

No. 57/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

**SKRIPSI**

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN DENGAN  
SISTEM PORTAL BAJA KOMPOSIT *CONCRETE FILLED  
STEEL TUBE* (CFST) DAN MENGGUNAKAN *LEAD RUBBER  
BEARING* (LRB)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV**

**Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh :**

**Muhamad Reza Pahlevi**

**NIM 2201421053**

**Pembimbing :**

**Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.**

**NIP. 19730318199802204**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2026**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Tugas Akhir berjudul :

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN DENGAN SISTEM RANGKA BAJA KOMPOSIT *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* (CFST) DAN MENGGUNAKAN *LEAD RUBBER BEARING* (LRB) yang disusun oleh Muhamad Reza Pahlevi (NIM 2201421053) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2**

**Pembimbing**

**Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.**

**NIP. 19730318199802204**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul :

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN DENGAN SISTEM PORTAL BAJA KOMPOSIT *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* (CFST) DAN MENGGUNAKAN *LEAD RUBBER BEARING* (LRB)** yang disusun oleh **Muhamad Reza Pahlevi (NIM 2201421053)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 2** di depan Tim Penguji pada hari **Jumat tanggal 3 Juli 2026**

|         | Nama Tim Penguji                   | Tanda Tangan                                                                          |
|---------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ketua   | Rinawati, S.T., M.T.               |   |
| Anggota | Andi Indianto, Drs., S.T., M.T.    |  |
| Anggota | Dr. Tri Widya Swastika, S.T., M.T. |  |

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil**  
**Politeknik Negeri Jakarta**



**Istiatun, S.T., M.T.**  
**NIP. 196605181990102001**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Muhamad Reza Pahlevi

NIM : 2201421053

Prodi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Email : [muhamad.reza.pahlevi.ts22@mhsw.pnj.ac.id](mailto:muhamad.reza.pahlevi.ts22@mhsw.pnj.ac.id)

Judul : EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN DENGAN  
SISTEM PORTAL BAJA KOMPOSIT CONCRETE FILLED STEEL  
TUBE (CFST) DAN MENGGUNAKAN LEAD RUBBER  
BEARING (LRB)

Dengan ini, saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutsertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis. Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, 2 Maret 2026

Muhamad Reza Pahlevi



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Komposit *Concrete Filled Steel Tube* (CFST) dan Menggunakan *Lead Rubber Bearing* (LRB). Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengalami banyak hambatan. Berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Dalam penulisan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang selama ini menjadi sumber dukungan penulis dalam mengerjakan skripsi serta menjadi motivasi bagi penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
2. Ibu Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan dukungan dan membantu penulis dengan mengarahkan, membimbing hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
5. Teman-teman Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2022 yang selalu memberi dukungan dan semangat selama penulisan makalah skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah membantu hingga tersusunnya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya oleh penulis satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak senantiasa dapat memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi masyarakat pada umumnya.

