunan ini dapat dikategorikan sebagai KDS D.

METODE PENELITIAN

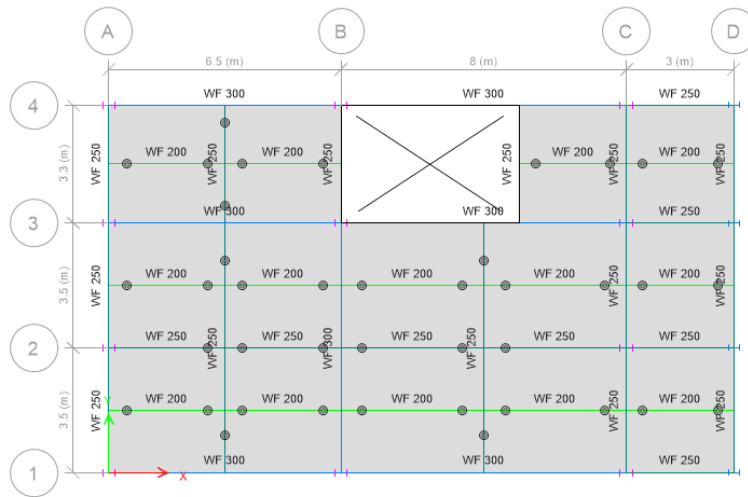
Adapun metode penelitan yang dilakukan adalah dengan cara melakukan pengecekan bangunan eksisting dilapangan, pengumpulan data, pemodelan, dan simulasi dengan menggunakan software ETABS, (Andriyanto & Setiya Budi, 2014; Priyono et al., 2014; Silaban et al., 2023)

Pemodelan Struktur

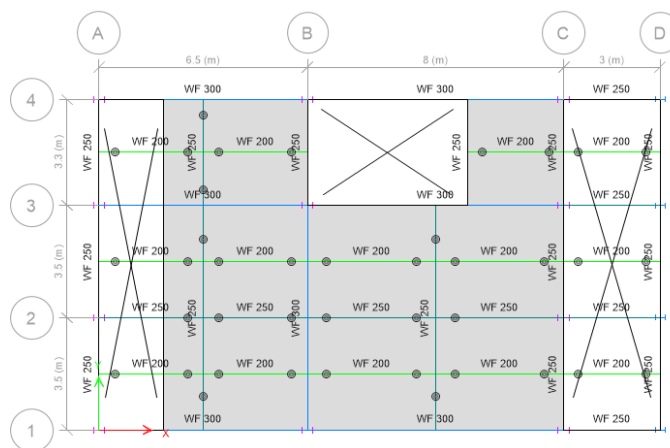
Berikut ini merupakan denah dan pemodelan struktur yang digunakan pada analisa:



