**Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)**

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id

# *Assessment* Struktur Gedung Hotel di Jakarta Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Terdadap Gempa Banten 14 Januari 2022 6,6 *Magnitudo*.

E.Ristanto [a], A. Purba[b], S. Waluyo[c]

[a] *PT Qies Nusantara Konsultan, Plaza IS Jalan Pramuka Raya Kav.150 Jakarta Timur 13140*
[b,c] *Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141*

INFORMASI ARTIKEL

*Riwayat artikel:*
Diterima 06 Februari 2023
Direvisi 21 Maret 2023
Diterbitkan 12 April 2023

*Kata kunci:*
Assessment Struktur Gedung
SRPMM
Gempa Banten 6,6 Magnitudo
SNI 2847:2019
SNI 1726:2019

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana alam tak terkecuali bencana gempa bumi.Salah satu gedung hotel 4 lantai yang berada di Jakarta Barat tidak mengikuti kaidah yang dipersyaratkan. Oleh karena sistem struktur dan tidak mengikuti kaidah-kaidah perencanaan yang berlaku, yakni SNI 1726:2019 untuk daerah DKI Jakarta harus dapat mampu menerima gempa bermangnitudo 9,2. Gedung ini mengalami kerusakan-kerusakan struktural akibat gempa Banten 14 Januari 2022 yang bermagnitudo 6,6. Uji Mutu beton yang dibawah standar dan juga mutu baja tulangan yang belum standar memperparah temuan ini. Setelah dilakukan analisis tanpa beban gempa struktur bawah kurang dari yang diisyaratkan yakni 0,983 <1 sedangkan dengan beban gempa banten menjadi 0,793 <1. tinjauan struktur atas tanpa beban gempa terdapat elemen struktur 5% yang belum mampu. Dengan bebang gempa banten terdapat elemen struktur 15% yang belum mamp. Sedangkan beban rencan SNI 1726:2019 terdapat 40% elemen yang belum mampu

## 1. Pendahuluan

### *1.1. umum*

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana alam tak terkecuali bencana gempa bumi. Gempa bumi merupakan bencana alam yang tidak dapat diprediksi besar skalanya , lokasi terjadinya dan waktunya. Oleh sebab itu diperlukan antisipasi untuk bencana tersebut.

Bencana gempa bumi juga dapat menimbulkan korban jiwa jika infrastruktur dibangun tidak mengikuti peraturan yang ada. DKI Jakarta seharusnya struktur gedung yang terbangun harus mengikuti kaidah yang berlaku, karena DKI Jakarta merupakan daerah dengan kategori desain seismik (KDS) rata-rata D. KDS D perlu didesain dengan sistem khusus yang memiliki daktalitas tinggi. Namun beberapa gedung yang sudah terbangun belum mengikuti kaidah tersebut.

### *1.2. Permasalahan*

Salah satu gedung hotel 4 lantai yang berada di Jakarta Barat tidak mengikuti kaidah yang dipersyaratkan yakni menggunakan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) dan juga tidak didukung dengan pondasi yang memadai sehingga saat terjadinya gempa terjadi banyak permasalahan.

Standar acuan yang berlaku saat ini yakni SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan untuk standar pembebanan terutama gempa di SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung. Namun dalam beberapa tinjauan gedung hotel ini tidak memenuhi syarat yang harus diikuti.

Oleh karena sistem struktur dan tidak mengikuti kaidah-kaidah perencanaan yang berlaku, yakni SNI 1726:2019 untuk daerah DKI Jakarta harus dapat mampu menerima gempa bermangnitudo 9,2. Gedung ini mengalami kerusakan-kerusakan struktural akibat gempa Banten 14 Januari 2022 yang bermagnitudo 6,6.

### *1.2. Tujuan Penelitian*

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui mutu material eksisting dari pengujian-pengujain *destructive test* dan *non destruktive test.*
2. Mengetahui keandalan struktur terkait beban gravitasi yang terjadi.
3. Mengetahui keandalan struktur terkait beban gempa Banten 14 Januari 2022 bermagnetudo 6,6

4. Mengetahui keandalan struktur terkait beban gempa SNI 1726:2019 dengan level Gempa 2500
5. Memberikan pengetahuan terhadap publik tentang pentingnya struktur tahan gempa

## 2. Tinjauan Pustaka

### *2.1 Evaluasi struktur gedung*

Karundeng Dkk (2015) menyatakan evaluasi struktur gedung bisa digunakan kembali asalkan sudah dikaji kekuatan struktur yang ada

### *2.2 Evaluasi material eksisting*

Ada beberapa macam dari pengujian strutur beton yang dapat digunakan, sebagai berikut: non destructive test , yakni pengujian bersifat tidak merusak dan destructive test yakni pengujian yang dapat merusak (Nasrudiin, 2015)

