

ANALISIS STRUKTUR BAJA BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN SISTEM ISOLASI DASAR TIPE *LEAD RUBBER BEARING* (LRB) TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISIS NONLINIER RIWAYAT WAKTU

MUHAMMAD FERDLY FERDIYANTO¹

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
Email: ferdlyferdiyanto18@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah dengan aktivitas seismik tinggi sehingga pengendalian respons gempa pada bangunan bertingkat menjadi hal penting. Sistem isolasi dasar tipe Lead Rubber Bearing (LRB) dikembangkan untuk mengurangi respons seismik struktur. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penerapan LRB terhadap simpangan antar tingkat (interstory drift) pada bangunan baja bertingkat dibandingkan sistem fixed base. Pemodelan tiga dimensi dilakukan menggunakan ETABS dengan analisis respon spektrum dan riwayat waktu. Penilaian simpangan antar tingkat mengacu pada batasan SNI 1726:2019. Hasil menunjukkan bahwa struktur dengan LRB memiliki simpangan antar tingkat yang lebih kecil dibandingkan fixed base. Meskipun perpindahan global meningkat, deformasi terkonsentrasi pada isolator sehingga simpangan antar tingkat superstruktur tetap di bawah batas izin. Hasil ini menunjukkan bahwa LRB efektif dalam mengendalikan simpangan antar tingkat dan meningkatkan kinerja seismik bangunan..

Kata kunci: *Lead Rubber Bearing (LRB), isolasi dasar, simpangan antar tingkat, bangunan baja, respons seismik, SNI 1726:2019.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tingkat aktivitas seismik tinggi karena berada pada pertemuan lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, sehingga bangunan gedung menghadapi risiko gempa yang signifikan dan memerlukan perencanaan struktur tahan gempa. Desain konvensional umumnya mengandalkan daktilitas untuk menyerap energi gempa, namun kerusakan struktural dan non-struktural masih berpotensi terjadi.

Sistem isolasi dasar (*base isolation system*) menjadi salah satu solusi untuk mengurangi respons gempa dengan membatasi transfer energi ke superstruktur. *Lead Rubber Bearing* (LRB) banyak digunakan karena mampu memberikan redaman energi dan memperpanjang periode struktur. Meskipun penelitian isolasi dasar pada struktur beton telah banyak dilakukan, kajian pada struktur baja bertingkat di Indonesia masih terbatas, sehingga penelitian ini menganalisis pengaruh LRB melalui analisis respon spektrum dan nonlinier riwayat waktu untuk mengevaluasi peningkatan kinerja seismik struktur.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pemodelan dan analisis struktur di ETABS untuk membandingkan bangunan baja bertingkat kondisi *fixed base* dan terisolasi *Lead Rubber Bearing* (LRB). Pemodelan mencakup geometri struktur, material, pembebanan, dan isolator LRB. Analisis gempa dilakukan dengan metode respon spektrum dan nonlinier riwayat waktu sesuai SNI 1726:2019. Evaluasi difokuskan pada simpangan antar tingkat (*interstory drift*) yang dibandingkan dengan batas izin SNI 1726:2019 untuk menilai efektivitas LRB dalam mengendalikan deformasi antar tingkat.

2.1 Data dan Sumber Data

Data penelitian mencakup data geometri, material, dan pembebanan yang digunakan dalam pemodelan dan analisis struktur. Data geometri meliputi jumlah dan tinggi lantai serta dimensi elemen struktur berupa balok dan kolom baja, sedangkan data material mengacu pada properti baja struktural dan beton pelat lantai sesuai standar bangunan gedung yang berlaku.

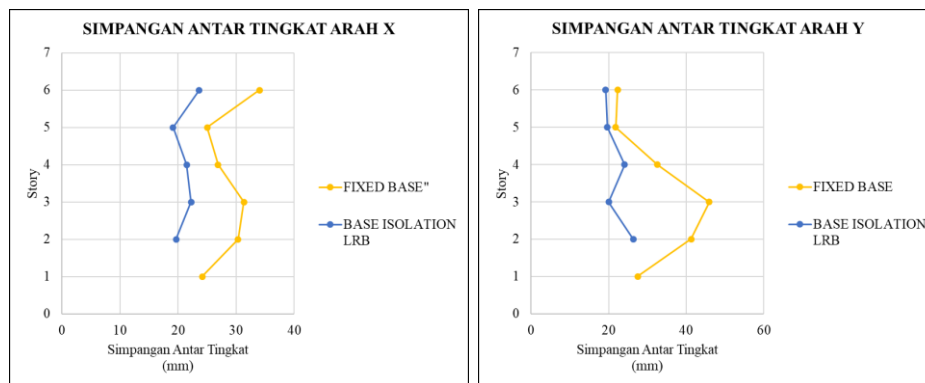
Data pembebanan terdiri dari beban mati dan beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 serta data gempa dari spektrum respons desain SNI 1726:2019 dan rekaman gempa yang telah diskalakan. Selain itu, digunakan data karakteristik isolator LRB untuk menentukan kekakuan efektif dan kapasitas redaman isolator sebagai dasar evaluasi respons seismik struktur.

