

DESAIN APARTEMEN 34 LANTAI (TIPE SOHO) DENGAN SISTEM GANDA, BERBASIS GAYA, MENGGUNAKAN SEISMIC ISOLATED STRUCTURE

Christian Aji Perdana¹, Koespiadi², Hendro Sutowijoyo³

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Narotama,*

Jalan Arief Rahman Hakim No. 51 Surabaya, Indonesia

E-mail: kristianadjie@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak pada daerah rawan gempa, untuk mengurangi dampak tersebut perlu konstruksi bangunan tahan gempa. Perencanaan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan suatu bangunan apartemen terhadap gempa yang terjadi. Dengan adanya perencanaan ini diharapkan dapat mengurangi dampak kerusakan yang sulit diprediksi. Perencanaan Gedung struktur memperhitungkan beban hidup, beban gaya dan beban mati, dengan menggunakan *Lead Rubber Bearing* (LRB) sebagai bantalan yang telah teruji efektif untuk meredam guncangan saat terjadi getaran yang besar dan juga memperbesar periode getar struktur. Struktur dimodelkan dengan dua kondisi yaitu Fixed Base dan Isolated Base. Berdasarkan dengan gaya lateral yang terjadi pada kolom didapatkan dimensi *Lead Rubber Bearing*, yaitu diameter 600mm, ketebalan 600mm, dan modulus geser 0,385 MPa. Didapatkan kekanikan pada periode getar sebesar 86% dari sebelum pemasangan *Lead Rubber Bearing*. Berdasarkan hasil perhitungan struktur ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Lead Rubber Bearing* bekerja dengan baik untuk mereduksi gaya gempa.

Kata kunci : Bangunan Tahan Gempa, *Lead Rubber bearing*, Perletakan kaku

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi adalah suatu getaran ataupun serentetan getaran yang terjadi dari kulit bumi yang memiliki sifat sementara (tidak abadi) yang kemudian getaran tersebut menyebar ke segala arah. Getaran pada bumi terjadi akibat adanya pergeseran secara tiba-tiba pada lapisan kerak bumi. Di beberapa tempat sering terjadi gempa bumi dengan skala yang cukup besar, berdasarkan hasil penelitian oleh beberapa ahli seismolog kejadian ini disebabkan karena daerah yang terjadi gempa berada di atas daerah pertemuan antar lempeng yang menyusul kerak bumi atau disebut area patahan, menurut Howel dan Mulyo (2004).

Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup kedalam lempeng Eurasia. Sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Jalur pertemuan lempeng berada di paut sehingga apabila terjadi gempa bumi besar pada kedalaman dangkal berpotensi tsunami. Selain berada di 3 lempengan, ini menyebabkan gempa bumi bisa saja terjadi sewaktu-waktu tanpa bisa diprediksi yang dapat menyebabkan dampak fatal terhadap bangunan gedung dan lain-lain yang mengalami kegagalan struktur atau kegagalan fondasi yang disebabkan oleh tidak adanya nilai kohesi atau nilai ikat tanah,

menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

Seiring dengan berkembangnya ilmu Teknik Sipil, maka banyak negara maju yang mulai menggunakan sistem yang bisa mengurangi dampak akibat gempa bumi yaitu Sistem Pencegahan Pasif yang antara lain *Tuned Mass Dumper*, *Seismic Isolation Base*, dan *Energy Disasapation*. Pada penelitian ini sistem pencegahan pasif yang digunakan adalah *Seismic Isolation Base* dengan harapan tidak terjadi kegagalan pondasi ataupun kegagalan struktur saat terjadinya gempa bumi.