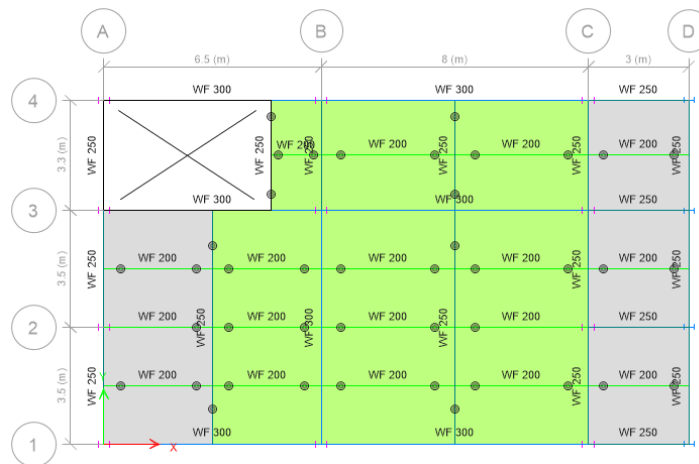
Gambar 5. Denah titik kolom dan tumpuan



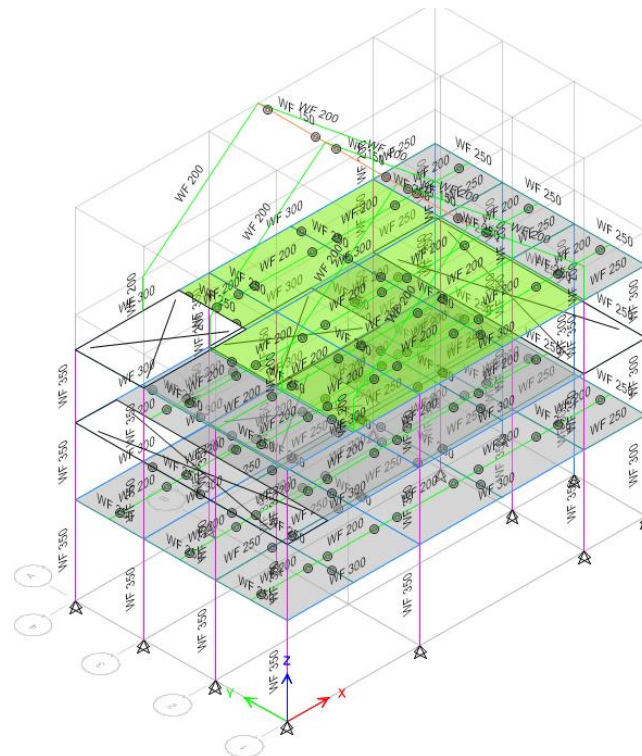
Gambar 6. Denah lantai 2



Gambar 7. Denah lantai 3



Gambar 8. Denah lantai 4



Gambar 9. Tampak 3D arah-X

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Simpangan Antar Lantai

Pada SNI 1726:2019 pasal 7.8.6, penentuan simpangan antar lantai desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa di tingkat (δ_x) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut : $\delta_x = C_d \delta_{xe} / I_e$

C_d = faktor amplifikasi defleksi = 5.5

δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang disyaratkan

I_e = faktor keutamaan gempa = 1.5

Batasan simpangan antar lantai tingkat Δ_a seperti yang ditetapkan pada pasal 7.12 SNI1726:2012 untuk sistem struktur rangka pemikul momen dengan kategori resiko II adalah sebesar $0.02h_{sx}$ dengan h_{sx} adalah tinggi tingkat di bawah tingkat x. Perhitungan simpangan antar lantai tingkat berdasarkan gaya geser

minimum dan nilai perioda untuk menghitung simpangan antara lantai sesuai pasal 7.8.6.1 dan 7.8.6.2 SNI 1726:2019. Perhitungan simpangan antar lantai juga memperhitungkan faktor torsi bawaan dan torsi tak terduga. Nilai simpangan antar lantai berdasarkan hal-hal tersebut, ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4. Simpangan antar lantai arah -X

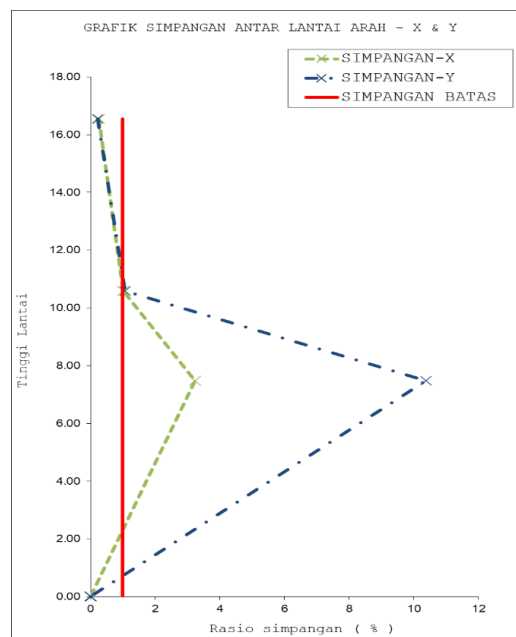
Arah X

LANTAI	hsx (mm)	δ_{xe} (mm)	$\delta x = C_d \cdot \delta_{xe} / I_e$	Δ	$\Delta_a = (0.02/\rho) h_{sx}$ (mm)	$\Delta < \Delta_a$
LT 4	5960	41.21	151.11	15.80	119.20	...ok
LT 3	3100	36.90	135.31	31.16	62.00	...ok
LT 2	3230	28.40	104.14	104.14	49.69	...cek