Depok, 2 Maret 2026

Muhamad Reza Pahlevi



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                                   | II   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                    | III  |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                      | IV   |
| KATA PENGANTAR.....                                                        | V    |
| ABSTRAK.....                                                               | VI   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                      | VII  |
| DAFTAR ISI .....                                                           | VIII |
| DAFTAR TABEL.....                                                          | XI   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                        | XII  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                      | XIII |
| BAB I.....                                                                 | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                                          | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                  | 1    |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                                               | 3    |
| 1.3. Tujuan.....                                                           | 3    |
| 1.4. Pembatasan Masalah .....                                              | 3    |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....                                           | 4    |
| BAB II.....                                                                | 5    |
| TINJAUAN PUSTAKA.....                                                      | 5    |
| 2.1. Kajian Terdahulu .....                                                | 5    |
| 2.2. Sistem Struktur Komposit.....                                         | 9    |
| 2.3. Struktur Kolom Komposit <i>Concrete Filled Steel Tube</i> (CFST)..... | 9    |
| 2.4. Sistem Isolasi Dasar .....                                            | 12   |
| 2.5. <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB).....                                 | 14   |
| 2.6. Analisis Gempa .....                                                  | 17   |
| 2.6.1. Analisis Linier Respon Spektra.....                                 | 18   |
| 2.6.2. Analisis <i>Nonlinear Time History</i> .....                        | 19   |
| 2.7. Level Kinerja Struktur.....                                           | 20   |
| 2.8. Mekanisme Keruntuhan .....                                            | 22   |
| BAB III .....                                                              | 24   |
| METODOLOGI KAJIAN.....                                                     | 24   |
| 3.1. Gambaran Umum .....                                                   | 24   |
| 3.2. Rancangan Kajian .....                                                | 24   |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                      |                                                             |    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.                 | Objek Kajian .....                                          | 25 |
| 3.3.1.               | Data Umum Bangunan .....                                    | 27 |
| 3.3.2.               | Data Umum Struktur .....                                    | 27 |
| 3.3.3.               | Struktur Komposit dengan <i>Fixed Base</i> (Model 1) .....  | 28 |
| 3.3.4.               | Struktur Komposit dengan Sistem Isolasi LRB (Model 2) ..... | 28 |
| 3.4.                 | Tahapan Kajian .....                                        | 29 |
| 3.4.1.               | Identifikasi Masalah .....                                  | 30 |
| 3.4.2.               | Studi Literatur .....                                       | 30 |
| 3.4.3.               | Pengumpulan Data .....                                      | 30 |
| 3.4.4.               | <i>Preliminary Design</i> .....                             | 30 |
| 3.4.5.               | <i>Spectral Matching Ground Motion</i> .....                | 30 |
| 3.4.6.               | Pemodelan Struktur <i>Fixed Base</i> .....                  | 31 |
| 3.4.7.               | Pembebanan .....                                            | 31 |
| 3.4.8.               | Analisis Stuktur <i>Fixed Base</i> .....                    | 31 |
| 3.4.9.               | Penentuan Properti LRB .....                                | 31 |
| 3.4.10.              | Pemodelan dan Analisis Struktur LRB .....                   | 32 |
| 3.4.11.              | Analisis Kinerja Struktur Bangunan .....                    | 32 |
| 3.4.12.              | Kesimpulan .....                                            | 32 |
| 3.5.                 | Peraturan yang Digunakan .....                              | 32 |
| 3.6.                 | Luaran .....                                                | 33 |
| BAB IV               | .....                                                       | 34 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | .....                                                       | 34 |
| 4.1.                 | <i>Preliminary Design</i> .....                             | 34 |
| 4.2.                 | <i>Spectral Matching Ground Motion</i> .....                | 34 |
| 4.3.                 | Properti LRB .....                                          | 36 |
| 4.4.                 | Perbandingan Respon Struktur Model 1 dan Model 2 .....      | 37 |
| 4.4.1.               | Periode Getar .....                                         | 37 |
| 4.4.2.               | <i>Base Shear</i> .....                                     | 37 |
| 4.4.3.               | <i>Displacement</i> .....                                   | 38 |
| 4.4.4.               | <i>Story Drift</i> .....                                    | 39 |
| 4.5.                 | Kinerja Struktur .....                                      | 41 |
| 4.5.1.               | Model 1 .....                                               | 41 |
| 4.5.2.               | Model 2 .....                                               | 42 |
| 4.5.3.               | Evaluasi Kinerja Struktur .....                             | 44 |
| 4.6.                 | Mekanisme Keruntuhan .....                                  | 45 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                      |                  |    |
|----------------------|------------------|----|
| 4.6.1.               | Model 1 .....    | 45 |
| 4.6.2.               | Model 2 .....    | 46 |
| BAB V.....           |                  | 48 |
| PENUTUP.....         |                  | 48 |
| 5.1.                 | Kesimpulan ..... | 48 |
| 5.2.                 | Saran.....       | 49 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |                  | 50 |