Sistem ini dapat mengurangi dampak getaran yang terjadi pada tanah, sehingga tidak berdampak cukup besar terhadap gaya yang terjadi pada fondasi ataupun struktur yang dapat berakibat fatal apabila terjadi kegagalan fondasi atau kegagalan struktur

1.2 LANDASAN TEORI

Spektrum Respon Desain

Berdasarkan RSNI 1726:201X bila spektrum *respons* desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum *respons* desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum *respons* percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (1)$$

Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s ,spektrum *respons* percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ;

Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum *respons* percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

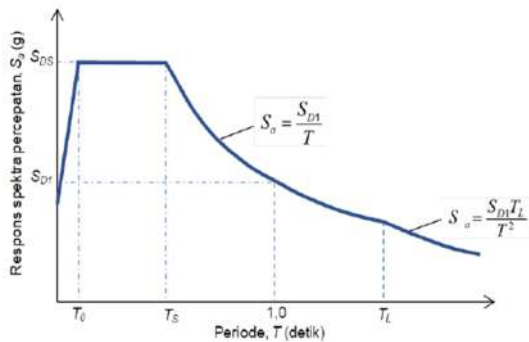
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \tag{2}$$

Untuk perioda lebih besar dari T_L , spektrum *respons* percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T} \tag{3}$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter *respons* spektral percepatan desain pada perioda pendek;



S_{D1} = parameter *respons* spektral percepatan desain pada perioda 1 detik;

T = perioda getar fundamental struktur.

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

T_L = Peta transisi perioda panjang yang ditunjukkan pada gambar dibawah

Metode Analisis Dinamis

Analisis dinamis untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak teratur. Analisis dinamis dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastis.

Pada cara elastis dibedakan Analisis Ragam Riwayat Waktu (*Time History Modal Analysis*), dimana pada cara ini diperlukan rekaman percepatan gempa dan Analisis Ragam Spektrum Respons (*Response Spectrum Modal Analysis*),dimana pada cara ini *respons* maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat dari Spektrum Respons

Rencana (*Design Spectra*). Sedangkan pada analisis dinamis inelastis digunakan untuk mendapatkan *respons* struktur akibat pengaruh gempa yang sangat kuat dengan cara integrasi langsung (*Direct Integration Method*). Analisis dinamik linier riwayat waktu (*time history*) sangat cocok digunakan untuk analisis struktur yang tidak beraturan terhadap pengaruh gempa rencana. Mengingat gerakan tanah akibat gempa di suatu lokasi sulit diperkirakan dengan tepat, maka sebagai input gempa dapat didekati dengan gerakan tanah yang disimulasikan. Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram gempa sebagai input data percepatan gerakan tanah akibat gempa.

Lead Rubber Bearing

Lead Rubber Bearing LRB adalah salah satu sistem anti seismik base isolator yang banyak digunakan pada bangunan untuk mereduksi gaya gempa. LRB ini terdiri dari beberapa lapisan karet alam atau sintetik yang mempunyai nisbah redaman kritis antara 2-5. Untuk dapat menahan beban vertikal tidak terjadi tekuk maka karet diberi lempengan baja yang dilekatkan ke lapisan karet dengan sistem vulkanisir. Untuk meningkatkan nisbah redaman sistem ini maka pada bagian tengahnya diberikan batangan bulat dari timah. Bantalan karet isolasi dipasang pada tiap-tiap bawah kolom diantara pondasi dan bangunan. Bantalan karet alam berfungsi untuk mengurangi getaran akibat gempa. Sedangkan lempengan baja digunakan untuk menambah kekuatan bantalan karet., sehingga penurunan bangunan saat bertumpu pada bantalan karet tidak terlalu besar.