Tabel 5. Simpangan antar lantai arah -Y

Arah Y

LANTAI	hsy (mm)	δ_{ye} (mm)	$\delta y = C_d \cdot \delta_{ye} / I_e$	Δ	$\Delta_a = (0.02/\rho) h_{sy}$ (mm)	$\Delta < \Delta_a$
LT 4	5960	104.05	381.51	13.12	91.69	...ok
LT 3	3100	100.47	368.39	33.08	47.69	...ok
LT 2	3230	91.45	335.31	335.31	49.69	...cek



Gambar 10. Grafik simpangan antar lantai

Perhitungan Efek P-Delta

Pengaruh P-delta diperhitungkan sesuai dengan pasal 7.8.7 SNI 1726:2019. Pengaruh P-delta tidak harus diperhitungkan bila koefisien stabilitas, $\Theta \leq 0.1$

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$$

P_x = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung P_x , faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0;

Δ = simpangan antar tingkat desain seperti didefinisikan dalam 7.8.6, terjadi secara serentak dengan V_x (mm)

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan 4.1.2

V_x = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan x - 1 (kN)

h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat x, (mm);

C_d = faktor pembesaran defleksi dalam Tabel 12.

Berikut tabel perhitungan efek P-delta :

Tabel 6. Perhitungan efek P-delta arah –X

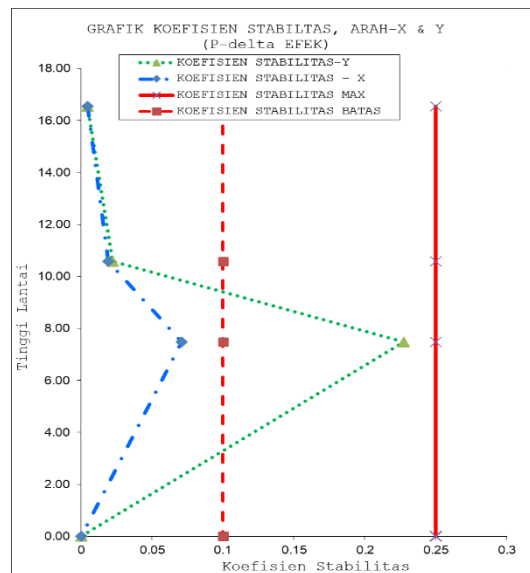
Arah X

LANTAI	hsx (mm)	Δ (mm)	P (kN)	Vx (kN)	Ie	Cd	θ	θ max	θ < 0.1 θ < θ max
LT 4	5960	15.80	484.33	78.43	1.5	5.5	0.004	0.25	...ok
LT 3	3100	31.16	986.50	141.57	1.5	5.5	0.019	0.25	...ok
LT 2	3230	104.14	1691.13	210.25	1.5	5.5	0.071	0.25	...ok

Tabel 7. Perhitungan efek P-delta arah –Y

Arah Y

LANTAI	hsy (mm)	Δ (mm)	P (kN)	Vy (kN)	Ie	Cd	θ	θ max	θ < 0.1 θ < θ max
LT 4	5960	13.12	484.33	65.26	1.5	5.5	0.004	0.25	...ok
LT 3	3100	33.08	986.50	129.08	1.5	5.5	0.022	0.25	...ok
LT 2	3230	335.31	1691.13	210.33	1.5	5.5	0.228	0.25	...cek