| LAMPIRAN.....        |                  | 56 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Uraian Kajian Terdahulu (Penulis) .....                                            | 5  |
| <b>Tabel 2.2</b> Batasan Rasio Drift (American Society of Civil Engineers, 2017) .....              | 22 |
| <b>Tabel 3.1</b> Data Umum Bangunan (Penulis) .....                                                 | 27 |
| <b>Tabel 3.2</b> Penampang Elemen Struktur (Penulis) .....                                          | 27 |
| <b>Tabel 3.3</b> Data Ground Motion (Penulis) .....                                                 | 30 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil Preliminary Dimensi Struktur (Penulis) .....                                 | 34 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Preliminary Property Reduce Beam Section (RBS) (Penulis) .....               | 34 |
| <b>Tabel 4.3</b> Data Akselerasi Gerak Tanah (Penulis) .....                                        | 34 |
| <b>Tabel 4.4</b> Mechanical Properties LRB (Penulis) .....                                          | 36 |
| <b>Tabel 4.5</b> Periode Getar Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                                  | 37 |
| <b>Tabel 4.6</b> Gaya Geser Dasar Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                               | 38 |
| <b>Tabel 4.7</b> Displacement Arah X Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                            | 38 |
| <b>Tabel 4.8</b> Displacement Arah Y Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                            | 39 |
| <b>Tabel 4.9</b> Story Drift Arah X Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                             | 40 |
| <b>Tabel 4.10</b> Story Drift Arah Y Model 1 dan Model 2 (Penulis) .....                            | 40 |
| <b>Tabel 4.11</b> Analisis Kinerja Simpangan Antarlantai Model 1 (Penulis) .....                    | 41 |
| <b>Tabel 4.12</b> Analisis Kinerja Simpangan Maksimum Model 1 (Penulis) .....                       | 41 |
| <b>Tabel 4.13</b> Analisis Kinerja Simpangan Antarlantai Model 2 (Penulis) .....                    | 42 |
| <b>Tabel 4.14</b> Analisis Kinerja Simpangan Maksimum Model 2 (Penulis) .....                       | 43 |
| <b>Tabel 4.15</b> Perbandingan Analisis Kinerja Simpangan Antarlantai Model 1 dan 2 (Penulis) ..... | 44 |
| <b>Tabel 4.16</b> Perbandingan Analisis Kinerja Simpangan Maksimum Model 1 dan 2 (Penulis) .....    | 44 |
| <b>Tabel 4.17</b> Sendi Plastis Pertama Model 1 (Penulis) .....                                     | 45 |
| <b>Tabel 4.18</b> Nilai Hinges Pada Kolom Model 1 (Penulis) .....                                   | 46 |
| <b>Tabel 4.19</b> Sendi Plastis Pertama Model 2 (Penulis) .....                                     | 47 |
| <b>Tabel 4.20</b> Nilai Hinges Pada Kolom Model 2 (Penulis) .....                                   | 47 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Ragam Bentuk Penampang Kolom CFST (Liew et al., 2021).....                     | 9  |
| <b>Gambar 2.2</b> Teori Linear Two Degree of Freedom (Naeim & Kelly, 1999) .....                 | 13 |
| <b>Gambar 2.3</b> Komponen Penyusun Lead Rubber Bearing (Hu, 2016) .....                         | 15 |
| <b>Gambar 2.4</b> Kurva Kriteria Level Kinerja (American Society of Civil Engineers, 2017) ..... | 21 |
| <b>Gambar 3.1</b> Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat (Penulis) .....            | 24 |
| <b>Gambar 3.2</b> Denah Lantai 1-6 (ETABS) .....                                                 | 25 |
| <b>Gambar 3.3</b> Denah Lantai 7-15 (ETABS) .....                                                | 25 |
| <b>Gambar 3.4</b> Denah Lantai Atap (ETABS) .....                                                | 26 |
| <b>Gambar 3.5</b> Isometri Model Bangunan (ETABS) .....                                          | 26 |
| <b>Gambar 3.6</b> Bentuk Penampang Reduced Beam Section (RBS) (Penulis) .....                    | 27 |
| <b>Gambar 3.7</b> Model 1 (Struktur Komposit dengan Fixed Base) (ETABS).....                     | 28 |
| <b>Gambar 3.8</b> Model 2 (Struktur Komposit dengan LRB) (ETABS) .....                           | 28 |
| <b>Gambar 3.9</b> Diagram Alir Tahapan Kajian (Penulis).....                                     | 29 |
| <b>Gambar 4.1</b> Story Drift dan Drift Limit Model 1 dan 2 (Penulis).....                       | 39 |
| <b>Gambar 4.2</b> Hinges Response Terbesar Model 1 (IO) (Penulis) .....                          | 42 |
| <b>Gambar 4.3</b> Hinges Response Terbesar Model 2 (IO) (Penulis) .....                          | 43 |
| <b>Gambar 4.4</b> Sendi Plastis Pada Kolom Model 1 (ETABS) .....                                 | 46 |
| <b>Gambar 4.5</b> Sendi Plastis Pada Kolom Model 2 (ETABS) .....                                 | 47 |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Preliminary Design .....                | 57  |
| Lampiran 2 Pembebanan .....                        | 61  |
| Lampiran 3 Respon Spektra .....                    | 63  |
| Lampiran 4 Analisis Struktur Fixed Base .....      | 70  |
| Lampiran 5 Rekapitulasi Hasil Tumpuan .....        | 76  |
| Lampiran 6 Brosur Bridgestone LRB .....            | 79  |
| Lampiran 7 Desain LRB .....                        | 81  |
| Lampiran 8 Analisis Struktur LRB .....             | 85  |
| Lampiran 9 Analisis Taraf Kinerja Fixed Base ..... | 88  |
| Lampiran 10 Analisis Taraf Kinerja LRB .....       | 96  |
| Lampiran 11 Form SI-3 Asistensi Pembimbing .....   | 104 |
| Lampiran 12 Form SI-3 Asistensi Penguji .....      | 106 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Berdasarkan letak geografisnya, Indonesia terletak pada zona pertemuan lempeng eurasia, lempeng pasifik, serta lempeng indo-australia yang menyebabkan kawasan Indonesia menjadi salah satu kawasan geologi aktif di dunia. Hal itu menyebabkan Indonesia memiliki banyak zona subduksi aktif yang diakibatkan oleh tumbukan lempeng-lempeng tektonik tersebut. Dikarenakan aktivitas tumbukan tersebut, Indonesia sering mengalami bencana gempa bumi (Kurniawan et al., 2023). Dengan demikian, Indonesia memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana gempa yang cukup tinggi. Tingkat kerawanan gempa akan semakin bertambah dikarenakan belum adanya cara yang pasti dalam memprediksi suatu gempa yang akan terjadi (Adib & Kianoush, 2025; Bommer, 2022; Kumar et al., 2022). Menurut data, (BPS, 2023) Ada 5.443 bangunan yang terdampak kerusakan, baik ringan maupun berat, akibat gempa yang terjadi sepanjang tahun 2023. Hal ini menunjukkan bahwa sistem struktur bangunan masih banyak yang belum cukup mampu menangani beban gempa. Oleh karena itu sangat penting dalam merancang struktur bangunan mempertimbangan beban gempa agar bangunan tahan terhadap beban gempa (Wariyatno et al., 2019). Terutama pada wilayah yang berpotensi terjadinya gempa dapat memberikan efek yang signifikan dalam terjadinya resiko kerusakan (Amirsardari et al., 2019).

