

IDENTIFIKASI PERILAKU STRUKTUR RUSUNAWA MEULABOH SMART BUILDING MENGGUNAKAN BASE ISOLATION

Aulia Rahman*

Samsunan

Jarya

Inseun Yuri Salena

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar

Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, INDONESIA

Abstract

Indonesia located in an area where 3 plates meet. tectonic main, namely Indo-Australian, Eurasian, and Pacific plates. This make Indonesia as very vulnerable area to earthquake and have activity high seismic to earthquake. from that , it is necessary planned something system structure damper earthquake that named is base isolation structure. Research objectives is knowing suitable LRB type For applied to buildings , and to knowing comparison between structure fixed base with base isolation . Rusunawa Building Meulaboh Smart Building (MSB) with 7 floors has a length of 14,30 and a width of 14,30. Analysis Method structure use ETABS v.21 software , which was analyzed is element structure building For know style in , displacement and story drift . Comparison results analysis structure fixed base with structure base isolation LRB type with type LH120G4A, in style in system base isolation more reduced , style in in the form of style axial , style shear , and moment in succession are 1.02%, 2.05% and 1.68%. displacement reduced X direction of 11.18% and the Y direction of 6.19%. From the results analysis that Usage base isolation more effective dampen earthquake compared to with structure fixed base. the analysis results, the deviation that occurred on the 7th floor was 45.470 mm, which was smaller than the requirement of 53 mm in the X-axis direction and 47.216 mm, which was smaller than the requirement of 53 mm in the Y-axis direction.

Keywords:

Base isolation; earthquake; Lead Rubber Bearing (LRB).

Abstrak

Negara Indonesia berada pada wilayah bertemunya 3 lempeng gempa tektonik utama, yaitu lempengan Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Hal ini menyebabkan Indonesia sebagai daerah yang sangat rawan terhadap gempa bumi dan memiliki aktivitas seismik yang tinggi terhadap gempa bumi. Maka dari itu, perlu direncanakan sistem struktur peredam gempa dengan sistem *base isolation*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis LRB yang cocok untuk diterapkan pada gedung, dan untuk mendapatkan perbandingan antara struktur bangunan *fixed base* dengan *base isolation*. Gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) berlantai 7 dengan Panjang 14,30 dan lebar 14,30. Metode Analisis struktur menggunakan *software* ETABS v.21, yang dianalisis adalah elemen struktur gedung untuk mengetahui gaya dalam, displacement dan story drift. Perbandingan hasil analisis struktur bangunan *fixed base* dengan struktur base isolation jenis LRB dengan tipe LH120G4A, pada gaya dalam sistem *base isolation* lebih tereduksi, gaya dalam terdiri dari gaya aksial, gaya geser, dan momen berturut – turut adalah 1,02%, 2,05% dan 1,68%. displacement arah X tereduksi sebesar 11,18% dan arah Y sebesar 6,19%. Dari hasil analisa bahwa penggunaan *base isolation* lebih efektif meredam gempa dibandingkan dengan struktur *fixed base*, dari hasil analisa yang didapatkan simpangan yang terjadi di lantai 7 sebesar 45,470 mm lebih kecil dari syarat 0,03/R x H yaitu 53 mm pada arah sumbu X dan 47,216 mm lebih kecil dari syarat 0,03/R x H yaitu 53 mm pada arah sumbu Y sesuai standar SNI 1726-2019.

Kata Kunci:

Base isolation; Gempa bumi; Lead Rubber Bearing (LRB).

DOI: [10.38038/vocatech.v7i2.225](https://doi.org/10.38038/vocatech.v7i2.225)

Received: 02 Juli 2025; Accepted: 23 Desember 2025; Published: 25 Desember 2025

*Corresponding author:

Aulia Rahman, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar. Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, INDONESIA.

Email: auliarahman@utu.ac.id

Citation in APA Style: Rahman, A., Samsunan., Jarya & Salena, I.Y. (2025). Identifikasi Perilaku Struktur Rusunawa Meulaboh Smart Building Menggunakan Base Isolation. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 7(2), 243-257

1. PENDAHULUAN

Meulaboh merupakan salah satu kota di Provinsi Aceh sebagai wilayah yang rawan terhadap resiko gempa bumi terletak di pesisir pantai Aceh. Dalam beberapa dekade terakhir Meulaboh sering mengalami gempa bumi yang berskala besar, tahun 2004 Meulaboh adalah salah satu gempa dengan skala besar 9,1 SR dan menyebabkan bencana tsunami. Maka dari itu, Meulaboh perlu direncanakan bangunan gedung tahan gempa agar risiko kegagalan struktur saat terjadinya gempa bumi dapat diminimalisir. Gedung harus dirancang dan didesain sehingga pengoperasian bisa berjalan dengan selamat, ekonomis, efektif dan efisien. Tipe penahan gempa yang umum digunakan seperti sistem rangka pemikul momen dan shearwall dapat menyebabkan kerusakan elemen struktural maupun nonstruktural yang signifikan akibat plastifikasi dan tingginya percepatan lantai yang tentunya dapat bermasalah pada bangunan yang dituntut untuk tetap beroperasi dengan baik pasca gempa terjadi (Akbari dkk., 2021).

Untuk mengurangi resiko kerusakan struktur gedung berlantai banyak saat terjadinya gempa salah satunya dapat diantisipasi dengan mendesain bangunan gedung tahan gempa menggunakan teknologi peredam getaran saat gempa yang dikenal dengan *base isolator* pada bangunan gedung bertingkat. *Base isolator* dapat memperpanjang periode struktur gedung, sehingga diharapkan mampu meredam getaran serta bisa menahan gaya gempa yang terjadi pada bangunan gedung bertingkat. Salah satu jenis base isolator yang sering diaplikasikan yaitu jenis *Lead Rubber Bearing (LRB)* dengan kelebihan yang dimiliki adalah kapasitas redaman yang tinggi dan mampu mengembalikan struktur pada kondisi semula setelah gempa berakhir (Tuhuteru dkk., 2021).