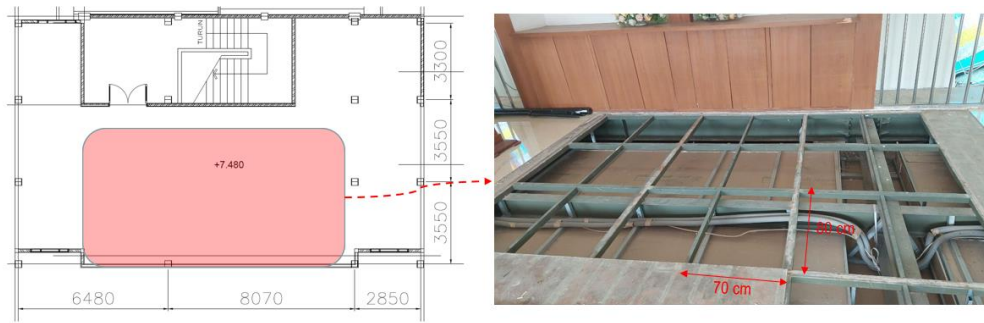
Gambar 11. Grafik koefisien stabilitas, efek P_{delta}

Analisa Perhitungan Pelat

Dari hasil pengecekan yang dilakukan dilapangan untuk lantai 4 bangunan, diperoleh bahwa struktur tambahan berupa profil hollow sebagaiudukan lantai multiplek terdapat varian tributary area dimana area didekat tangga memiliki formasi yang lebih rapat yakni sekitar 40 x 35 cm sementara dominan pada area lainnya tributary area jauh lebih besar yakni sekitar 70 x 80 cm seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Tampak tributary area 40 x 35 cm pada area dekat tangga

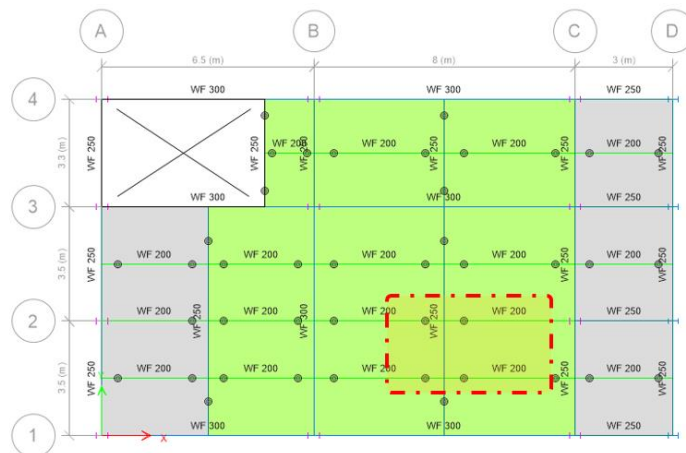


Gambar 13. Tampak tributary area 70 x 80 cm pada area dekat tangga

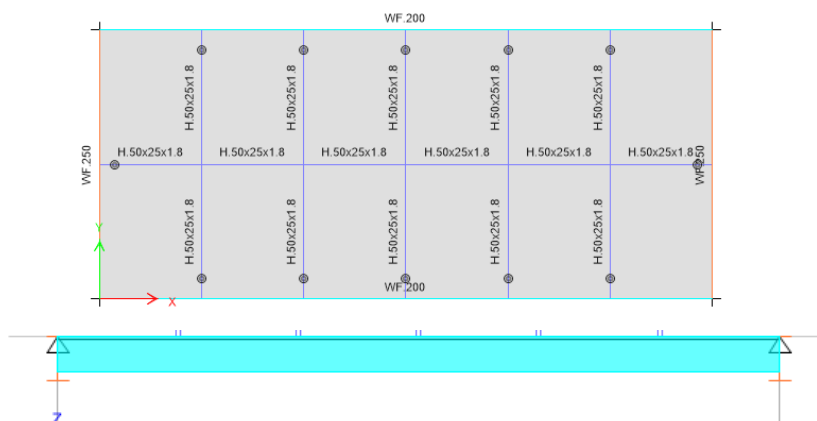
Oleh karena itu tentunya dengan tributary area yang lebih besar maka lendutan akan terjadi lebih besar pula, sehingga berikut akan ditampilkan analisis pada area tributary area yang besar ini untuk melihat nilai lendutan yang terjadi dan rekomendasi yang diperlukan untuk mengurangi lendutan dengan signifikan.