Pada saat ini perencanaan bangunan tahan gempa sudah mencapai tingkatan yang sangat maju. Struktur bangunan yang digunakan untuk bangunan tahan gempa tidak hanya beton bertulang, tetapi juga sudah mulai menggunakan struktur komposit (Darwish, 2020). Struktur komposit terbukti memiliki kinerja struktur yang lebih baik dibandingkan dengan struktur beton bertulang (More et al., 2025). Pada penggunaannya saat ini, struktur bangunan komposit masih lebih banyak menggunakan sistem tumpuan berdasar jepit (*fixed base*). Pada sistem rangka komposit *Concrete Filled Steel Tube* (CFST), struktur *fixed base* umumnya meredam beban gempa dengan menggunakan ketahanan elemen komponen struktur baja dan beton secara bersamaan untuk menghasilkan daktilitas serta penggunaan dimensi penampang yang lebih optimal (Agrawal & Vyas, 2023; Guo, 2019). Namun, struktur

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*fixed base* masih sangat kaku dan membuat energi gempa cenderung menjadi lebih besar serta membuat struktur lebih mudah mengalami kerusakan (Salazar et al., 2018). Maka dari itu, untuk mengatasi perbesaran dimensi akibat kekakuan, dapat digunakan substitusi metode yang lain. Metode yang masih sangat baik dalam perancangan bangunan tahan gempa adalah sistem isolasi dasar (*base isolation system*). Sistem isolasi dasar dapat membantu meredam energi gempa yang bekerja pada sistem struktur bangunan (Belbachir et al., 2023).

Sistem isolasi dasar bekerja dengan prinsip memutus hubungan kaku antara superstruktur dan tanah, sehingga energi gempa lebih banyak dihabiskan sebagai deformasi dan redaman energi, bukan pada elemen struktur di atasnya (Gupta et al., 2021). Dalam sistem isolasi dasar, *shifting period* yang diperpanjang menyebabkan percepatan akan tereduksi. Hal itu memengaruhi *base shear* serta geser lantai yang menghasilkan *storey drift ratio* yang akan berkurang. Serta dengan periode yang lebih panjang, maka *floor acceleration* pada tiap lantai juga akan menurun sehingga memberikan efek kerusakan yang lebih sedikit terhadap komponen struktur maupun non struktur (Zhu et al., 2023). Salah satu sistem isolasi dasar yang digunakan adalah *Lead Rubber Bearing* (LRB) (Santoso et al., 2022). Penggunaan sistem isolasi dasar LRB yang dikombinasikan dengan sistem rangka komposit CFST berfungsi dengan baik dalam meredam gaya gempa yang berpengaruh terhadap *base shear*, *story drift*, serta *story displacement* yang terjadi pada bangunan ketika gempa terjadi dibandingkan struktur *fixed base* (Thakur & Kumar, 2023). Kemudian guna mengetahui level kinerja struktur yang terjadi pada suatu bangunan gedung dilakukan *performance based design* (desain berbasis kinerja) dengan analisis *nonlinear time history* (Abdelmalek et al., 2023).