Rusunawa *Meulaboh Smart Building* sebelumnya merupakan suatu perencanaan gedung bertingkat yang tidak menerapkan sistem base isolator, memiliki panjang bangunan 14,30 m, dengan lebar 14,30 m, tinggi 24,50 m dan jumlah lantai sebanyak 7 lantai (Rahman et al., 2024). Dikarenakan luas bangunan tidak terlalu luas, maka dari itu penulis merencanakan Rusunawa *Meulaboh Smart Building (MSB)* menggunakan sistem *base isolator* sebagai alat redaman gempa. Penelitian ini bertujuan mendapatkan pengaruh penggunaan *base isolator* tipe *lead rubber bearing (LRB)* pada struktur yang diberi beban gempa, mengetahui perbandingan struktur *fixed base* dengan *base isolation* terhadap gaya dalam, *displacement* dan *story drift* pada struktur Rusunawa *Meulaboh Smart Building (MSB)*.

2. STUDI PUSTAKA

2.1. Gempa

Gempa merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan kerak bumi. Penyebab gempa bumi dapat berupa dinamika bumi (tektonik), aktivitas gunung api, akibat meteor jatuh, longsor (dibawah muka air laut), ataupun ledakan bom nuklir dibawah permukaan (Harahap & Fauzan, 2019). Dalam kurun waktu beberapa dekade belakangan ini, berbagai gempa bumi melanda kota-kota besar di Indonesia, termasuk Aceh, Yogyakarta dan Padang, menyebabkan kerusakan parah pada bangunan dan peningkatan jumlah korban jiwa dibandingkan dengan gempa bumi Jepang tahun 2011. Aceh merupakan sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di ujung utara Pulau Sumatera dan merupakan provinsi paling barat di Indonesia. Aceh merupakan wilayah rawan bencana gempa bumi dikarenakan kondisi geologi dan geografi Aceh yang berada di ujung pertemuan tiga lempeng bumi yang bergerak aktif setiap hari, yakni Australia, India, dan Eurasia (Tuhuteru dkk., 2021).

Pulau Sumatera terletak di batas lempeng subduksi Eurasia dan India serta berada pada jalur Sesar Sumatera, secara geologi berada pada zona aktivitas seismik yang aktif. Histori gempa $M \geq 8$ pernah terjadi di Aceh. Tahun 1907, gempa $M 8.2$ mengguncang Simeulue dan disusul oleh gelombang tsunami yang kala itu disebut dengan istilah smong. Sejak saat itu, gempa $M \geq 8$ tidak terjadi di wilayah Aceh hingga tahun 2004 terjadi kembali gempa dengan kekuatan lebih besar yaitu $M 9.1$. Aktivitas seismik meningkat setelah gempa Aceh 26 Desember 2004 yang diikuti oleh bencana Tsunami. Berdasarkan data USGS selama empat tahun (2005 – 2008) telah terjadi 1854 gempa dengan magnitudo $M \geq 4$ (Gunarsih et al., 2023).

Hasil penelitian diperoleh dimensi komponen struktur pada perencanaan bangunan gedung Rusunawa Meulaboh paling efektif yaitu ukuran balok induk 400/600 mm, balok anak 350/600 mm, kolom 450/500 mm, plat lantai 150 mm serta atap 120 mm. Hal ini dikarenakan periode fundamental struktur meliputi nilai maksimum $T = 0,8150$ detik, batas bawah $T_a (\text{min}) = 0,8291$ detik, dan batas atas $T_a (\text{maks}) = 1,1607$ detik yang tidak boleh dilampaui. Dengan memenuhi persyaratan kapasitas gaya geser (V_T), komponen kolom dan balok yang dirancang dapat mereduksi gaya geser akibat gempa. Dimensi elemen struktur pada setiap lantai juga harus memenuhi standar desain beton bertulang, dan kapasitas geser nominal (V_T) harus lebih besar dari gaya yang bekerja pada kolom dan balok (V) (Rahman et al., 2024).

2.2. Sistem *Base Isolator*

Sistem Isolasi seismik atau *seismic isolation base* merupakan sebuah perencanaan struktur bangunan dilakukan dengan memasang isolasi dasar jenis tertentu pada dasar struktur dengan tujuan memperkecil respon struktur pada bangunan saat terjadi guncangan. Base isolator juga dapat dikatakan dan berfungsi sebagai elemen yang menjadi penengah struktur atas dan struktur bawah (Cahyani & Sitanggang, 2021).

Bangunan struktur dengan base isolation dapat mereduksi gaya gempa yang terjadi pada struktur atas sebesar 47% dan penggunaan sistem ini dapat memperkecil dimensi komponen struktur. Distribusi gaya geser maksimum yang terjadi pada lantai 5 arah x: (Struktur fixed base (tanpa base isolation) : 63.724,86 kg), Struktur dengan base isolation : 33.722,262 kg. (Rahmawati dkk., 2019).

a. Jenis – jenis isolasi dasar (base isolation)

1. *Rubber type seismic isolation*

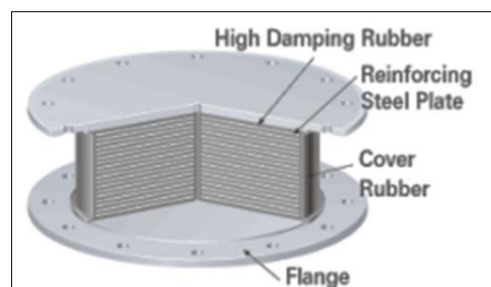
Isolasi dasar ini terbuat dari lembaran-lembaran karet yang direkatkan pada plat-plat baja secara berselang-seling. Macam-macam isolasi dasar dengan bantalan karet adalah Lead Rubber Bearing (LRB), Elastometric Bearing, dan High Damping Rubber Bearing (HDRB). Jenis isolator HDRB merupakan jenis bantalan yang dapat mereduksi gempa lebih efektif dari pada LRB, dan dari segi keamanan dan kenyamanannya sistem HDRB lebih aman (Arsy & Rahmi, 2023).

2. *Non-rubber type seismic isolation*

Non-rubber type seismic isolation atau yang disebut dengan *Lead Extrusion Damper*, Roller Bearings dan Sliding Bearings. Yang paling umum digunakan yaitu *Lead Extrusion Damper*.

b. Base Isolator Tipe *Lead Rubber Bearing*

Tipe LRB adalah satu jenis dari *elastomeric rubber bearing* yang di dalamnya terdapat penambahan perangkat berupa inti yang terbuat dari timah (*lead core*). Adanya inti tersebut membuat sistem isolasi ini menjadi lebih kaku dan mampu menahan beban vertikal maupun lateral dan memiliki disipasi energi yang tinggi terhadap beban lateral. Intinya adalah LRB menggabungkan fungsi kekakuan pada saat mengalami beban secara vertikal dan fleksibilitas pada saat mengalami beban lateral. Dengan kata lain, sistem isolasi ini mampu diaplikasikan secara tunggal dan efektif pada daerah dengan seismik yang tinggi (Arifin dkk., 2019).