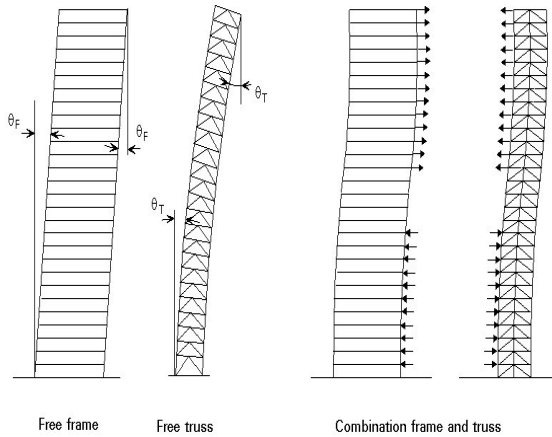
Mekanisme bantalan karet yaitu gaya horizontal yang besar ditahan oleh bantalan karet peredam. Gaya reaksi kolom yang sampai pada pondasi bangunan, dapat dikurangi melalui penggunaan bantalan karet tahan gempa ini. Pada saat gempa bantalan karet memungkinkan bangunan untuk bergerak bebas, tanpa terhalang oleh sifat kaku dari pondasi. Bantalan karet dapat mengurangi reaksi pondasi hingga 70%. Karena, secara alami karet memiliki fleksibilitas yang tinggi dan dapat menyerap energi. Peredam gempa berupa bantalan karet kini mulai banyak diaplikasikan pada bangunan-bangunan hunian.

Struktur Sistem Ganda

Sistem ganda atau *dual system* adalah salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh *moment frame* (rangka) sedangkan beban lateralnya dipikul bersama oleh *moment frame* dan dinding geser atau rangka bresing. Menurut RSNI 03-1726-201x pasal 7.2.5.1, rangka pemikul momen sekurang-kurangnya mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain. Tahanan gaya gempa total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul

momen dan dinding geser atau rangka bresing, dengan distribusi yang proposioal terhadap kekakuannya.

Karena rangka pemikul momen dengan



rangka bresing merupakan satu kesatuan dalam struktur *dual system* maka diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama atau setidaknya *moment frame* dapat mengikuti defleksi lateral yang terjadi. Ketika mengalami beban lateral (gempa), bresing berdeformasi seperti sebuah kantilever, sedangkan rangka pemikul momen berdeformasi geser. Sistem rangka bresing diperkuat oleh portal pada bagian atas bangunan, sedangkan bagian bawah bresing yang merupakan bagian kuat dari struktur bresing yang akan memperkuat portal pada bagian bawah portal seperti pada digambar bawah ini.

Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem Rangka Pemikul Momen mempunyai kemampuan menyerap energi yang baik, tetapi memerlukan terjadinya simpangan antar lantai yang cukup besar supaya timbul sendi sendi plastis pada balok yang akan berfungsi untuk menyerap energi gempa. Simpangan yang terjadi begitu besar akan menyebabkan struktur tidak kaku sehingga mengakibatkan kerusakan non-struktural yang besar disamping akan menambah pengaruh efek P-Δ terutama pada bangunan tinggi.

Sistem Rangka BResing Konsentrik

Sistem Rangka Bresing Konsentrik merupakan pengembangan dari sistem portal tak berpengaku atau lebih dikenal dengan *Moment Resisting Frames* (MRF). Sistem Rangka Bresing Konsentrik dikembangkan sebagai sistem penahan gaya lateral dan memiliki tingkat kekakuan yang cukup baik. Hal ini bertolak belakang dengan sistem MRF yang hanya bisa digunakan sebagai penahan momen. Kekakuan sistem ini terjadi akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi pada struktur. Sistem ini

penyerapan energinya dilakukan melalui pelelehan yang dirancang terjadi pada pelat buhul. Sistem ini daktilitasnya kurang begitu baik sehingga kegagalannya ditentukan oleh tekuk bresing.

Batas Simpangan

Rasio simpangan antar lantai maksimum dari struktur diatas sistem terisolasi tidak boleh melebihi 0,015 h_s (tinggi lantai dibawah level yang ditinjau) sesuai dengan SNI 1726:2019

1.3 Metodologi

Metodologi yang akan dipakai pada penelitian ini adalah metode analisis dinamik respon spektrum dengan menggunakan software ETABS. Langkah-langkah dalam metode analisis ini yaitu pengumpulan data meliputi data tanah, data gempa area yang akan kita modelkan, dan studi literatur. Memodelkan bangunan secara 3D (tiga dimensi). Menghitung dan mengimput beban-beban yang berkerja pada struktur bangunan tersebut. Menghitung respon spektrum bangunan menggunakan data gempa yang telah didapat sebelumnya untuk di input ke dalam pemodelan bangunan itu. Melakukan analisis nilai Displacement, drift dan base shear. Pada tahap akhir peneliti melakukan control kinerja struktur bangunan untuk mengambil kesimpulan dari hasil analisis yang berhubungan dengan tujuan dari penelitian tersebut.