Berlandaskan pada penjabaran sebelumnya, akan dilakukan kajian dengan mengevaluasi kinerja struktur gedung. Kajian akan dibuat dalam dua model struktur, dengan model pertama menggunakan *fixed base* dan model kedua menggunakan LRB. Kedua model tersebut menggunakan sistem rangka komposit CFST dengan metode perancangan struktur menggunakan SRPMK dan dimodelkan setinggi 15 lantai. Pada kajian ini digunakan *Nonlinear Time History Analysis* sebagai analisis kegempaan dan analisis kinerja berdasarkan ASCE 41-17 sebagai dasar peraturan untuk menilai taraf kinerja strukturnya. Kemudian, parameter yang akan dinilai didasarkan pada hasil nilai *displacement*, *base shear*, *story drift*, serta sendi plastis yang terbentuk pada elemen



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

struktur. Nilai – nilai tersebut yang akan dianalisis berdasarkan ASCE 41-17 serta dilakukan komparasi terhadap kedua model struktur.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, dapat dituliskan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana nilai *displacement*, *base shear*, dan *story drift* struktur gedung sistem rangka komposit yang menggunakan sistem isolasi dasar LRB dibandingkan dengan struktur komposit *fixed base*?
2. Bagaimana level kinerja struktur dan mekanisme keruntuhan struktur yang menggunakan sistem isolasi LRB dibandingkan dengan struktur *fixed base* berdasarkan peraturan ASCE 41-17 dengan menggunakan analisis *nonlinear time history*?

### 1.3. Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Membandingkan *displacement*, *base shear*, dan *story drift* yang terjadi pada bangunan gedung sistem rangka komposit yang menggunakan sistem isolasi dasar LRB dengan *fixed base*.
2. Menganalisis level kinerja dan mekanisme keruntuhan struktur yang terjadi pada struktur *fixed base* dan yang menggunakan sistem isolasi dasar LRB berdasarkan peraturan ASCE 41-17 dengan analisis *nonlinear time history*.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Dari perumusan masalah di atas, pada penulisan tugas akhir ini diberikan batasan masalah sebagai berikut.

1. Bangunan dimodelkan setinggi 15 lantai.
2. Perancangan struktur hanya menganalisis struktur bagian atas bangunan.
3. Analisis beban gempa menggunakan analisis dinamik *Non-Linear Time History* (NLTH).
4. Sistem isolasi dasar yang digunakan adalah *Lead Rubber Bearing* (LRB).
5. LRB ditempatkan pada level *base* struktur.
6. Tidak melakukan gambar detailing (DED) komponen struktur.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada kajian ini disusun berdasarkan pedoman penulisan skripsi D4. Adapun sistematika yang digunakan terdiri dari 5 (lima) bab, sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjabarkan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang kajian terdahulu dan landasan teori berdasarkan pada studi literatur.

### BAB III METODOLOGI KAJIAN

Bab ini berisi gambaran umum kajian, perancangan kajian, objek kajian, tahapan yang digunakan dalam kajian, penggunaan peraturan, serta luaran kajian.

### BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari data-data yang digunakan pada kajian, kajian dari data kajian, dan pembahasan dari hasil analisis yang didapatkan pada pengujian.

### BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari kajian dan disertai saran untuk kajian lanjutan.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada struktur Model 2 (LRB) terdapat perpanjangan mode getar sebesar 37,60% untuk arah x dan 38,15% untuk arah y jika dibandingkan dengan Model 1 (*fixed base*). Kemudian, untuk gaya geser dasar pada Model 2 (LRB) terjadi penurunan gaya geser dasar sebesar 15,62% pada arah x dan 18,32% pada arah y. Pada *displacement*, Model 2 (LRB) memiliki nilai *displacement* yang lebih besar dibandingkan dengan Model 1 (*fixed base*), dengan nilai *displacement* terbesar berada di lantai 1 yang memiliki selisih sebesar 81,97% jika dibandingkan dengan Model 1 (*fixed base*). Selanjutnya, *story drift* pada Model 2 terjadi secara linier dengan nilai terkecil berada di lantai 15 dan nilai terbesar berada di lantai 1, Hal ini berbeda dengan Model 1 (*fixed base*) yang memiliki cembung pada bagian tengah. Akan tetapi, kedua model masih berada di bawah *drift limit*nya.
2. Berdasarkan hasil kinerja, Model 2 (LRB) memiliki 4 lantai yang mengalami *Life Safety* (LS) pada lantai 1-4, sedangkan Model 1 memiliki 6 lantai yang mengalami *Life Safety* (LS) pada lantai 4-9. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan LRB pada bangunan dapat memperbaiki taraf kinerja bangunan. Selanjutnya, untuk sendi plastis yang terjadi pada balok, keduanya berada pada taraf *Immediate Occupancy* (IO) dengan Model 2 (LRB) memiliki nilai terbesar. Kemudian pada mekanisme keruntuhan, Model 1 (*fixed base*) mengalami *hinges column mechanism* di mana sudah terbentuk sendi plastis pada kaki kolom yang berada di lantai 1. Pada Model 2 (LRB), mekanisme yang terjadi adalah Beam Sway Mechanism yang merupakan mekanisme keruntuhan yang baik karena sesuai dengan prinsip SCWB di mana elemen balok lebih banyak mengalami sendi plastis akibat pendistribusian beban gempa dan menghindari elemen kolom dari sendi plastis.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan demikian, secara keseluruhan, kajian ini membuktikan bahwa penggunaan *seismic base isolation* tipe LRB dapat meningkatkan kinerja struktur dalam menghadapi beban akibat gempa. Penggunaan *seismic isolation* dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam mendesain bangunan yang berada di daerah yang rawan terjadinya gempa supaya dapat mengurangi risiko terjadinya kerusakan dan meningkatkan faktor keselamatan.