Gambar 1. Lead rubber bearing

Penelitian (Arifin dkk., 2019) menganalisa model gedung yang identik sama secara geometri tetapi memiliki perbedaan pada dasar gedung yaitu penggunaan *fixed base* dan *base isolation*. Melalui analisis respons spektrum didapatkan hasil berupa penurunan gaya geser dasar akibat disipasi energi yang dimiliki base isolation sebesar 29.47% pada arah x dan 29.19% pada arah y. Selain itu, hasil pengecekan kolom menunjukkan bahwa penggunaan base isolation berdampak pada kekuatan dan kinerja kolom sehingga terjadi optimasi dimensi dan tulangan longitudinal. Besarnya optimasi pada dimensi kolom adalah 25% (800 x 1400 mm menjadi 700 x 1200 mm²) pada lantai 6-10. Seiringan dengan hal tersebut, terjadi optimasi kebutuhan tulangan longitudinal sebesar 24.52% dan 25%. Di sisi lain, penggunaan base isolation meningkatkan kebutuhan tulangan longitudinal pada balok induk sebesar 3.2%. Hal tersebut dikarenakan kekakuan yang dimiliki base isolation tidak mampu menahan momen lentur pada kolom sehingga terjadi distribusi momen.

2.3 Kombinasi Beban

Kombinasi beban adalah kombinasi jenis beban yang bekerja bersama-sama pada suatu struktur dan dapat menghasilkan beban terfaktor. Besarnya faktor beban harus cukup besar untuk membatasi kegagalan struktural secara tiba-tiba, namun juga cukup besar untuk menciptakan struktur yang paling ekonomis. Berdasarkan peraturan SNI 1727:2020 dengan rincian:

1,4 D

1,2 D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)

1,2 D + 1,6L (Lr atau R) + (L atau 0,5W)

1,2 D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)

1,2 D + 1,0E + L

0,9 D + 1,0W

0,9D – 1,0E

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

E = Beban gempa

W = Beban angin

Lr = Beban hidup pada atap

R = Beban hujan

2.4 Metode Respon Spektrum

Untuk melakukan analisis perhitungan struktur dengan metode respon spektrum berdasarkan SNI 1726: 2019, berikut akan dijelaskan poin-poinnya sebagai berikut :

a. Jumlah Ragam

Menentukan ragam getar alami dalam komponen struktur diperlukan, untuk menganalisa dimana harus menyertakan jumlah ragam (mode shape) agar dapat memperoleh partisipasi massa ragam terkomposisi harus lebih besar dari 90% dari massa aktual didalam setiap arah horizontal dari respon yang ditinjau oleh permodelan struktur.

b. Parameter Respon Spektrum

Nilai dari parameter desain terkait dari gaya yang ditinjau dimana termasuk gaya dukung, simpangan antar tingkat lantai, dan gaya-gaya elemen struktur individu untuk masing – masing ragam respon harus dihitung menggunakan properti masing – masing ragam dan respon spektrum harus dibagi dengan kuantitas (R/Ie). Nilai dari total perpindahan dan kuantitas dari simpangan antar lantai harus di kalikan dengan kuantitas (Cd/Ie).

c. Parameter Respon Terkombinasi

Pengkombinasian nilai – nilai dari masing – masing parameter yang ditinjau yang dihitung untuk berbagai ragam menggunakan metode kombinasi kuadrat lengkap (CQC) atau metode akar kuadrat jumlah kuadrat (SRSS) yang sesuai dengan SNI 1726 : 2019. Pada metode CQC harus digunakan dalam masing – masing nilai ragam dimana ragam berjarak dekat memiliki korelasi silang yang signifikan diantara respon torsi dan translasi.

d. Skala nilai desain untuk respon terkomposisi

Nilai gaya geser “V” harus dihitung dalam masing – masing 2 arah horisontal orthogonal menggunakan periode fundamental struktur yang dihitung T didalam masing-masing arah dan prosedur.

e. Skala Gaya

Periode fundamental yang dihasilkan melebihi CuTa, maka CuTa harus digunakan sebagai pengganti dari T dalam arah tersebut. Kombinasi dari respon untuk geser dasar ragam (Vt) < 85 % geser dasar (V) yang dihitung menggunakan prosedur gaya – gaya lateral ekuivalen, maka gaya harus dikalikan dengan 0,85 Cs.W. (Azani et al., 2022).

f. Skala simpangan antar lantai

Hasil Penelitian (Jaglien Liando dkk., 2020) Apabila didapatkan nilai respons terkomposisi untuk gaya geser dasar ragam (V_t) $< 85\%$ dari nilai C_sW , maka simpangan antar lantai harus dikalikan dengan 0,85 $C_sW:V_t$ Persyaratan Strong column weak beam dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memenuhi syarat sesuai kondisi : Kekuatan lentur kolom telah memenuhi syarat $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$. Sehingga mengurangi kemungkinan leleh pada kolom yang dianggap sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik. Dimana tiang yang merangkap pada joint lebih kuat dibandingkan balok yang merangkap pada joint. Tulangan tekan balok dengan dimensi yang ada telah leleh.

Penelitian sepuluh lokasi dilakukan (Kadek Astariani et al., 2025) mendapatkan hasil angka percepatan parameter respon spektrum periode pendek (S_s) dan percepatan parameter respon spektrum periode 1 detik (S_1) pada SNI 1726-2012 memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan SNI 2019.