Tabel 1. Data Perencanaan

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Data Struktur | |
| Jenis Struktur Bangunan | Struktur Baja |
| Fungsi Bangunan | Apartemen Hunian |
| Lokasi Bangunan | Jakarta |
| Jenis Tanah | Tanah Sedang |
| Jumlah Lantai | 34 lantai |
| Tinggi Antar Lantai | 3,2 meter |
| Dimesi Bangunan | 32m x 40m |
| Sistem Struktur Bangunan | Sistem Rangka Ganda |
| Data Material | |
| Baja Fy | 240 Mpa |
| Beton F'c | 30 Mpa |
| Dimensi Balok Induk | |
| Lantai 1-9 | WF 900x900 |
| Lantai 10-18 | WF 800x800 |
| Lantai 19-27 | WF 700x700 |
| Lantai 28-34 | WF 600x600 |
| Dimensi Balok Anak | WF 300x300 |

| | |
|---------------|------------|
| Dimensi Kolom | |
| Lantai 1-9 | WF 500x300 |
| Lantai 10-18 | WF 450x300 |
| Lantai 19-27 | WF 400x300 |
| Lantai 28-34 | WF 400x300 |
| Tebal Pelat | 120 mm |

Tabel 2. Profil Lead Rubber Bearing

| | |
|----------------------------|--------------|
| Profil Lead Rubber Bearing | |
| Effective Outer Diameter | 600 mm |
| Shear Modulus | 0.385 Mpa |
| Thickness of Rubber Layer | 20 mm |
| Number of Rubber Layer | 50 |
| Inner of Lead Diameter | 120 mm |
| Height | 407,9 mm |
| Weight | 6,8 kN |
| Normal Stress | 15 N/mm |
| Shear Stiffness | 7220 kN |
| Eff Damping Ratio | 0.05 |
| Compressive Stiffness | 1670000 kN.m |
| Strength Yield | 90.1 kN |

2. PEMBAHASAN

2.1 Hasil Displacement akibat beban kombinasi

Hasil Displacement Akibat Beban Kombinasi

Hasil Displacement maksimum akibat beban kombinasi dari analisis dinamik respon spektrum yang menggunakan program ETABS dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah.

Tabel 3. Simpangan Horizontal Maksimum

| Story | UX (mm) | UY (mm) |
|-----------|---------|---------|
| Atap | 408.824 | 409.857 |
| Lantai 33 | 408.146 | 408.675 |
| Lantai 32 | 406.869 | 407.185 |
| Lantai 31 | 405.268 | 405.333 |
| Lantai 30 | 403.312 | 403.11 |
| Lantai 29 | 400.99 | 400.517 |
| Lantai 28 | 398.295 | 397.559 |
| Lantai 27 | 395.209 | 394.251 |
| Lantai 26 | 391.84 | 390.79 |
| Lantai 25 | 388.195 | 387.038 |
| Lantai 24 | 384.246 | 382.981 |
| Lantai 23 | 379.993 | 378.62 |
| Lantai 22 | 375.443 | 373.962 |