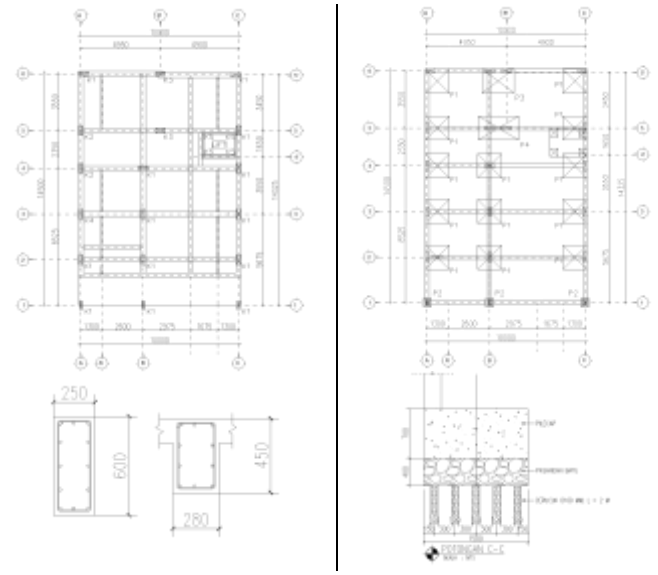
### *2.3 Evaluasi rencana struktur gedung*

Menurut Wuriyanti (2013) keandalan kemampuan struktur atau elemen struktur dalam memenuhi persyaratan dalam memenuhi beban kerja yang direncanakan dalam kurun waktu tertentu. Evaluasi struktur gedung juga perlu mempertimbangkan peraturan yang berlaku (Hamidi,2016)

## 3. Metodologi

### *3.1 Data Pengujian*

| | |
|---|---|
| Nama Gedung | : Gedung Hotel |
| Lokasi | : Grogol - Jakarta |
| Jumlah Lantai | : 3 Lantai + 2 Lantai Mazzanine + 1 Atap |
| Jenis Struktur | : Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Menengah (SRPMM) |
| Jenis Pondasi | : Pondasi Telapak dengan Modifikasi |




**Gambar 1**. (a) Denah dan Detail Struktur Atas (b) Denah dan Detail Struktur Bawah

### *3.2 Standar Acuan*

1. Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI-1727- 2020),
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI-1726-2019),
3. Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa (SNI-8899-2020),
4. Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI- 2847-2019),
5. Panduan desain sederhana untuk bangunan beton bertulang (SNI-8900-2020),
6. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020)
7. Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017),
8. Seismic Evaluation and Retrofit Of Existing Buildings (ASCE 41-17),
9. Code Requirements Of Evaluation, Repair, Rehabilitation Of Concrete Building and Commentary (ACI 562 - 19).

### *3.3 Pengujian-Pengujian*

Adapun pengujian-pengujian dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Survei Visual
2. Pengujian Kerapatan Mutu Beton (UPV Test)
3. Hammer Test (Pemeriksaan Homogenitas Mutu Permukaan Beton)
4. *Pemeriksaan Konfigurasi Tulangan (Covermeter)*
5. *Pengujian Mutu Baja (Hardness Test)*
6. *Pengujian Sondir*
7. *Galian Pondasi*
8. *Pengujian Leveling dan Verticality*

## 4. Hasil dan pembahasan

### *4.1 Hasil Survei Visual*

Adapun hasil pemeriksa visual didapatkan hasil sebagai berikut:

**Gambar 2**. Hasil Survei Visual (a) Penurunan Pondasi Disertai Retaknya Kolom (b) Retak Rambut Vertikal pada Balok (c) Retak Struktur Pada Kolom

### *4.2 Hasil Analisis Pengujian Material*

1. Pengujian Kerapatan Mutu Beton (UPV Test)

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan nilai yang dihasilkan Pundit . Hasil tersebut kemudian diolah dan menghasilkan output seperti gambar di bawah ini.

**Gambar 3**. Output UPV Test

**Tabel 1.** Estimasi Korelasi Pulse Velocity Dengan Mutu Beton

| Number | ID Sample | Element Of Structure | | Direct Velocity Pulse | Poisson ratio* | Density (Kg/m3) | Ec (Mpa)** | fc' Mpa*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Location | Type | | | | | |
| 1 | U-1 | Lantai 1 | Kolom | 2853 | 0.15 | 2400 | 18504.09 | **15.50** |
| 2 | U-2 | Lantai 2 | Kolom | 2928 | 0.15 | 2400 | 19489.01 | **17.19** |
| 3 | U-3 | Lantai 3 | Kolom | 2770 | 0.15 | 2400 | 17440.05 | **13.77** |
| 4 | U-4 | Lantai 2 | Balok | 3080 | 0.15 | 2400 | 21564.83 | **21.05** |
| 5 | U-5 | Lantai 2 | Pelat | 2909 | 0.15 | 2400 | 19232.15 | **16.74** |
| 6 | U-6 | Lantai 2 | Balok | 2970 | 0.15 | 2400 | 20043.99 | **18.19** |
| 7 | U-7 | Lantai 3 | Pelat | 3151 | 0.15 | 2400 | 22571.59 | **23.06** |
| 8 | U-8 | Lantai 3 | Balok | 3164 | 0.15 | 2400 | 22759.93 | **23.45** |
| 9 | U-9 | Lantai 4 | Balok | 2591 | 0.15 | 2400 | 15254.18 | **10.53** |
| 10 | U-10 | Lantai 3 | Balok | 3275 | 0.15 | 2400 | 24374.25 | **26.89** |
| 11 | U-11 | Lantai 2 | Balok | 3253 | 0.15 | 2400 | 24054.35 | **26.19** |
| 12 | U-12 | Lantai 3 | Balok | 2010 | 0.15 | 2400 | 9181.08 | **3.82** |

*2.* Hammer Test (Pemeriksaan Homogenitas Mutu Permukaan Beton)

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan nilai yang dihasilkan schimidt hammer. Hasil tersebut kemudian diolah dan menghasilkan output seperti gambar di bawah ini.