2.5 Software ETABS v.21

ETABS (Analisis Tiga Dimensi Tingkat Lanjut Sistem Bangunan) yaitu program untuk analisis dan perencanaan struktur bangunan yang cepat dan akurat. Program ETABS v.21 sangat berguna untuk melakukan analisis dan perancangan struktur arsitektur yang sebelumnya harus dilakukan secara manual, relatif memakan waktu, dan akurasi yang tidak terjamin. ETABS v.21 sangat relevan untuk perencanaan struktur bangunan bertingkat/berisiko tinggi karena mempertimbangkan bobot mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa bangunan. Pembebanan seismik diperiksa dalam dua analisis : fungsi spektrum respons beban dan fungsi riwayat waktu . Oleh karena itu, analisis seismik dan angin dapat dihitung secara otomatis dengan mengubah nilai faktor koefisien peraturan ACI dan IBC agar sesuai dengan peraturan SNI yang berlaku di Indonesia. Program ETABS v.21 secara khusus digunakan untuk menganalisis lima rencana struktur : analisis rangka baja, rangka beton, analisis tulangan balok komposit dan rangka baja , dan analisis dinding penahan beban.

ETABS merupakan perangkat untuk menganalisa struktur bangunan, terutama untuk bangunan tinggi (*High Rise Building*). Program ETABS (*Extended Three Analysis Building Systems*) merupakan program analisis struktur yang dikembangkan oleh perusahaan Computers and Structures, Incorporated (CSI) yang berlokasi di Berkeley, California, Amerika Serikat. (Azani et al., 2022)

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian berupa analisa kekuatan struktur gedung yang menggunakan *base isolation*, analisis dilakukan dengan menggunakan software ETABS v.21 studi kasus pada Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB),

3.1 Sumber Data

3.1.1 Studi Literatur

Berikut adalah sumber literatur yang digunakan dalam perencanaan untuk digunakan analisa.

1. Syarat Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan (Badan Standardisasi Nasional, 2019)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (Badan Standardisasi Nasional, 2019)
3. Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (Badan Standardisasi Nasional, 2019)
4. Jurnal dan artikel yang terkait tentang *base isolator*.

3.1.2 Data Primer

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. Nama Bangunan | = Meulaboh Smart Building |
| 2. Lokasi | = Meulaboh, Aceh Barat |
| 3. Jumlah Lantai | = 7 Lantai |
| 4. Fungsi Gedung | = Apartemen/Rumah Susun |
| 5. Tinggi Gedung | = 14,30 m |
| 6. Lebar Gedung | = 14,30 m |

- 7. Panjang Gedung = 14,30 m
- 8. Tinggi Lantai = 3,5 m (Lantai 1-7)

3.1.3 Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang bersumber hal-hal terkait, dan memiliki kesamaan dalam permasalahan utama yang akan diteliti, data-data tersebut sebagai berikut:

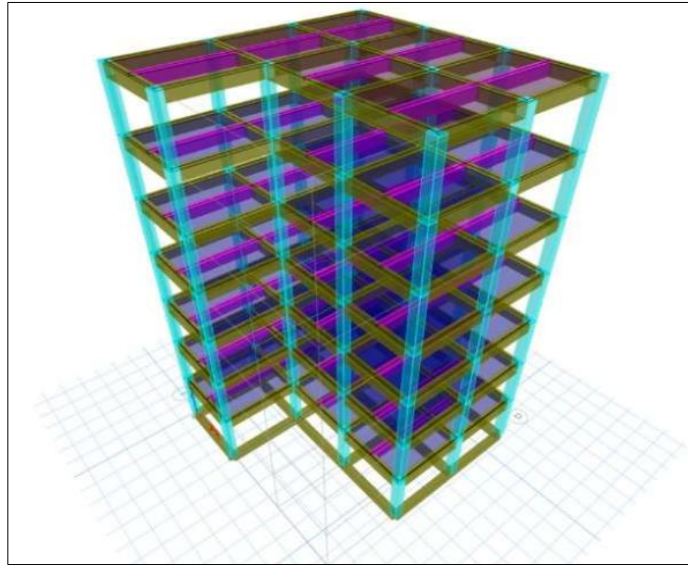
1. Data Gempa RSA Cipta Karya 2021 merupakan website desain spektra Indonesia yang di inisiasi oleh kementrian PUPR yang memberikan pedoman dan alat bantu untuk penentuan spektrum respons desain di permukaan tanah yang sesuai dengan daerah yang akan direncanakan bangunan.
2. Peraturan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) yang akan menjadi data patokan untuk mendesain bangunan gedung. Data-data SNI yang akan digunakan yaitu :
 - a) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726 : 2019.
 - b) Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727 : 2020
 - c) Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan SNI 2847 : 2019
3. Data awal perencanaan gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB).
4. Data pendukung lainnya untuk membantu menunjang dalam perencanaan.

3.2 Preliminary Design

Perencanaan Gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building pada awalnya menggunakan beton pracetak sebagai material dasar pada bangunan Gedung tersebut. Namun di redesain oleh penulis menjadi bangunan yang menggunakan sistem base isolator seperti yang tertera pada latar belakang. Pada perencanaan ini penulis mendesain ulang bangunan Gedung tersebut menggunakan sistem paredam gempa yaitu base isolation system. Desain struktur dan base isolator bangunan Perencanaan Gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building menggunakan bantuan software ETABS v.21.

Sesuai dengan data ukuran existing dilakukan permodelan dengan menggunakan base isolator. Untuk rincian tahapan-tahapan mendesain base isolator LRB sebagai berikut :

1. Menyesuaikan kapasitas LRB untuk memikul beban dari kolom.
2. Menghitung periode efektif dengan asumsi berat struktur bangunan yang akan dipikul LRB
3. Menghitung periode penurunan pada respon spektrum akibat dari pemasangan LRB pada bangunan.
4. Koreksi penggunaan LRB dilakukan dengan cara membandingkan perpindahan maksimal yang terjadi pada LRB dari hasil running ETABS dan perpindahan maksimal LRB.
5. Perhitungan koreksi dimensi LRB yang dibutuhkan oleh bangunan Gedung.



Gambar 2. Modelling gedung rusunawa meulaboh smart building

3.3 Kontrol Desain Struktur

Analisa struktur dilakukan pada kontrol desain yang dilakukan pada struktur fixe based adalah sebagai berikut :

1. Batas Simpangan Antar Lantai

Menurut SNI 1726 – 2020 Pasal 12.5.6 simpangan antar lantai maksimum struktur diatas sistem isolasi tidak melebihi $0.015h_{sx}$. Simpangan antar lantai dihitung berdasarkan persamaan pada pasal 7.8.6 dengan faktor C_d dari sistem isolasi sama dengan faktor R ditentukan pasal 12.5.4.2.