| | | |
|-------------------------------|---------|---------|
| Lantai 21 | 370.62 | 369.022 |
| Lantai 20 | 365.56 | 363.833 |
| Lantai 19 | 360.332 | 358.476 |
| Lantai 18 | 355.017 | 353.163 |
| Lantai 17 | 349.822 | 348.151 |
| Lantai 16 | 344.565 | 343.026 |
| Lantai 15 | 339.166 | 337.735 |
| Lantai 14 | 333.613 | 332.264 |
| Lantai 13 | 327.914 | 326.616 |
| Lantai 12 | 322.098 | 320.813 |
| Lantai 11 | 316.223 | 314.909 |
| Lantai 10 | 310.39 | 309.032 |
| Lantai 9 | 304.74 | 303.481 |
| Lantai 8 | 299.4 | 298.409 |
| Lantai 7 | 294.167 | 293.369 |
| Lantai 6 | 288.985 | 288.294 |
| Lantai 5 | 283.881 | 283.178 |
| Lantai 4 | 278.933 | 278.069 |
| Lantai 3 | 274.287 | 273.099 |
| Lantai 2 | 270.183 | 268.583 |
| Lantai Dasar | 267.092 | 265.201 |
| Lt Pemeliharaan Base Isolator | 264.657 | 263.596 |

2.2 Hasil

Hasil Base Shear maksimum akibat beban kombinasi dari analisis dinamik respon spektrum yang menggunakan program ETABS dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 4. Analisis Gaya Geser Dasar

| Load Case | FX | FY |
|-----------|-----------|-----------|
| | kN | kN |
| Ex Max | 6576.8939 | 2050.0371 |
| Ey Max | 1924.8846 | 6582.3632 |

Daritabel diatas harus kita kontrol sesuai dengan peraturan dari SNI 1726:2019 yaitu \geq gaya geser yang dihitung. Hasil kontrol dapat kita lihat pada tabel 5 dibawah.

Tabel 5. Kontrol Base Shear

| Load Case | FX | FY | Syarat | Kontrol |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | kN | kN | | |
| Ex Max | 6576.89 | 2050.03 | 7734.87 | OK |
| Ey Max | 1924.88 | 6582.36 | 7734.87 | OK |

Hasil displacement dari output ETABS selanjutnya akan di kontrol dengan syarat sesuai SNI 1726:2019 yaitu simpangan antar lantai gedung base isolation tidak boleh lebih dari $0,015h_{sx}$. Hasil kontrol simpangan antar lantai dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Simpangan antar lantai arah X

| Story | Delta Total | Delta xe | Delta x | Delta Izin | Cek |
|-----------|-------------|----------|---------|------------|-----|
| | mm | mm | mm | mm | |
| Atap | 408.82 | 0.68 | 2.71 | 48 | OK |
| Lantai 33 | 408.14 | 1.28 | 5.11 | 48 | OK |
| Lantai 32 | 406.86 | 1.6 | 6.4 | 48 | OK |
| Lantai 31 | 405.26 | 1.96 | 7.82 | 48 | OK |
| Lantai 30 | 403.31 | 2.32 | 9.29 | 48 | OK |
| Lantai 29 | 400.99 | 2.7 | 10.8 | 48 | OK |
| Lantai 28 | 398.29 | 3.09 | 12.3 | 48 | OK |
| Lantai 27 | 395.2 | 3.37 | 13.5 | 48 | OK |
| Lantai 26 | 391.84 | 3.65 | 14.6 | 48 | OK |
| Lantai 25 | 388.19 | 3.95 | 15.8 | 48 | OK |
| Lantai 24 | 384.24 | 4.25 | 17 | 48 | OK |
| Lantai 23 | 379.99 | 4.55 | 18.2 | 48 | OK |
| Lantai 22 | 375.44 | 4.82 | 19.3 | 48 | OK |
| Lantai 21 | 370.62 | 5.06 | 20.2 | 48 | OK |
| Lantai 20 | 365.56 | 5.23 | 20.9 | 48 | OK |
| Lantai 19 | 360.33 | 5.32 | 21.3 | 48 | OK |
| Lantai 18 | 355.01 | 5.2 | 20.8 | 48 | OK |
| Lantai 17 | 349.82 | 5.26 | 21 | 48 | OK |
| Lantai 16 | 344.56 | 5.4 | 21.6 | 48 | OK |
| Lantai 15 | 339.16 | 5.55 | 22.2 | 48 | OK |
| Lantai 14 | 333.61 | 5.7 | 22.8 | 48 | OK |
| Lantai 13 | 327.91 | 5.82 | 23.3 | 48 | OK |