**5.2. Saran**

Dari kajian ini, penulis memiliki saran untuk kajian selanjutnya sebagai berikut.

1. Pendetailan pada bagian elemen struktur juga dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal.
2. Selain itu, untuk mencapai peranan penggunaan sistem *seismic isolation* yang optimal, dapat dilakukan penggabungan 2 atau lebih jenis sistem *seismic isolation*.
3. Dapat juga menggunakan *dampers* pada bangunan sebagai *seismic isolation*.
4. Dapat dilakukan penggunaan sistem *seismic isolation* dan *dampers* secara bersamaan.



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abbadi, M. S., & Lamdouar, N. (2021). Multi-objective optimization of elastomeric bearings to improve seismic performance of isolated structures. *Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences*, 30(4), 511–524. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.4.43>
- Abdelmalek, H., Hassan, T. K., & Moustafa, A. (2023). Nonlinear time history analysis evaluation of optimized design for medium to high rise buildings using performance-based design. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(9). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102081>
- Adib, A., & Kianoush, P. (2025). Results in Earth Sciences Enhanced seismic hazard assessment and risk zoning in the Kashan Region , Central Iran : Insights from historical data and advanced modeling techniques. *Results in Earth Sciences*, 3(February), 100098. <https://doi.org/10.1016/j.rines.2025.100098>
- Agrawal, R., & Vyas, J. N. (2023). *Comparative Study of Multi Storied Building with Different Sections of Conventional RC Columns and CFST Columns Under Seismic Effect- A Literature Review*. 4(9), 2809–2817.
- American Society of Civil Engineers. (2017). *ASCE41-17 Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*.
- Amirsardari, A., Sofi, M., Lumantarna, E., Imran, I., & Duffield, C. (2019). *Impact of Earthquakes on the Transportation Infrastructure of Indonesia : A Preliminary Study*. 21(1), 19–28. <https://doi.org/10.9744/CED.21.1.19-28>
- Aznaw, G. M. (2025). *Advances in Composite Structures : A Systematic : Review of Design , Performance , and Sustainability Trends /*. 9(1), 1–17.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 2052-2017 tentang Baja Tulangan Beton*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019b). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020a). 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. In *Badan Standarisasi Nasional*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Issue 8).

Badan Standarisasi Nasional. (2020b). *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural* (Issue 8).

Badan Standarisasi Nasional. (2020c). *SNI 8899:2020 Tata Cara Pemilihan Gerak Tanah*.

Bandyopadhyay, S., Parulekar, Y. M., Sengupta, A., & Chattopadhyay, J. (2021). *Structure soil structure interaction of conventional and base-isolated building subjected to real earthquake*. 32(March), 400085.

Belbachir, A., Benanane, A., Ouazir, A., Harrat, Z. R., Hadzima-nyarko, M., Radu, D., Isik, E., Louhibi, Z. S. M., & Amziane, S. (2023). *Enhancing the Seismic Response of Residential RC Buildings with an Innovative Base Isolation Technique*.