Analisis Eksisting Tributary Area 70x80 cm

Pemodelan dilakukan pada area tertentu karena tentunya akan berlaku sama pada area lainnya. Area yang dianalisis yakni seperti ditandai pada gambar berikut ini.

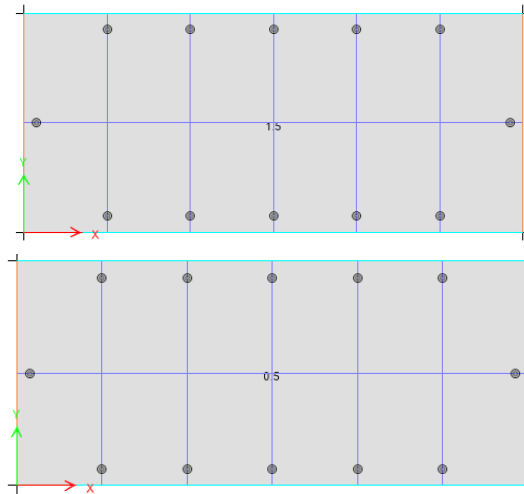


Gambar 14. Gambar area yang akan dimodelkan untuk analisis pelat



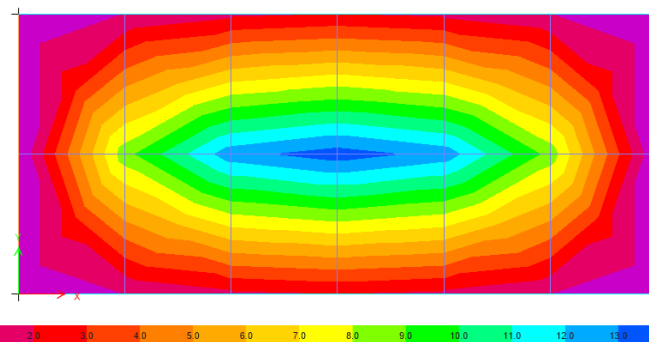
Gambar 15. Pemodelan eksisting pelat pada tributary area 70 x 80 cm

Dengan pembebanan gravitasi seperti yang disampaikan pada fase operasional yang masih diizinkan yakni $LL = 150 \text{ kg/m}^2$ dan $SDL = 50 \text{ kg/m}^2$ seperti terlihat pada gambar berikut.



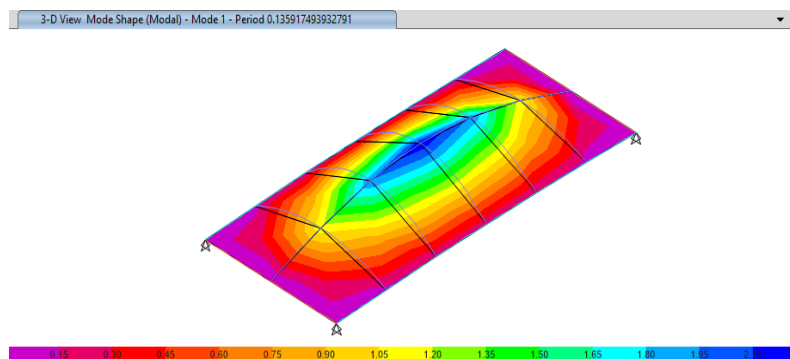
Gambar 16. Input pembebanan gravitasi pada pelat lantai

Setelah itu diperoleh hasil lendutan setelah dianalisis dengan kombinasi beban gravitasi 1DL + 1LL, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 17. Besaran lendutan yang terjadi pada sistem pelat tributary area 70x80 cm

Dari gambar diatas, diperoleh lendutan maksimum adalah sebesar 13.6 mm, dimana dengan bentang terkecil adalah 1.75 m, maka dengan menggunakan lendutan izin $L/240$ maka lendutan izin adalah 7.3 mm artinya lendutan yang terjadi memang sudah lebih besar dari izin sehingga memang harus dibuat lebih kaku untuk mengurangi lendutan yang terjadi. Selain lendutan, juga dapat diperoleh frekuensi struktur ini dengan analisis model vertikal, dan diperoleh hasil seperti pada gambar berikut.