| | | | | | |
|------------------|--------|------|------|------|----|
| Lantai 12 | 322.09 | 5.88 | 23.5 | 48 | OK |
| Lantai 11 | 316.22 | 5.83 | 23.3 | 48 | OK |
| Lantai 10 | 310.39 | 5.65 | 22.6 | 48 | OK |
| Lantai 9 | 304.74 | 5.34 | 21.4 | 48 | OK |
| Lantai 8 | 299.4 | 5.23 | 20.9 | 48 | OK |
| Lantai 7 | 294.16 | 5.18 | 20.7 | 48 | OK |
| Lantai 6 | 288.98 | 5.1 | 20.4 | 48 | OK |
| Lantai 5 | 283.88 | 4.95 | 19.8 | 48 | OK |
| Lantai 4 | 278.93 | 4.65 | 18.6 | 48 | OK |
| Lantai 3 | 274.28 | 4.1 | 16.4 | 48 | OK |
| Lantai 2 | 270.18 | 3.09 | 12.4 | 52.5 | OK |
| Lantai Dasar | 267.09 | 2.44 | 9.74 | 48 | OK |
| Lt Base Isolator | 264.65 | 0 | 0 | 0 | OK |

Tabel 7. Simpangan antar lantai arah Y

| Story | Delta Total | Delta ye | Delta y | Delta Izin | Cek |
|-----------|-------------|----------|---------|------------|-----|
| | mm | mm | mm | mm | |
| Atap | 409.85 | 1.182 | 4.728 | 48 | OK |
| Lantai 33 | 408.67 | 1.49 | 5.96 | 48 | OK |
| Lantai 32 | 407.18 | 1.852 | 7.408 | 48 | OK |
| Lantai 31 | 405.33 | 2.223 | 8.892 | 48 | OK |
| Lantai 30 | 403.11 | 2.593 | 10.37 | 48 | OK |
| Lantai 29 | 400.51 | 2.958 | 11.83 | 48 | OK |
| Lantai 28 | 397.55 | 3.308 | 13.23 | 48 | OK |
| Lantai 27 | 394.25 | 3.461 | 13.84 | 48 | OK |
| Lantai 26 | 390.79 | 3.752 | 15.01 | 48 | OK |
| Lantai 25 | 387.04 | 4.057 | 16.23 | 48 | OK |
| Lantai 24 | 382.98 | 4.361 | 17.44 | 48 | OK |

| | | | | | |
|------------------|--------|-------|-------|------|----|
| Lantai 23 | 378.62 | 4.658 | 18.63 | 48 | OK |
| Lantai 22 | 373.96 | 4.94 | 19.76 | 48 | OK |
| Lantai 21 | 369.02 | 5.189 | 20.76 | 48 | OK |
| Lantai 20 | 363.83 | 5.357 | 21.43 | 48 | OK |
| Lantai 19 | 358.48 | 5.313 | 21.25 | 48 | OK |
| Lantai 18 | 353.16 | 5.012 | 20.05 | 48 | OK |
| Lantai 17 | 348.15 | 5.125 | 20.5 | 48 | OK |
| Lantai 16 | 343.03 | 5.291 | 21.16 | 48 | OK |
| Lantai 15 | 337.74 | 5.471 | 21.88 | 48 | OK |
| Lantai 14 | 332.26 | 5.648 | 22.59 | 48 | OK |
| Lantai 13 | 326.62 | 5.803 | 23.21 | 48 | OK |
| Lantai 12 | 320.81 | 5.904 | 23.62 | 48 | OK |
| Lantai 11 | 314.91 | 5.877 | 23.51 | 48 | OK |
| Lantai 10 | 309.03 | 5.551 | 22.2 | 48 | OK |
| Lantai 9 | 303.48 | 5.072 | 20.29 | 48 | OK |
| Lantai 8 | 298.41 | 5.04 | 20.16 | 48 | OK |
| Lantai 7 | 293.37 | 5.075 | 20.3 | 48 | OK |
| Lantai 6 | 288.29 | 5.116 | 20.46 | 48 | OK |
| Lantai 5 | 283.18 | 5.109 | 20.44 | 48 | OK |
| Lantai 4 | 278.07 | 4.97 | 19.88 | 48 | OK |
| Lantai 3 | 273.1 | 4.516 | 18.06 | 48 | OK |
| Lantai 2 | 268.58 | 3.382 | 13.53 | 52.5 | OK |
| Lantai Dasar | 265.2 | 1.605 | 6.42 | 48 | OK |
| Lt Base Isolator | 263.6 | | | 0 | |