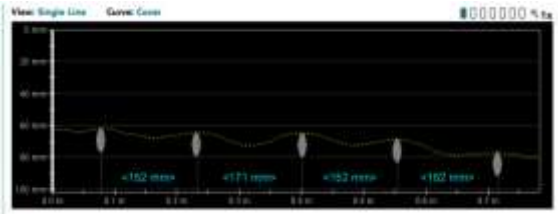
**Gambar 4**. Output Schimidt Hammer Test

**Tabel 2.** Kesimpulan Homogenitas Mutu Beton

| No. | Code Place | Location | | Mean Value (kg/cm2) | Standard deviation Base on Homogenity Concrete Strength (Mpa) | fc' (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Location | Type | | | |
| 1 | H-1 | Lantai 1 | Kolom | 194 | 1,69 | 16,49 |
| 2 | H-2 | Lantai 2 | Kolom | 221 | 2,97 | 18,79 |
| 3 | H-3 | Lantai 3 | Kolom | 199 | 2,58 | 16,92 |
| 4 | H-4 | Lantai 2 | Balok | 228 | 3,83 | 19,38 |
| 5 | H-5 | Lantai 2 | Pelat | 121 | 4,27 | 10,29 |
| 6 | H-6 | Lantai 2 | Balok | 240 | 4,44 | 20,40 |
| 7 | H-7 | Lantai 3 | Pelat | 299 | 3,30 | 25,42 |
| 8 | H-8 | Lantai 3 | Balok | 78,3 | 2,50 | 6,66 |
| 9 | H-9 | Lantai 4 | Balok | 99,6 | 2,03 | 8,47 |
| 10 | H-10 | Lantai 3 | Balok | 106 | 2,79 | 9,01 |

*3. Pemeriksaan Konfigurasi Tulangan (Covermeter)*

Berikut adalah hasil salah satu gambar hasil covermeter test pada salah satu titik uji.



**Gambar 5**. Hasil Data Convermeter

Dari hasil pengujian covermeter di atas terlihat tulangan eksisting yang digunakan untuk tulangan sengkang adalah tulangan polos, dimana berdasarkan SNI 28472019 pasal 20.2.1.1 tidak dibolehkan menggunakan tulangan polos untuk tulangan utama maupun tulangan sengkang. Tebal selimut beton pada beberapa 20.6.1.3.1 yaitu sebesar 40 mm untuk struktur kolom balok dan untuk struktur pelat sebesar 20 mm. kolom, balok dan pelat belum memenuhi persyaratan SNI 2847-2019 pasal

*4. Pengujian Mutu Baja (Hardness Test)*

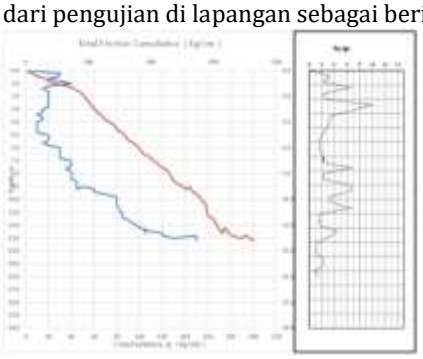
Pemeriksaan dilakukan berdasarkan nilai kekerasan yang sudah dicatat berdasarkan data lapangan. Adapun hasilnya sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Hardness

| No. | ID Sample | Location Test | | Average | Tensile Strength | | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Location | Type | | Test Field (MPa) | SNI 1729 - 2020 (MPa) | |
| 1 | B - 01 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Utama | 134 | **436** | 350 | OK |
| 2 | B - 02 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Utama | 148 | **480** | 350 | OK |
| 3 | B - 03 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Utama | 158 | **514** | 350 | OK |
| 4 | B - 04 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 106 | **339** | 350 | NOT OK |
| 5 | B - 05 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 109 | **349** | 350 | NOT OK |
| 6 | B - 06 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 101 | **325** | 350 | NOT OK |
| 7 | B - 07 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Utama | 163 | **530** | 350 | OK |
| 8 | B - 08 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 101 | **321** | 350 | NOT OK |
| 9 | B - 09 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 134 | **436** | 350 | OK |
| 10 | B - 10 | Lantai Dasar | Kolom Tul. Sengkang | 95 | **302** | 350 | NOT OK |
| 11 | B - 11 | Lantai 3 | Balok Tul. Utama | 151 | **495** | 350 | OK |
| 12 | B - 12 | Lantai 3 | Balok Tul. Sengkang | 95 | **304** | 350 | NOT OK |
| 13 | B - 13 | Lantai 2 | Balok Tul. Utama | 144 | **471** | 350 | OK |
| 14 | B - 14 | Lantai 2 | Balok Tul. Sengkang | 94 | **299** | 350 | NOT OK |
| 15 | B - 15 | Lantai 3 | Pelat | 93 | **295** | 350 | NOT OK |
| 16 | B - 16 | Lantai 3 | Pelat | 95 | **300** | 350 | NOT OK |