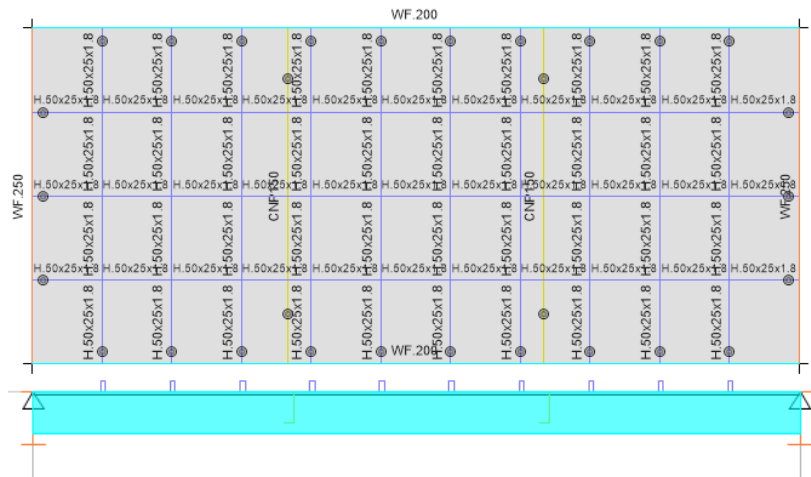
Gambar 18. Besaran perioda vertikal pelat tributary area 70x80 cm

Dari gambar diatas, diperoleh bahwa perioda mode dominan vertikalnya adalah sebesar 0.1359 detik atau 7.4 Hz. Dimana diketahui frekuensi manusia ketika melakukan aktifitas adalah sekitar 3 Hz artinya

frekuensi bangunan sudah 2.4 kali dari frekuensi manusia, nilai ini sudah cukup baik karena kemungkinan beresonansi sudah cukup jauh.

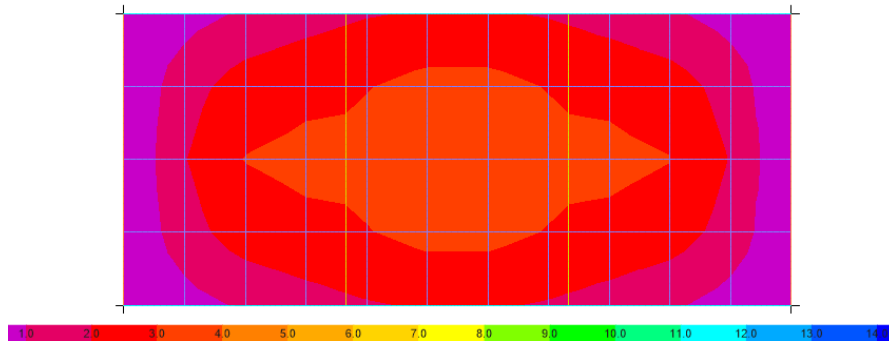
Analisis Perkuatan Tributary Area 70x80 cm

Pemodelan perkuatan dilakukan pada area yang sama seperti sebelumnya, kemudian ditambahkan profil hollow 50x25x1.8 tambahan sehingga tributary area mengecil menjadi sekitar 35x40 cm. Selain itu untuk menambahkan lagi kekakuan pada pelat ditambahkan profil CNP 125 pada arah pendek seperti pada gambar berikut ini.