Bermany, T. H. R., Osman, S. A., & Yatim, M. Y. (2025). Results in Engineering Review article A state-of-the-art analysis of base isolation systems and future directions for developing a novel multi-directional smart-hybrid isolation system integrated with earthquake early warning system for building structures. *Results in Engineering*, 25(August 2024), 104501. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104501>

Bommer, J. J. (2022). Earthquake hazard and risk analysis for natural and induced seismicity : towards objective assessments in the face of uncertainty. In *Bulletin of Earthquake Engineering* (Vol. 20, Issue 6). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01357-4>

BPS. (2023). *Jumlah Kejadian Bencana Alam Menurut Provinsi, 2023*. [https://webapi.bps.go.id/v1/api/interoperabilitas/datasource/simdasi/id/25/tahun/2023/id\\_tabel/MFZ0emxUcHBxOTB2R2F4Sk5oT2hqQT09/wilayah/0000000/key/WebAPI\\_KEY](https://webapi.bps.go.id/v1/api/interoperabilitas/datasource/simdasi/id/25/tahun/2023/id_tabel/MFZ0emxUcHBxOTB2R2F4Sk5oT2hqQT09/wilayah/0000000/key/WebAPI_KEY)

Chen, X., Ikago, K., Guan, Z., Li, J., & Wang, X. (2022). *Lead-rubber-bearing with negative stiffness springs ( LRB-NS ) for base-isolation seismic design of resilient bridges : A theoretical feasibility study*. 266(June), 114601.

Darwish, A. Q. (2020). *A Review on Steel Concrete Composite Structures*. 1710–1718.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Darwish, A. Q., & Bhandari, M. (2022). Vibration Response Reduction of Seismic Forces Using Lead Rubber Bearing Isolators in Composite Buildings. *Journal of Vibration Engineering & Technologies*, 10(4), 1309–1324. <https://doi.org/10.1007/s42417-022-00447-6>
- Ding, F., Yin, G., Jiang, L., & Bai, Y. (2018). Composite frame of circular CFST column to steel-concrete composite beam under lateral cyclic loading. *Thin Walled Structures*, 122(June 2017), 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.10.022>
- Divyah, N., Prakash, R., Srividhya, S., & Prakash, K. A. (2023). *Materials Today : Proceedings Control of vibrations in high-rise structures using base isolation technology*. 7853. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.141>
- Fakih, M., Hallal, J., Darwich, H., & Damerji, H. (2021). *Effect of Lead-Rubber Bearing Isolators in Reducing Seismic Damage for a High-Rise Building in Comparison with Normal Shear Wall System*. 15(3), 247–260. <https://doi.org/10.32604/sdhm.2021.015174>
- FEMA 273. (1997). *NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS* (Issue October).
- FEMA 356. (2000). Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building - FEMA 356. In *FEMA 356* (Issue November).
- FEMA 451. (2006). NEHRP recommended provisions: Design examples (FEMA 451). In *FEMA 451* (Issue August).
- Firmansyah, M. F., Habieb, A. B., & Faimun, F. (2025). *A Study on the Effects of Implementing Base Isolation System for Existing RC Buildings on Soft Soil*. 40(1), 12–19.
- Fujita, T., Sasaki, Y., Fujimoto, S., & Tsuruya, C. (1990). Seismic Isolation of Industrial Facilities Using Lead Rubber Bearing. *JSME International Journal III*, 33(3).
- Getachew, Y., Yianhui, L., & Abegaz, T. (2021). *Seismic Evaluation of Reinforced Concrete Building using Nonlinear Time History Analysis*. 9(07), 454–483. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/13145>



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Guo, Y. (2019). *Seismic Response Analysis of Concrete Filled Steel Tubular Structures*. 5(10), 71–73. <https://doi.org/10.6919/ICJE.201909>
- Gupta, R., Aftab, K., Ali, A. R., Shaikh, I., & Shaikh, W. (2021). *Base Isolation System*. 8(11), 340–363.
- Hu, J. W. (2016). *Seismic analysis and parametric study of SDOF lead-rubber bearing ( LRB ) isolation systems with recentering shape memory alloy ( SMA ) bending bars*. 30(7), 2987–2999. <https://doi.org/10.1007/s12206-016-0608-5>
- Karapinar, M. F., Gunes, B., & Sayin, B. (2023). Nonlinear time history analysis of a low-story RC building : Comparison of the existing and retrofitted states. *Journal of Structural Engineering & Applied Mechanics*, 6(1), 10–26. <https://doi.org/10.31462/jseam.2023.01010026>
- Kate, M. I. N., & Chavan, P. J. M. (2024). *ANALYSIS OF G + 30 HIGHRISE BUILDING BY COMPARING FOOTING WITH BASE ISOLATION AND WITHOUT BASE ISOLATION*. 06(09), 66–85.
- Kelly, J. M., & EERI, M. (1990). *Base Isolation: Linear Theory and Design*. *Earthquake Spectra* 1990, 6.
- Koncar, V. (2019). *Smart Textiles for In Situ Monitoring of Composites*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102308-2.00002-4>
- Kumar, S., Sengupta, A., Hermanns, R., Dehls, J., Kr, R., Penna, I., & Gupta, V. (2022). *Probabilistic Seismic Hazard Analysis ( PSHA ) to estimate the input ground motions for Co-seismic landslide hazard assessment : A case study on Himalayan highways , Sikkim India*. 127(April 2021), 103157.
- Kurniawan, R., Budiono, C. S., Lukito, I., & Sumarwoto, W. (2023). *MAPPING OF EARTHQUAKE RISK AREAS BASED ON THE PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD ANALYSIS ( PSHA ) METHOD FROM EARTHQUAKE*. Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-358-0>
- Larbi, W., Deu, J. F., & Ayob, N. (2025). *Nonlinear Dynamic Analysis of Reinforced Concrete Structures Using Proper Orthogonal Decomposition and Multi-Fiber Modeling*. 10, 1–13. <https://doi.org/10.4203/coc.10.5.1>
- Liew, J. Y. R., Xiong, M. X., & Lai, B. L. (2021). *Design of Steel-Concrete Composite*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Structure using High-Strength Materials.*