*5. Pengujian Sondir*

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan nilai yang dihasilkan dari pengujian di lapangan sebagai berikut:



**Gambar 6**. Kurva Pengujian Sondir 1

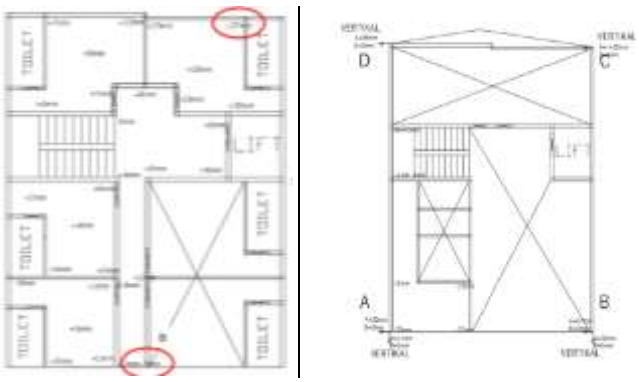
*6. Galian Pondasi*

Ada 3 titik pondasi sampel yang digali untuk memastikan pondasi terpasang. Adapun dokumentasinya sebagai berikut:

**Gambar 7**. Kondisi Pondasi Eksisting

7. *Pengujian Leveling dan Verticality*

Adapun hasil pengujian leveling dan verticality sebagai berikut:




**Gambar 8**. Hasil Pengujian Leveling dan Vertikality

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Levelling

| Letak Tinjauan | Kemiringan Bangunan Aktual (mm) | Batas Ijin Kemiringan Bangunan (mm) | Keterangan |
|---|---|---|---|
| Kolom A Lt. Dasar – Lt. Atap | 30 | 70,20 | OK |
| Kolom B Lt. Dasar – Lt. Atap | 38 | 70,20 | OK |
| Kolom C Lt. Dasar – Lt. Atap | 20 | 70,20 | OK |
| Kolom D Lt. Dasar – Lt. Atap | 35 | 70,20 | OK |

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Vertikality

| Letak Tinjauan | Selisih Penurunan Maksimum Bangunan Aktual (mm) |
|---|---|
| Lantai Basement | 20 |
| Lantai 1 | 20 |
| Lantai M2 | 18 |
| Lantai 2 | 16 |
| Lantai 3 | 13 |
| Lantai 4 | 30 |

Hasil pengujian levelling masih memenuhi kemiringan yang terjadi sedangkan pengujian vertikality berdasarkan SNI 8460:2017 yakni Resiko kecil.

4.3 *Pembebanan Struktur*

1. Beban Mati

Beban mati secara otomatis dihitung oleh program analisis struktur. Sedangkan beban mati tamabahan sebagai berikut:

**Tabel 6.** Rincian Beban Mati Tambahan

| Tipe | Beban | Satuan |
|---|---|---|
| - Finisihing Beton (Spesi) | 0,04 | kN/m² |
| - Ubin (Kramik/Granit/ Sejenisnya) | 0,8 | kN/m² |
| - plafond | 0,16 | kN/m² |
| - M/E | 0,2 | kN/m² |
| Total | 1,2 | kN/m² |

Beban mati tambahan akibat beban dinding : 1,8 kN/m² Beban ini kemudian perlu dikalikan terhadap tinggi bersih antar lantai struktur bangunan agar menjadi beban garis (kN/m) yang akan bekerja di atas balok struktur.

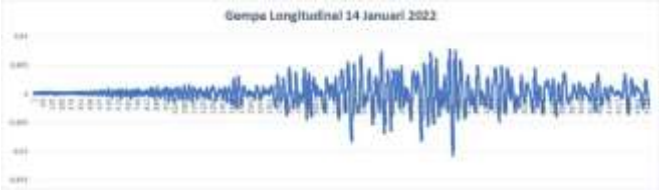
2. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan pada analisis ini mengacu pada peraturan SNI Pembebanan untuk Bangunan Gedung 1727:2020 yaitu :

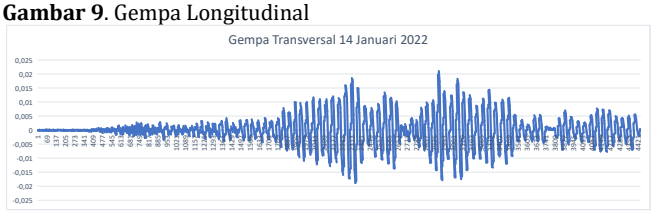
Beban ruang kamar = 1,92 kN/m²
Beban kantor = 2,4 kN/m²
Beban Publik = 4,79 kN/m²
Beban atap = 0,96 kN/m²

3. Beban Gempa

Analisis beban gempa ditentukan sesuai dengan yang disyaratkan oleh Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019 dan Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa SNI-8899-2020. untuk besaran gempa yang digunakan yakni menggunakan pergerakan gempa pada 14 januari 2022 yang diperoleh dari sebagai berikut:




**Gambar 9**. Gempa Longitudinal




**Gambar 10**. Gempa Transversal

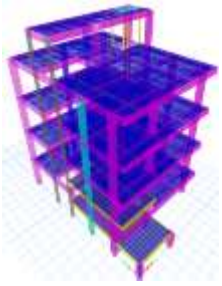
4. Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang diakibatkan oleh faktor lingkungan yaitu faktor angin itu sendiri.