2. Kontrol Perpindahan Base Isolator

3. Pada kontrol Perpindahan Base Isolator yang ada tidak boleh melebihi perpindahan rencana.

4. Nilai gaya geser dasar

Nilai $V_{dinamik}$ telah dipersyaratkan pada SNI 1726:2019 pasal 7.9.4 minimal 85% dari V_{statik} ($V_{dinamik} \geq 0,85 V_{statik}$). Bila syarat ini tidak terpenuhi maka gaya geser dasar ragam perlu dikalikan faktor skala gaya $0,85 V/V_t$ (SNI 1726:2012 pasal 7.9.4.1).

5. Partipasi Massa

Untuk dapat hasil analisis struktur yang baik, analisis yang dilakukan harus meyeritakan jumlah ragam yang mencakup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam ragam terkombinasi minimal 90% dari respon yang ditinjau model (SNI 1726:2019 pasal 7.9.1).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) dipilih sebagai objek penelitian karena letak wilayah yang rawan terhadap gempa, sehingga memerlukan mode desain struktur yang efektif untuk mengurangi risiko kerusakan. Penelitian ini akan mengkaji kinerja bangunan dengan sistem base isolator dalam hal perpindahan, gaya dalam, dan deformasi struktur saat terjadi gempa. Selain itu, penelitian ini akan mengukur dampak penerapan sistem base isolation terhadap peningkatan keamanan dan kenyamanan penghuni gedung dan juga nanti akan dibandingkan dengan Gedung yang tidak menggunakan *base isolation (fixed base)*.

Data Elevasi dan tinggi tiap lantai gedung dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1 Data elevasi dan tinggi tiap lantai gedung

No	Lantai	Elv. Elevasi Lantai (m)
1	Lantai 1	3,5
2	Lantai 2	3,5
3	Lantai 3	3,5
4	Lantai 4	3,5
5	Lantai 5	3,5
6	Lantai 6	3,5
7	Lantai 7	3,5

Data ukuran dari elemen struktur Gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2 Elemen struktur gedung

No	Fungsi	Dimensi (mm)
1	Kolom	500 x 4500
2	Balok Induk	400 x 600
3	Balok Anak	350 x 600
3	Pelat	1500
4	Pelat Atap	1200

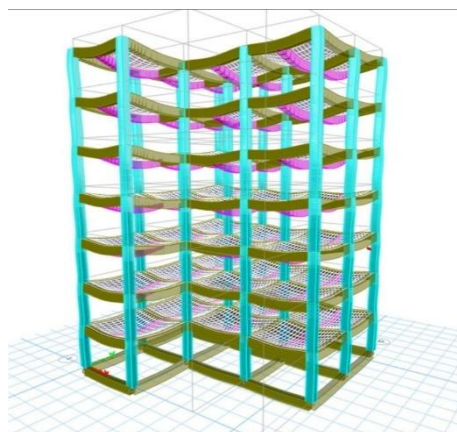
Data Material yang digunakan pada struktur Gedung Rusunawa Meulaboh *Smart Building* (MSB) dapat dilihat sebagai berikut :

- Mutu Beton (f'_c) = 32 MPa
- Modulus Elastisitas $E_c = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{32} = 26587 \text{ MPa}$
- Mutu baja = 400 MPa
- Modulus elastisitas baja = 200.000 MPa

4.1. Hasil Penelitian

1. Sistem Struktur Tanpa *Base Isolator* (*Fixe Base*)

Setelah semua beban diinput dan dihitung, yaitu bebn mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa maka selanjutnya struktur gedung dimodelkan pada *software* ETABS. Permodelan struktur gedung tanpa *base isolator* (*fixe base*) dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Hasil Run Analisis Pemodelan struktur Gedung tanpa *base isolation (fixedbase)*

Tabel 3 kontrol simpangan tanpa *base isolator (fixed base)* arah X dan Y

ΔX					
Lantai	H (mm)	Simpangan (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	3500	43,9140	13,4850	88	OK
Lt.6	3500	41,4630	23,5290	88	OK
Lt.5	3500	37,1850	33,0165	88	OK
Lt.4	3500	31,1820	41,0300	88	OK
Lt.3	3500	23,7220	47,2615	88	OK
Lt.2	3500	15,1290	49,5275	88	OK
Lt.1	3500	6,1240	33,6820	88	OK
ΔY					
Lantai	H (mm)	Simpangan (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	3500	45,4450	13,2935	88	OK
Lt.6	3500	43,0280	23,7875	88	OK
Lt.5	3500	38,7030	33,6380	88	OK
Lt.4	3500	32,5870	41,9705	88	OK
Lt.3	3500	24,9560	48,6640	88	OK
Lt.2	3500	16,1080	51,8705	88	OK
Lt.1	3500	6,6770	36,7235	88	OK

Kontrol simpangan antar lantai yang pada permodelan *fixed base* sudah memenuhi persyaratan yang diizinkan SNI 1726-2019..

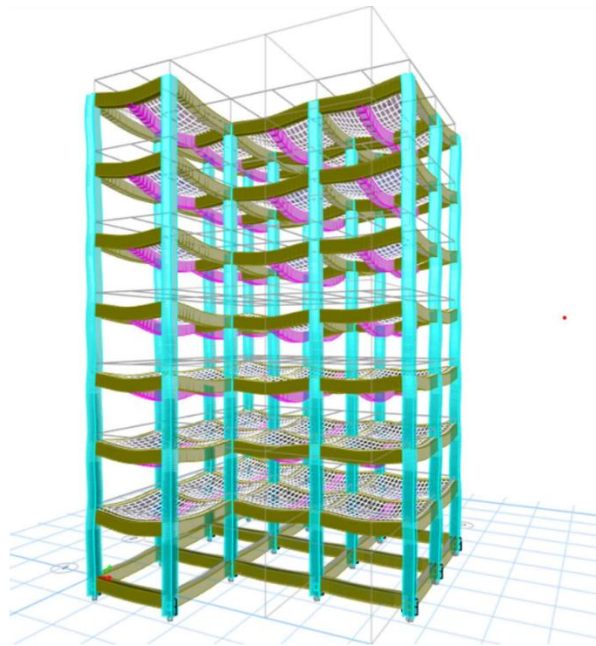
2. Sistem Struktur *Base Isolator tipe Lead Rubber Bearing (LRB)*

Perhitungan atau analisis dimensi base isolator yang mampu bekerja dengan baik pada bangunan gedung. Struktur base isolation di desain dengan perhitungan secara manual dan dimodelkan menggunakan software Etabs.