- More, S., Todkar, A., Kokate, A., Nawle, C., Pokharkar, S., Pachpute, A., & Bhusare, V. P. (2025). Seismic Performance Evaluation of RCC vs . Steel- Concrete Composite Structures Using STAAD Pro. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 13(V). <https://doi.org/https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.71418>
- Morsy, O., Thai, H., & Lumantarna, E. (2025). Evaluating the seismic performance of mid-rise composite modular buildings in low-to-moderate seismicity regions. *Journal of Building Engineering*, 108(112933). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.112933>
- Naeim, F., & Kelly, J. M. (1999). *Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice*.
- Sabila, W. L. A., Husni, H. R., Bayzoni, & Mohd, I. (2023). *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum (Studi Kasus: Gedung 5 Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung)*. 11(3), 1–11.
- Salazar, A. R., Bojorquez, J., Bojorquez, E., Beltran, F. V., & Tizoc, M. D. L. (2018). *Energy Dissipation and Local , Story , and Global Ductility Reduction Factors in Steel Frames under Vibrations*. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9713685>
- Santoso, A. K., Sulisty, D., Awaludin, A., Setiawan, A. F., Satyarno, I., Purnomo, S., & Harry, I. (2022). *Structural Systems Comparison of Simply Supported PSC Box Girder Bridge Equipped with Elastomeric Rubber Bearing and Lead Rubber Bearing*. 24(1), 19–30. <https://doi.org/10.9744/CED.24.1.19-30>
- Shahabi, A. B., Ahari, G. Z., & Barghian, M. (2020). *Base Isolation Systems – A State of the Art Review According to Their Mechanism*. 2, 37–61. <https://doi.org/10.22075/JRCE.2019.16186.1306>
- Sheikh, H., Engelen, N. C. Van, & Ruparathna, R. (2022). *A review of base isolation systems with adaptive characteristics*. 38(March), 2352.
- Singh, A. (2018). *Analysis and Design of Composite Structures in the Civil Structural Engineering*. 7(11), 18–24.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Thakur, R., & Kumar, A. K. (2023). *Comparative study on the effectiveness of fluid viscous dampers and base isolation : an approach toward enhancing seismic performance of composite structures*.
- Tian, H., & Dong, Y. (2020). *Comparison on yield mechanism of strong column-weak beam of reinforced concrete frame structure*. 39–43. <https://doi.org/10.21595/vp.2020.21581>
- Tran, H., Thai, H., & Uy, B. (2024). *System reliability-based design of composite frames with concrete – filled steel plate shear walls*. 64.
- Wariyatno, N. G., Han, A. L., & Gan, B. S. (2019). *Proposed Design Philosophy for Seismic-Resistant Buildings*. 21(1), 1–5. <https://doi.org/10.9744/CED.21.1.1-5>
- Wei, Z., Yang, B., You, Q., Tsavdaridis, K. D., & Jia, S. (2025). *Study on multi-parameter optimization of seismic isolation bearings for continuous girder bridges considering interactions among key parameters*. 1–23.
- Xia, C., Xia, X., Li, Z., & Shi, Z. (2024). *Seismic response analysis of CFST composite column frame piers*. 72–77. <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24561>
- Xue, B., Lu, W., Ren, X., & Wen, W. (2025). *A hysteretic model of lead-rubber bearings considering coupled thermal and mechanical behavior*. 103(August 2024), 200092.
- Zhu, Y., Lang, Z. Q., Fujita, K., & Takewaki, I. (2023). *Analysis and design of non-linear seismic isolation systems for building structures — An overview*. 8–2022, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.1084081>