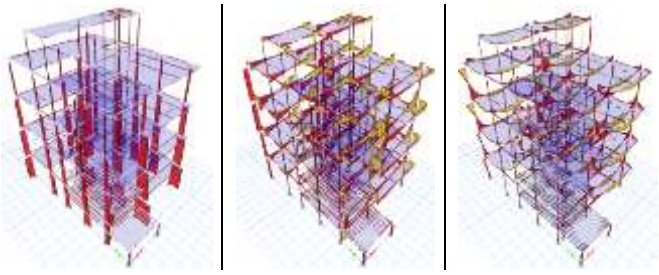
Kecepatan angin dasar harus ditentukan oleh instansi yang berwenang, namun dalam pemeriksaan kecepatan angin harus di rencanakan minimal sebesar 90 mph (40 m/s).

Menentukan Parameter Beban Angin Kategori Eksposure: pada kasusu ini dipilih Kekasaran Permuakaan B yakni untuk daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat

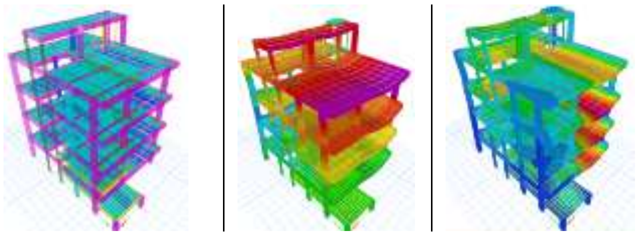
*4.4 Pemodelan dan Input Hasil Analisis Struktur*



**Gambar 11**. Pemodelan Struktur



**Gambar 12**. Output Gaya Dalam (a) Aksial Diagram (b) Shear Diagram (c) moment diagram



**Gambar 13**. Output Gaya Dalam (a) Moment Slab (b) Displacement (c) lendutan

### *4.5 Kontrol Dinamik Sederhana*

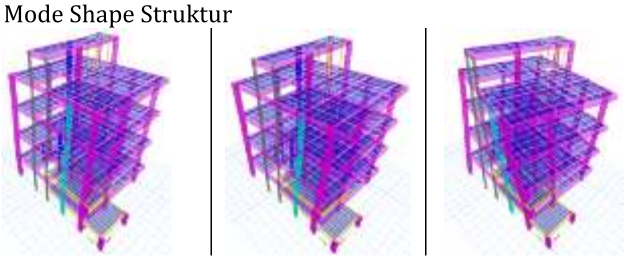
1. Periode Fundamental

Tipe Struktur : Sistem Beton Pemikul Momen
Ct : 0,0466
X : 0,9
Tinggi Struktur : 17 meter
Periode Pendekatan , Ta : Ct. Hnx
: 0,0466 . 17 $^{0,9}$
Ta : 0,596 Detik

**Tabel 7.** Priode Struktur Analisis

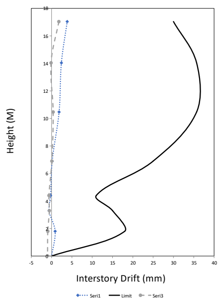
| Mode | Period sec | Frequency cyc/sec | CircFreq rad/sec | Eigenvalue rad²/sec² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0, 831 | 1, 203 | 7, 5566 | 57, 1024 |
| 2 | 0, 699 | 1, 431 | 8, 9894 | 80, 8085 |
| 3 | 0, 598 | 1, 673 | 10, 5098 | 110, 4552 |
| 22 | 0, 006 | 171, 5 | 1077, 6 | 1161311, 34 |

2. Mode Shape Struktur



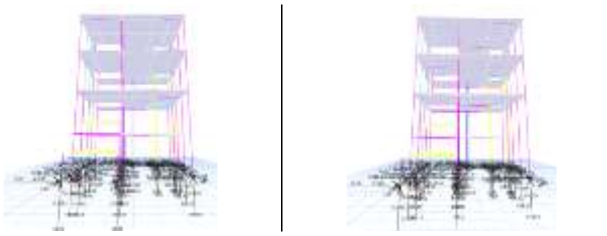
**Gambar 14**. (a) Mode 1 : Translasi Arah X (b) Mode 1 : Translasi Arah Y (c) Mode 3 : Rotasi