Untuk mendesain base isolation dapat didapat secara menghitung berat bangunan pada masing-masing titik kolom bangunan.yang didapat dari Gedung sistem tanpa base isolator (fixed base) dengan kombinasi terbesar yaitu $1,2D + 1,0L + 1E$ kemudian itu dikelompokkan hasil tersebut dengan membagi ke beberapa tipe sesuai beban. Namun titik kolom yang akan menjadi tinjauan yaitu sama dengan struktur fixed base. Berdasarkan hasil analisis struktur bangunan fixed base beban terbesar yang didapatkan yaitu 106114,890 kN. Untuk perancangan gedung menggunakan tipe Lead Rubber Bearing dilakukan dengan cara trial error bangunan dengan isolasi dasar sebagai berikut :

1. Menyesuaikan kapasitas LRB untuk memikul beban dari kolom.
2. Menghitung periode efektif dengan asumsi berat struktur bangunan yang akan dipikul 14 LRB
3. Menghitung periode penurunan pada respon spektrum akibat dari pemasangan LRB pada bangunan.
4. Koreksi penggunaan LRB dilakukan dengan cara membandingkan perpindahan maksimal yang terjadi pada LRB dari hasil running ETABS dan perpindahan maksimal LRB

5. Perhitungan koreksi dimensi LRB yang dibutuhkan oleh bangunan Gedung MSB

**Gambar 4** Hasil run analisis pemodelan struktur gedung setelah diberi *base isolation***Tabel 4** Kontrol simpangan *base isolator* arah X dan Y

ΔX					
Lantai	H (mm)	Simpangan (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	3500	45.4700	13.1560	53	OK
Lt.6	3500	43.0780	22.8800	53	OK
Lt.5	3500	38.9180	32.0815	53	OK
Lt.4	3500	33.0850	39.9245	53	OK
Lt.3	3500	25.8260	46.2880	53	OK
Lt.2	3500	17.4100	49.9070	53	OK
Lt.1	3500	8.3360	45.8480	53	OK
ΔY					
Lantai	H (mm)	Simpangan (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	3500	47.2160	13.0240	53	OK
Lt.6	3500	44.8480	23.2265	53	OK
Lt.5	3500	40.6250	32.8295	53	OK
Lt.4	3500	34.6560	41.0190	53	OK
Lt.3	3500	27.1980	47.8060	53	OK
Lt.2	3500	18.5060	52.2115	53	OK
Lt.1	3500	6.6770	36.7235	53	OK

Sesuai tabel diatas simpangan per lantai pada gempa arah X dan Y untuk kontrol *base isolator* sudah memenuhi persyaratan yang diizinkan.

4.2. Pembahasan

Hasil analisis yang akan dibandingkan yaitu gaya dalam, *displacement*, dan *story drift* yang terjadi antara struktur yang menggunakan *base isolation* maupun struktur tanpa menggunakan base isolation atau *fixed base*.

Base isolator yang digunakan adalah tipe Lead Rubber Bearing (LRB) jenis LHG1204A sesuai dengan perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya. Untuk gambar struktur Gedung yang sudah menggunakan base isolation dan belum menggunakan base isolation dapat dilihat sebagai berikut.

Base Isolator Lead Rubber Bearing tipe LH120G4A

Hasil dari perhitungan trial and error didapatkan dimensi atau jenis LRB tipe LH120G4A. Penentuan tipe LRB yaitu perpindahan maksimum harus lebih besar dari perpindahan rencana sistem isolasi (Kelly, 2012). Perpindahan rencana sistem isolasi berdasarkan perhitungan yaitu 341,94 mm, sedangkan perpindahan maksimum yang didapatkan yaitu 1631,03 mm. Maka LRB tipe LH120G4A dapat digunakan pada gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB).

Perbandingan nilai gaya aksial, gaya geser, dan momen pada kolom struktur bangunan

Hasil analisis pada software Etabs maka dilakukan perbandingan antara Gedung fixed base dengan base isolation terhadap nilai aksial, gaya geser, dan momen komponen struktural gedung seperti kolom. Kolom yang ditinjau untuk perbandingan merupakan kolom lantai paling bawah yang mengalami gaya aksial terbesar disuatu kolom.

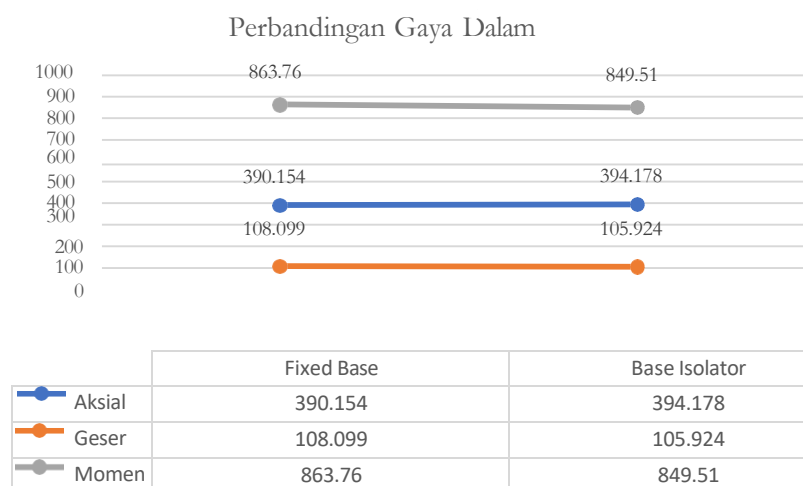
Tabel 5 Nilai Perbandingan Nilai Gaya Aksial, Geser, Dan Momen Pada Kolom *Fixed Base* Maupun *Base Isolation*

Gaya	<i>Fixed Base</i> (MPa)	<i>Base Isolator</i> (MPa)	Reduksi (%)
Aksial	390,154	394,178	1,02 (%)
Geser	108,099	105,924	2,05 (%)
Momen	863,76	849,510	1,68 (%)