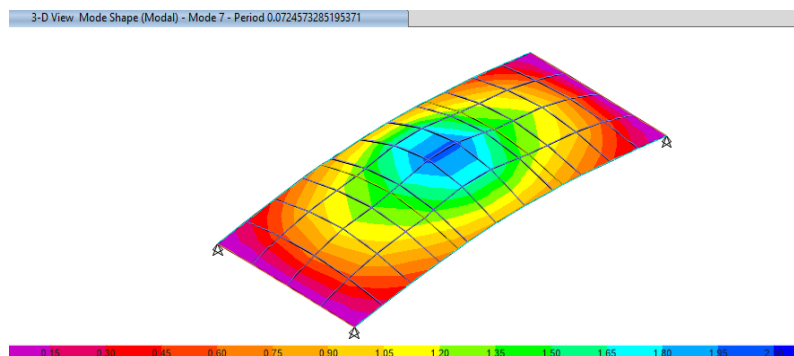
Gambar 19. Pemodelan perkuatan pelat pada tributary area 70 x 80 cm

Dengan pembebanan yang masih sama seperti sebelumnya, setelah itu diperoleh hasil lendutan setelah dianalisis dengan kombinasi beban gravitasi 1DL + 1LL, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 20. Besaran lendutan yang terjadi setelah perkuatan

Dari gambar diatas, diperoleh lendutan maksimum adalah sebesar 3.8 mm, dimana dengan bentang terkecil adalah 1.75 m, maka dengan menggunakan lendutan izin $L/240$ maka lendutan izin adalah 7.3 mm artinya lendutan yang terjadi sudah signifikan berkurang dari sebelumnya serta sudah memenuhi lendutan yang



disyaratkan. Selain lendutan, seperti halnya sebelumnya pada sistem pelat eksisting, juga dapat diperoleh frekuensi struktur ini dengan analisis model vertikal, dan diperoleh hasil seperti pada gambar berikut.

Gambar 21. Besaran perioda vertikal pelat tributary area 70x80 cm

Dari gambar diatas, diperoleh bahwa perioda mode dominan vertikalnya adalah sebesar 0.0725 detik atau 13.8 Hz. Dimana diketahui frekuensi manusia ketika melakukan aktifitas adalah sekitar 3 Hz artinya frekuensi bangunan sudah 4.6 kali dari frekuensi manusia, nilai ini sudah sangat baik sehingga tidak terjadi resonansi pada bangunan.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa di atas maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan Pemodelan perkuatan dengan penambahan profil hollow 50x25x1.8 dan profil CNP 125 diperoleh lendutan maksimum adalah sebesar 3.8 mm lendutan izin adalah 7.3 mm sudah memenuhi lendutan yang disyaratkan.
- Dengan memperkecil daerah *tributary area* pada pelat, akan memperkecil lendutan yang terjadi pada pelat lantai.
- Untuk menghindari adanya lendutan yang berlebih pada area pelat lantai, maka harus dilakukan penggunaan profil yang sama dan pembagian *tributary area* yang sama sehingga beban dapat tersalurkan dengan baik ke balok dan kolom.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, F., & Setiya Budi, A. (2014). EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT DENGAN ANALISIS RIWAYAT WAKTU TERHADAP DRIFT DAN DISPLACEMENT MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS (STUDI KASUS : HOTEL DI DAERAH KARANGANYAR). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2(1).
- Badan Standardisasi Nasional. (2003). SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. *Rethinking Marxism*. <https://doi.org/10.1080/0893569032000131613>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*.
- Edi, W. G., Septyani, P. M. D., Sri, T., & Hardi, W. (2017). Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan Sni 1729-2015 Dan Sni 7972-2013. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(Volume 6, Nomor 3, Tahun 2017).
- Priyono, A., Budi, A. S., & Supardi. (2014). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis Respons Spektrum Ditinjau Pada Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS. *Matriks Teknik Sipil*, 2009.
- Putri, M. D. S., Wibowo, G. E., Tudjono, S., & Wibowo, H. (2017). Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan Sni 1729-2015 dan Sni 7972-2013. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3), 182-196.
- Silaban, G. T. N., Tampubolon, S. P., Sri Mulyani, A., & Felestin. (2023). Performance Evaluation of High-rise Buildings with Respons Spectrum Analysis and Time History Analysis. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 9(1), 84–95. <https://doi.org/10.30738/st.vol9.no1.a14295>