3. Story Drift

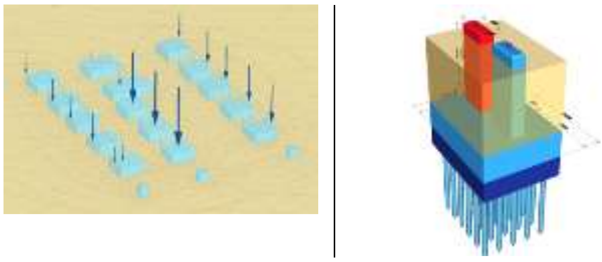



**Gambar 15**. Story Drift Bangunan

### *4.6 Pengecekan Struktur Bawah*



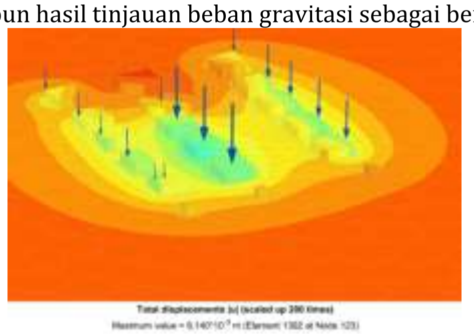
**Gambar 16**. (a) Reaksi Perletakan Beban Gempa (b) Reaksi Perletakan Beban Gempa



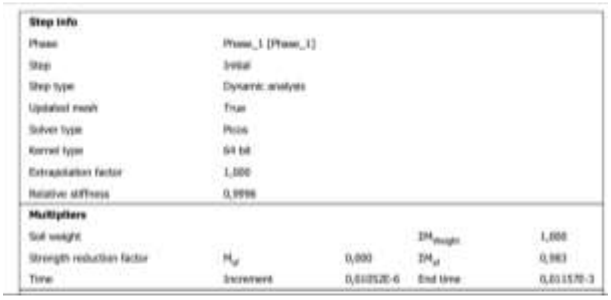
**Gambar 17**. Pemodelan Pondasi Dengan Aplikasi Komputer

#### 4.6.1 Tinjauan Beban Gravitasi

Adapun hasil tinjauan beban gravitasi sebagai berikut:



**Gambar 18**. Hasil Displacement




**Gambar 19**. Hasil Safty Factor

Hasil diatas kalau ditinjau stabilitas pondasi dengan beban gravitas memiligi SF 0,98 < 1 maka stabilitas tidak aman

**Tabel 8.** Cek Vertical dan Uplift

(Unit: kN)

| Ft.Name | L.Comb. | Pile | | R max | R min | Ru | Uf | Ra | Ua | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F9 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 35.098 | 28.816 | 35.098 | 0 | 35.332 | 25.999 | OK |
| | | | Y-Dir | 33.082 | 30.822 | | | | | |
| F10 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 32.625 | 26.258 | 32.625 | 0 | 35.332 | 25.999 | OK |
| | | | Y-Dir | 36.989 | 27.894 | | | | | |
| F11 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 33.333 | 22.833 | 33.333 | 0 | 35.332 | 25.999 | OK |
| | | | Y-Dir | 26.339 | 26.827 | | | | | |

**Tabel 9.** Cek Penulangan Pondasi

| Sec.Nam | L.Comb. | | Using Bar (mm) | Loc. (m) | Width b (m) | d (mm) | As (mm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 5 - D19 @ 200 | 0.750 | 1.000 | 421.350 | 1432.600 |
| | 2 | bottom | 5 - D19 @ 200 | 0.450 | 1.000 | 399.350 | 1432.600 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | Mu (kN·m) | Rn | P.Req |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | - | - | - |
| | 2 | bottom | 23.113 | 0.163 | 0.0004 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | $As_1(mm^2)$ | $As_2(mm^2)$ | $As_3(mm^2)$ | $As_4(mm^2)$ | $As_5(mm^2)$ | $As_{max}(mm^2)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 450.000 | - | - | 1520.335 | 1100.000 | 6866.501 |
| | 2 | bottom | 450.000 | 187.828 | 223.713 | 1430.129 | 1127.728 | 6555.839 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | Using $As(mm^2)$ | Select $As(mm^2)$ | Result |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 1432.600 | 450.000 | OK |
| | 2 | bottom | 1432.600 | 450.000 | OK |

**Tabel 10.** Cek Geser Satu Arah

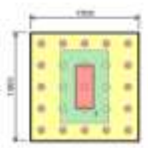
- X direction One-Way Shear (Unit Width)

| Sec.Nam | L.Comb. | Loc. (mm) | d (mm) | Bw (mm) | FVc (kN) | Vu (kN) | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | 625 | 419.5 | 1000 | 229.322 | 170.104 | OK |

- Y direction One-Way Shear (Unit Width)

| Sec.Nam | L.Comb. | Loc. (mm) | d (mm) | Bw (mm) | FVc (kN) | Vu (kN) | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | 450 | 396.4 | 1000 | 216.779 | 110.929 | OK |

**Tabel 11.** Cek Geser Dua Arah



| | | | |
|---|---|---|---|
| Ft.Name | F4 | Punching Area | 675731.100 mm² |
| Pr.Name | 7 | Pile effect | 16.847 / 25 |
| Shape | Rectangle | f Vc1 | 1413.382 kN |
| L.Comb. | 2 | f Vc2 | 2678.374 kN |
| Pl | 250 mm | f Vc3 | 1541.871 kN |
| Pw | 800 mm | f Vc | 1413.382 kN |
| bo / d | 3361.8 / 415.45 mm | Vu | 318.269 kN |
| bc / as | 2.4 / 40 | Result | OK |

4.6.2 Tinjauan Beban Gempa Banten 14 Januari 2022

Adapun hasil tinjauan beban gravitasi sebagai berikut:

**Gambar 20**. Hasil Displacement

**Gambar 21**. Hasil Safty Factor

Hasil diatas kalau ditinjau stabilitas pondasi dengan beban gravitas memiligi SF 0,79 < 1 maka stabilitas tidak aman

**Tabel 12.** Cek Vertical dan Uplift

| Ft.Name | L.Comb. | Pile | | $R_{au}$ | $R_{au}$ | Ru | Ut | Ra | Ua | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F9 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 37.587 | 31.342 | 37.587 | 0 | 35.332 | 25.889 | NG |
| | | | Y-Dir | 35.635 | 32.285 | | | | | |
| F10 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 34.400 | 28.155 | 34.400 | 0 | 35.332 | 25.889 | OK |
| | | | Y-Dir | 32.958 | 29.601 | | | | | |
| F11 | 1 | PHC-12 | X-Dir | 36.155 | 24.142 | 36.155 | 0 | 35.332 | 25.889 | NG |
| | | | Y-Dir | 31.451 | 28.846 | | | | | |

**Tabel 13.** Cek Penulangan Pondasi

| Sec.Nam | L.Comb. | | Using Bar (mm) | Loc. (m) | Width b (m) | d (mm) | As (mm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 5 - D19 @ 200 | 0.750 | 1.000 | 421.350 | 1432.600 |
| | 2 | bottom | 5 - D19 @ 200 | 0.450 | 1.000 | 399.350 | 1432.600 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | Mu (kN·m) | Rn | P.Req |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | - | - | - |
| | 2 | bottom | 25.174 | 0.175 | 0.0005 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | $As_1(mm^2)$ | $As_2(mm^2)$ | $As_3(mm^2)$ | $As_4(mm^2)$ | $As_5(mm^2)$ | $As_{max}(mm^2)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 450.000 | - | - | 1520.335 | 1100.000 | 6866.501 |
| | 2 | bottom | 450.000 | 182.874 | 243.771 | 1430.129 | 1127.728 | 6555.839 |

| Sec.Nam | L.Comb. | | Using $As(mm^2)$ | Select $As(mm^2)$ | Result |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | top | 1432.600 | 450.000 | OK |
| | 2 | bottom | 1432.600 | 450.000 | OK |

**Tabel 14.** Cek Geser Satu Arah

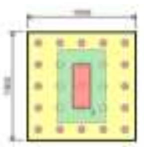
- X direction One-Way Shear (Unit Width)

| Sec.Nam | L.Comb. | Loc. (mm) | d (mm) | Bw (mm) | FVc (kN) | Vu (kN) | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | 625 | 417 | 1000 | 238.285 | 245.379 | NG |

- Y direction One-Way Shear (Unit Width)

| Sec.Nam | L.Comb. | Loc. (mm) | d (mm) | Bw (mm) | FVc (kN) | Vu (kN) | Result |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 2 | 450 | 401.1 | 1000 | 221.429 | 177.2 | OK |

**Tabel 15.** Cek Geser Dua Arah

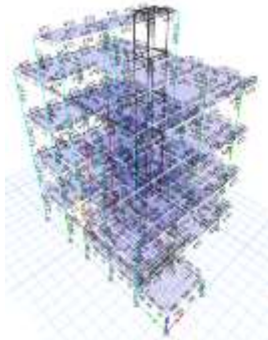


| | | | |
|---|---|---|---|
| Ft.Name | F4 | Punching Area | 675731.100 mm² |
| Pr.Name | 7 | Pile effect | 16.847 / 25 |
| Shape | Rectangle | f Vc1 | 1413.382 kN |
| L.Comb. | 2 | f Vc2 | 2678.374 kN |
| Pl | 250 mm | f Vc3 | 1541.871 kN |
| Pw | 800 mm | f Vc | 1413.382 kN |
| bo / d | 3361.8 / 415.45 mm | Vu | 348.894 kN |
| bc / as | 2.4 / 40 | Result | OK |

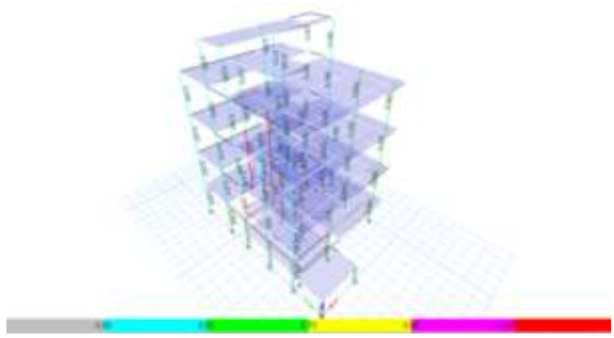
*4.7 Pengecekan Struktur Atas*

4.7.1 Tinjauan Beban Gravitasi

Adapun hasil tinjauan beban gravitasi sebagai berikut:



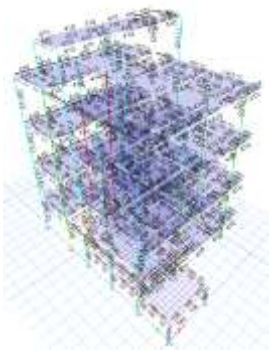
**Gambar 22**. Pengecekan Balok Gravitasi