Keterangan :

$$\text{Reduksi} = \frac{\text{isolasi} - \text{fixed base}}{\text{fixed base}} \times 100\%$$

Berdasarkan tabel diatas permodelan struktur fixed base dan base isolation menghasilkan gaya dalam yang berbeda-beda. Grafik perbandingan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5 Grafik perbandingan gaya aksial

Perbandingan *Story drift* pada masing – masing tingkat

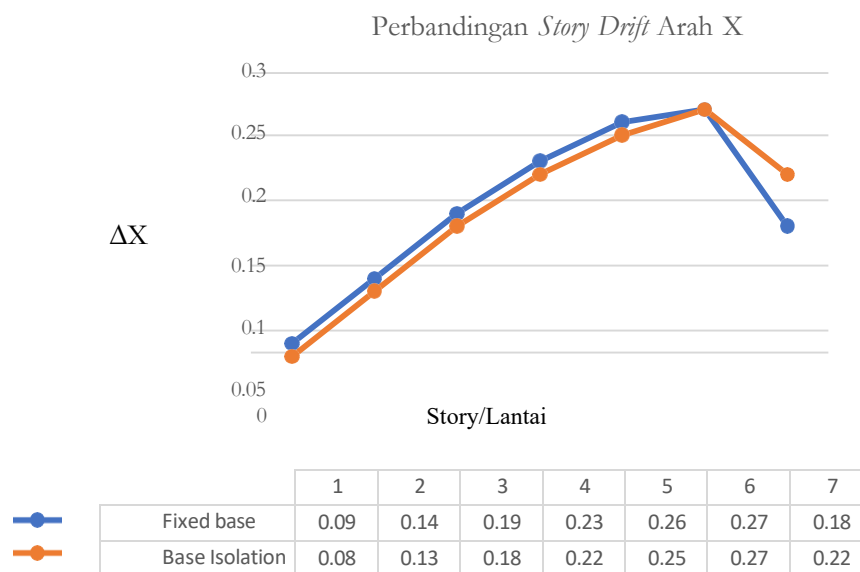
Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada software Etabs nilai *story drift* dari VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal 7, 2 (2025): hal. 243-257

masing-masing struktur untuk kedua sisi arah gempa adalah sebagai berikut.

Tabel 6 Nilai *Story Drift* pada masing-masing tingkat arah X

Lantai	H (m)	<i>Fixed base</i>	<i>Base Isolation</i>
7	3,5	0,09	0,08
6	3,5	0,14	0,13
5	3,5	0,19	0,18
4	3,5	0,23	0,22
3	3,5	0,26	0,25
2	3,5	0,27	0,27
1	3,5	0,18	0,22

Berdasarkan dari nilai tabel diatas, *story drift* yang terjadi pada struktur *base isolation* lebih tereduksi dibandingkan dengan bangunan *fixed base*. Grafik perbandingannya dapat dilihat sebagai berikut.

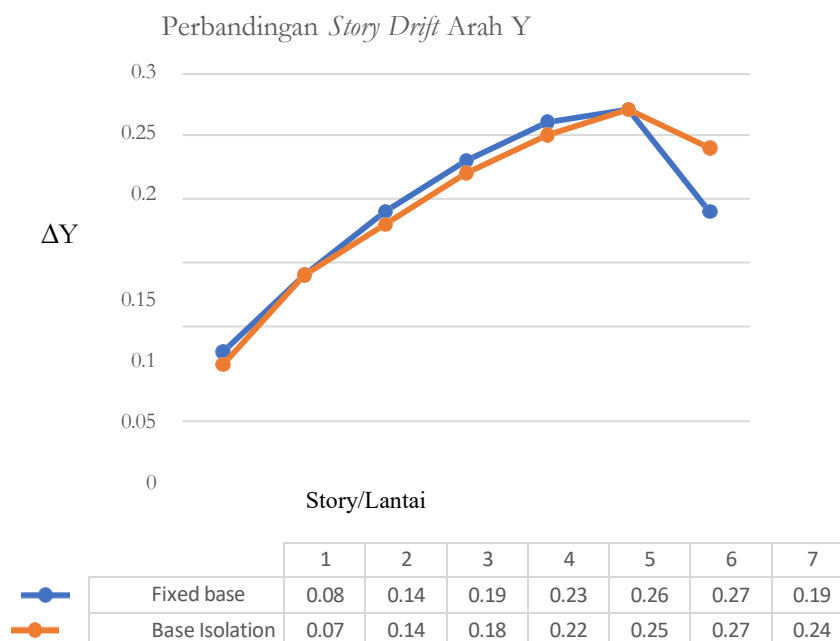


Gambar 6 Grafik Perbandingan *Story Drift* Arah X

Tabel 7 Nilai *Story Drift* pada masing-masing tingkat arah Y

Lantai	H (m)	<i>Fixed base</i>	<i>Base Isolation</i>
7	3,5	0,08	0,07
6	3,5	0,14	0,14
5	3,5	0,19	0,18
4	3,5	0,23	0,22
3	3,5	0,26	0,25
2	3,5	0,27	0,27
1	3,5	0,19	0,24

Berdasarkan dari nilai tabel diatas, *story drift* yang terjadi pada struktur *base isolation* lebih tereduksi dibandingkan dengan struktur *fixed base*, Grafik perbandingannya dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 8 Grafik Perbandingan *Story Drift* Arah Y

Berdasarkan hasil analisis, perbandingan yang disajikan diatas nilai *story drift* tiap-tiap lantai mengalami perbedaan yang tidak terlalu signifikan dan telah memenuhi batas simpangan antar lantai menurut SNI 1726 – 2020 Pasal 12.5.6 simpangan antar lantai maksimum struktur diatas sistem isolasi tidak boleh melebihi 0.015hsx. Pada struktur *base isolation* nilai *drift* yang terjadi lebih kecil, sehingga struktur *base isolation* lebih tereduksi dibandingkan dengan struktur *fixed base*. Nilai Gaya geser dasar hasil analisa memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 pasal 7.9.4 minimal 85% $V_{dinamis} \geq 0,85 V_{statik}$ yaitu 108,099 Mpa $\geq 105,924$ Mpa.