2.2 Analisis Data

Prosedur analisis dilakukan melalui pemodelan dan evaluasi respons struktur baja bertingkat menggunakan perangkat lunak ETABS. Tahap awal meliputi pemodelan geometri struktur yang terdiri dari balok, kolom, pelat lantai, dan diafragma, serta penentuan properti material dan penampang elemen sesuai data perencanaan. Pembebanan yang diterapkan mencakup beban mati, beban hidup, dan beban gempa mengacu pada SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Pada model dengan isolasi dasar, isolator LRB dimodelkan sebagai elemen link nonlinier pada level dasar dengan karakteristik kekakuan dan redaman sesuai parameter desain. Analisis dilakukan menggunakan metode respon spektrum dan nonlinier riwayat waktu dengan rekaman gempa yang telah diskalakan terhadap spektrum rencana. Hasil analisis difokuskan pada simpangan antar tingkat (*interstory drift*), kemudian dibandingkan antara struktur *fixed base* dan struktur terisolasi untuk mengevaluasi pengaruh penerapan LRB terhadap kinerja seismik bangunan berdasarkan batasan simpangan yang berlaku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis respons seismik bangunan baja bertingkat pada sistem *fixed base* dan sistem dengan isolasi dasar tipe *Lead Rubber Bearing* (LRB) berdasarkan analisis respon spektrum dan nonlinier riwayat waktu menggunakan ETABS. Perbandingan kedua model dilakukan untuk menilai pengaruh isolasi dasar terhadap kinerja seismik struktur dengan meninjau simpangan antar tingkat (*interstory drift*) sebagai parameter utama, sehingga diperoleh gambaran mengenai efektivitas LRB dalam mengendalikan deformasi antar tingkat akibat gempa.



Gambar 1. Perbandingan Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan hasil analisis respon spektrum dan riwayat waktu, struktur dengan sistem isolasi dasar tipe *Lead Rubber Bearing* (LRB) menunjukkan simpangan antar tingkat yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur *fixed base*. Pada sistem *fixed base*, simpangan antar tingkat terdistribusi pada seluruh lantai dengan nilai maksimum umumnya terjadi pada lantai menengah hingga lantai atas akibat transfer energi gempa yang langsung ke superstruktur.

Sebaliknya, pada sistem isolasi dasar LRB, simpangan antar tingkat pada superstruktur mengalami penurunan yang signifikan meskipun terjadi perpindahan lateral total yang besar pada lapisan isolator. Hal ini disebabkan oleh perpanjangan periode alami struktur serta kemampuan isolator dalam meredam energi gempa, sehingga deformasi lateral lebih terkonsentrasi pada lapisan isolator dan bukan pada elemen struktur atas. Akibatnya, pola simpangan antar lantai menjadi lebih seragam dan superstruktur berperilaku mendekati *rigid body*, yang berdampak pada berkurangnya tuntutan deformasi elemen struktur dan menurunkan potensi kerusakan akibat gempa.

4. KESIMPULAN

Penerapan sistem isolasi dasar tipe *Lead Rubber Bearing* (LRB) pada bangunan baja bertingkat terbukti mampu meningkatkan kinerja seismik struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan antar tingkat pada struktur dengan LRB lebih kecil dibandingkan sistem *fixed base* dan masih memenuhi batasan SNI 1726:2019. Meskipun terjadi peningkatan perpindahan lateral pada level isolator, deformasi tersebut terkonsentrasi pada lapisan isolasi sehingga respons deformasi superstruktur dapat dikendalikan dengan baik. Dengan demikian, penggunaan LRB efektif dalam mengurangi dampak gempa pada bangunan baja bertingkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Bandung, khususnya Program Studi Teknik Sipil, atas dukungan akademik serta fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu melalui diskusi, dukungan, serta motivasi dalam proses penyusunan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Nasional, B. S. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: BSN (Badan Standar Nasional).
- Nasional, B. S. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)*. Jakarta: BSN (Badan Standarisasi Nasional).
- Nasional, B. S. (2020). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729:2020)*. Jakarta: BSN (Badan Standarisasi Nasional).
- Wijanto2, C. S. (2019). ANALISIS DESAIN LEAD RUBBER BEARINGS PADA BANGUNAN STRUKTUR ENAM LANTAI. *Inovasi I Imu Pengetahuan, Teknologi Dan Seni Dalam Perencanaan dan Perancangan Lingkungan Terbangun*, 255-260.
- Ni Nyoman Kencanawati*, L. A. (2023). PERBANDINGAN RESPON SEISMIK STRUKTUR GEDUNG SISTEM KONVENSIONAL DENGAN SISTEM ISOLASI DASAR (STUDI KASUS: GEDUNG TEMPAT EVAKUASI SEMENTARA, BANGSAL, KABUPATEN LOMBOK UTARA). *Spektrum Sipil, ISSN 1858-4896, e-ISSN 2581-2505 Vol. 10*, 40 - 50.