Hasil hitungan kontrol simpangan antar lantai struktu Gedung arah X dan Arah Y pada table 5 dan table 6 memenuhi syarat yang telah ditetapkan di SNI 1726:2019 yaitu kurang dari 0,015h

2.3 Periode Getar Bangunan

Hasil periode gear ini didapat dari hasil base isolation di ETABS yang dapat dilihat pada ditabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Tabel Periode Getar

| Mode | Period | Sum UX | Sum UY |
|------|--------|--------|--------|
| | sec | | |
| 1 | 8.692 | 0.7647 | 0.1833 |
| 2 | 8.665 | 0.9446 | 0.981 |
| 3 | 7.622 | 0.9816 | 0.9815 |
| 4 | 2.502 | 0.9829 | 0.9972 |
| 5 | 2.481 | 0.9979 | 0.9986 |
| 6 | 2.164 | 0.9986 | 0.9986 |
| 7 | 1.232 | 0.9987 | 0.9995 |
| 8 | 1.224 | 0.9996 | 0.9997 |
| 9 | 1.087 | 0.9997 | 0.9997 |
| 10 | 0.805 | 0.9997 | 0.9999 |
| 11 | 0.783 | 0.9999 | 0.9999 |
| 12 | 0.704 | 0.9999 | 0.9999 |

3. KESIMPULAN

3.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis struktur Gedung Apartemen ini menggunakan metode respon spektrum, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis ragam respon spektrum pada arah X dan Arah Y menghasilkan $V_i \geq V$, maka dapat disimpulkan bahwa nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebanan nominal akibat pengaruh beban gempa rencana telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan di SNI 1726:2019.
2. Berdasarkan hitungan simpangan gaya aksial yang terjadi didapat kan profil dari Lead Rubber Bearing yang digunakan iatu 600mm dan menggunakan Lead Plug Diameter 120mm.
3. Berdasarkan hasil analisis ragam respon spektrum pada top displacement pada arah X dan arah Y, gedung ini Telah memenuhi syarat displacement yang telah ditetapkan pada SNI 1726:2019.

3.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna secara umum dalam hal perkembangan ilmu Teknik sipil yang diterapkan dalam dunia praktisi. Diharapkan penelitian ini dapat di kembangkan oleh peneliti- peneliti berikutnya. Untuk madsut tersebut disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sebaiknya sebelum dilakukan penelitian terhadap *base isolation* sebaiknya dilakukan studi terlebih dahulu tentang system isolasi yang ditetapkan oleh SNI. Sehingga diharapkan perencana dapat dimodelkan semirip mungkin dengan kondisi sesungguhnya yang terjadi dilapangan.

PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction*. 2010. Ketentuan Seismik untuk Baja Struktural Bangunan.
- American Institute of Steel Construction*. 2011. Konstruksi Baja Manual. Edisi Keempat belas.
- ASCE. 2010. Beban Desain Minimum untuk Bangunan dan Struktur lain. ASCE/SEI 7-10. ASCE, Reston. Virginia.
- ASCE. 2013. Rehabilitasi Seismik Bangunan yang Ada.
- Computer and Structure*. 2001. ETABS Manual: *Integrated Building Design Software*. California.
- RSNI3 1726:201X. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- SNI 1729:2015. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- Tavio. Usman Wijaya. 2018. Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja. Edisi 2. Surabaya. Andi Publisher.

Halaman ini sengaja dikosongkan