5. SIMPULAN

Dari hasil analisis struktur bangunan Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) yang direncana dengan sistem *fixed base* yang kemudian dimodelkan ulang dengan menggunakan sistem base isolation jenis Lead Rubber Bearing (LRB) Maka dapat disimpulkan Struktur gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) berlantai 7 dengan jenis tanah sedang (SD). Kolom yang digunakan pada permodelan struktur adalah kolom ukuran 50/45, Balok Induk 40/60, balok anak 35/60, pelat lantai 15 cm, dan pelat atap 12 cm. dengan mutu beton 32 MPa. Pada perancangan struktur gedung Rusunawa Meulaboh Smart Building (MSB) yang dimodelkan menggunakan base isolation jenis Lead Rubber Bearing (LRB) dengan tipe LH120G4A yang terletak pada semua kolom Gedung. Pemilihan tipe LH120G4A berdasarkan beban terbesar yang terjadi pada kolom dan sudah dilakukan *trial and error*. Dan hasil analisis gaya dalam yang terjadi pada struktur yang menggunakan sistem base isolation tereduksi dibandingkan bangunan fixed base, pada gaya aksial tereduksi sebesar 1,02 %, gaya geser sebesar 2,05 % dan momen sebesar 1,68 %. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan base isolation mereduksi gaya yang terjadi dibandingkan dengan struktur gedung fixed base. Struktur yang ditinjau dengan disisipkan base isolation memiliki *displacement* yang lebih besar dibandingkan dengan struktur *fixed base*. Nilai *displacement* yang terjadi pada kedua jenis struktur dapat tereduksi rata-rata sebesar 11,18% arah X. dan tereduksi rata-rata sebesar 6,19% pada arah Y.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada tim yang telah bekerja sama secara baik dalam melakukan penelitian ini, semoga kedepan bisa kita lakukan penelitian lanjutan untuk terus mengembangkan ilmu terbaru dan juga ucapan terima kasih kepada Program studi Teknik Sipil Universitas Teuku Umar .

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, M. F., Sugihardjo, H., & Habieb, B. (2021). Modifikasi perencanaan rumah susun pasar rebo dengan base isolation tipe friction pendulum system pada daerah rawan gempa. 10(2).
- Arifin, M., Fransisca, L., & Sagara, A. (2019). Studi perbandingan gedung dengan iregularitas horizontal menggunakan base isolation dan fixed base. *Jurnal manajemen aset infrastruktur fasilitas*, 3(2). <https://doi.org/10.12962/j26151847.v3i2.5882>
- Arsy, N., & Rahmi, Y. (2023). Analisis kapasitas kolom dengan penerapan base isolation pada gedung terintegrasi universitas teuku umar. *Teras jurnal : jurnal teknik sipil*, 13(2), 575. <https://doi.org/10.29103/tj.v13i2.921>
- Azani, A. A., Rahman, A., Hady, M., & . B. (2022). Analisis dinamik pada gedung A1 pemondokan UPT. asrama haji embarkasi aceh dengan menggunakan metode time history. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 8(2), 99. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v8i2.5979>
- Badan Standarisasi Nasional, (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. berdasarkan SNI 2847:2019. Badan Standarisasi Nasional, (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Berdasarkan SNI 1726:2019.
- Badan Standarisasi Nasional, (2020). Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. berdasarkan SNI 1727:2020 Badan Standarisasi Nasional, (2019). Baja tulangan beton. Berdasarkan SNI 2052:2017.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847:2019).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019).
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020).
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja tulangan beton (SNI 2052-2017).
- Cahyani, R. O., & Sitanggang, A. N. (2021). Efek penggunaan base isolator terhadap periode natural bangunan gedung bertingkat yang tereksitasi oleh gempa. *Journal of civil engineering and planning*, 2(2), 162. <https://doi.org/10.37253/jcep.v2i2.6205>.
- Gunarsih, D., Akbar, M. A., & Rahmatillah, L. F. (2023). Analisis seismisitas wilayah aceh pasca gempa 26 Desember 2004. *ARMADA: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 1(6), 433–438. <https://doi.org/10.55681/armada.v1i6.579>.
- Harahap, M. F., Pertanian, F. T., & Indonesia, J. B. (2019). Perilaku dinamik pada struktur apartemen metro galaxy park terhadap beban gempa. 04(03), 195– 206.
- Jaglien Liando, F., O. Dapas, S., & E. Wallah, S. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482.
- Kadek Astariani, N., Kadek Astika, I., Kadek Hendra Juliawan, I., & Hidayatulah, S. (2025). Studi komparasi parameter respons spektrum gempa desain SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Daerah Bali Utara Dan Bali Barat. *Jurnal Teknik Gradien*, 17(01), 106. <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Nada, Q., Furqan, M. H., & Yulianti, F. (2023). Kesiapsiagaan bencana gempa bumi dan tsunami pada komunitas sekolah SD Negeri 21 Banda Aceh. *Jurnal pendidikan geosfer*, 7(2), 180–196. <https://doi.org/10.24815/jpg.v7i2.28009>
- Palupi, A. R., Zain, A. M., & Setiawan, B. (2023). Desain base isolator type lead rubber bearing (LRB) pada gedung anutapura medical center (amc) rumah sakit anutapura palu. *Teknik sipil fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta*, 106–110.
- Rahman, A., Opirina, L., Agusmaniza, R., & Zulfrizal, M. (2024). Desain rusunawa meulaboh smart building (msb) menggunakan special moment resisting frame system (SMRFS). *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 6(1), 19–27. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v6i1.189>
- Rahmawati, D., Sulardi, & Basri, H. (2019). Sistem kontrol base isolation untuk perencanaan gedung tahan gempa. *Jurnal rekayasa teknologi nusa putra*, 6(1), 19–27. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v6i1.79>
- Tio, J., Kandou, C., & Tenda, J. (2022). Penerapan base isolation system sebagai alternatif sistem struktur pada bangunan rsud kota manado delapan tingkat. *Jurnal teknik sipil terapan*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.47600/jtst.v4i1.40>

Tuhuteru, S., Kaiwai, O., Douw, L., Oni, W., Willi, F., Agapa, R., Kogoya, I., Mabel, R., Karoba, M., & Tabuni, I. (2021). Sosialisasi bencana gempa bumi dan tsunami serta mitigasinya di SDN Balorua. *Abdimas Indonesia*, 1(2), 26–32. <https://dmi-journals.org/jai/article/view/226>