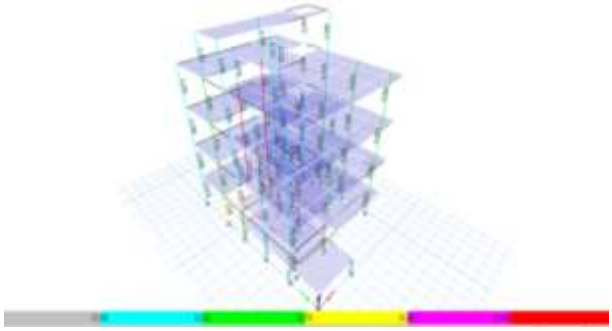
**Gambar 23**. Pengecekan Kolom Gravitasi

4.7.2 Tinjauan Beban Gempa Banten 14 Januari 2022

Adapun hasil tinjauan beban gempa banten sebagai berikut:



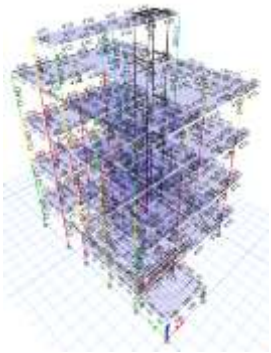
**Gambar 24**. Pengecekan Balok Beban Banten



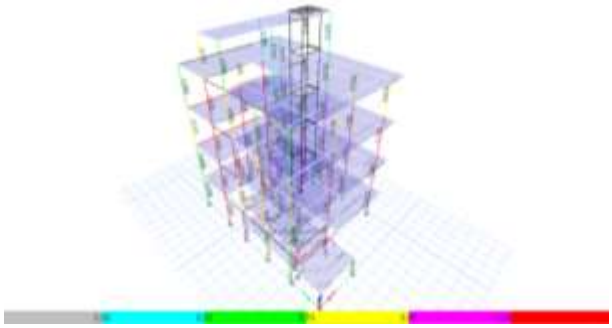
**Gambar 25**. Pengecekan Kolom Beban Banten

4.7.3 Tinjauan Beban Gempa SNI 1726:2019

Adapun hasil tinjauan beban gempa 2500 SNI 1726:2019 sebagai berikut:



**Gambar 26**. Pengecekan Balok Beban Gempa 2500 1726:2019



**Gambar 27**. Pengecekan Kolom Gempa 2500 1726:2019

## 5. Kesimpulan

Gempa 14 Januari 2022 bermagnitudo 6,6 mengakibatkan beberapa kerusakan gedung yang tidak didesain dengan gempa rencana. Objek tinjauan hotel ini setelah dilakukan pengecekan mutu eksisting baik beton dan tulangan baja tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Sebelum melihat kasus gempa ini dilihat terlebih dahulu terhadap beban gravitasi yang terjadi. Setelah dilakukan penelitian diketahui struktur pondasi memiliki SF 0,98 yang belum mencapai 1. struktur kolom balok juga terdapat elemen yang belum mampu sekitar 5%.

Tinjauan Beban gempa Banten 14 Januari 2022.Setelah dilakukan penelitian diketahui struktur pondasi memiliki SF 0,79 yang jauh dari 1 dan juga pengecekan terhadap tinjauan gempa lainnya tidak memenuhi standar sehingga dilapangan terdapat pergerakan. struktur kolom balok juga terdapat elemen yang belum mampu sekitar 15%.

Untuk beban gempa 2500 SNI 1726:2019 dipastikan pondasi tidak aman serta terdapat 40% elemen struktur atas yang tidak memenuhui. Oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan atau perkuatan total untuk mencegah kerusakan akibat bencana gempa lebih besar.

## Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini. Kepada Keluarga besar PT Qies Nusantara Konsultan dan keluarga tercinta. Semoga kegiatan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

## Daftar pustaka

BSN. *2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung , SNI – 1726 – 2019.*

*BSN. 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI – 2847 – 2019.*

*BSN. 2020. Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain , SNI – 1727 – 2020.*

*BSN. 2020. Tata Cara Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah Permukaan Untuk Perencanaan Gedung Tahan Gempa, SNI 8899-2020*

*BSN. 2020. Panduan desain sederhana untuk Bangunan Beton Bertulang, SNI 8900;2020*

*BSN. 2020. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, SNI 1729:2020*

*BSN. 2027. Baja Tulangan Beton, SNI 2052 2017*

*Hamidi, Fakhril. 2016. Analisis dan Evaluasi Struktur Atas Gedung Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB Terhadap Faktor Gempa Berdasarkan SNI 1727:2013; Bogor. Institut Pertanian Bogor*

*Karundeng, Vity Stilvan Dkk. 2015. Penerapan Metode Sechmid Hammer Test dan Core Drilled Test Untuk Evaluasi Kuat Tekan Beton Pada Ruang IGD RSGM Unisrat Guna Alih Fungsi Bangunan , Manado. Universitas Sam Ratulangi.*

*Nasruddin Dkk. 2015. Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton antara Destructive Test dan Non Destructive Test dalam Perawatan Basah dan Kering , Makasar. Prosiding Temu lmiah IPLBI.*