

Tinjauan Implementasi Regulasi Keandalan Struktur Gedung Pascagempa di Wilayah Sulawesi Utara

Kurniawan¹, Steve Supit²

Rekayasa Perawatan dan Restorasi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil,
Politeknik Negeri Manado^{1,2}
E-mail: bachtiarwawan@gmail.com

Abstrak

Sulawesi Utara merupakan wilayah rawan gempa dengan potensi magnitudo tinggi akibat posisi geografisnya di pertemuan lempeng aktif. Meningkatnya aktivitas seismik di Sulawesi Utara menuntut penerapan regulasi keandalan struktur gedung pascagempa yang ketat sesuai SNI 1726:2019. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas implementasi regulasi tersebut serta mengidentifikasi kendala di lapangan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui telaah literatur dan analisis sepuluh studi kasus dari jurnal bereputasi tahun 2020–2025, yang diklasifikasikan berdasarkan status kepatuhan terhadap SNI 1726:2019. Hasil penelitian menunjukkan masih adanya kesenjangan signifikan antara standar dan kondisi nyata, terutama pada bangunan eksisting yang belum memenuhi kriteria teknis terbaru. Kendala utama mencakup kualitas konstruksi, pengawasan, dan pemahaman SDM. Temuan ini penting sebagai landasan penguatan pendidikan vokasi dan penegakan regulasi demi terciptanya konstruksi tahan gempa yang andal di Sulawesi Utara.

Kata kunci — *evaluasi struktur, implementasi regulasi, kualitatif deskriptif, SNI 1726:2019, Sulawesi Utara*

1. PENDAHULUAN

Sulawesi Utara merupakan wilayah dengan tingkat aktivitas seismik tinggi akibat letaknya yang berada di zona pertemuan lempeng-lempeng tektonik aktif, seperti lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik (S et al., 2017). Kombinasi kondisi geologi ini menjadikan wilayah tersebut rawan terhadap bencana gempa bumi, dengan potensi magnitudo hingga 8,5 menurut kajian Pusat Studi Gempa Nasional (PUSGEN) (Kurniawan et al., 2021).

Indonesia memiliki regulasi khusus, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019, yang mengatur perencanaan ketahanan gempa pada bangunan gedung. SNI ini menerapkan konsep desain berbasis risiko (*risk-targeted maximum considered earthquake*, MCER), dengan target risiko keruntuhan maksimum sebesar 1% dalam periode 50 tahun (Sengara et al., 2020). Observasi terhadap dampak gempa bumi di Palu tahun 2018 menunjukkan bahwa banyak bangunan yang mengalami kegagalan struktur disebabkan ketidakpatuhan terhadap regulasi yang berlaku, terutama mengenai detail konstruksi seperti penulangan dan konfigurasi struktur (Maidiawati et al., 2020). Fenomena serupa terjadi secara global, seperti di Nepal setelah gempa Gorkha 2015, yang menunjukkan banyak bangunan yang dibangun kembali tanpa mematuhi kode gempa secara penuh (Kumar et al., 2021). Hal ini menegaskan pentingnya evaluasi terhadap implementasi regulasi secara mendalam dan sistematis.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi implementasi regulasi keandalan struktur pascagempa di Sulawesi Utara, khususnya dalam mengidentifikasi kesenjangan antara regulasi yang ditetapkan dengan kondisi nyata di lapangan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan rancangan studi literatur. Artinya, kajian dilakukan secara normatif terhadap regulasi dan temuan riset terdahulu tanpa pengumpulan data lapangan primer (Ardianto et al., 2024).

Selain telaah literatur regulasi dan dokumen teknis, penelitian ini diperkuat dengan analisis data primer sekunder dari sepuluh studi kasus bangunan di Indonesia yang dipublikasikan dalam jurnal bereputasi tahun 2020–2025. Studi kasus dipilih secara purposive berdasarkan parameter evaluasi teknis seperti *story drift*, gaya geser dasar, *stress ratio*, dan pengaruh P-Delta, serta status kepatuhan terhadap SNI 1726:2019. Analisis dilakukan dengan *content analysis* dan triangulasi sumber, sehingga hasil penelitian dapat memetakan secara komprehensif kondisi faktual implementasi SNI 1726:2019 di lapangan berdasarkan data ilmiah aktual.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Studi Kasus Bangunan

Tabel 1. Studi kasus bangunan yang telah memenuhi standart regulasi SNI 1726:2019

No	Objek Bangunan	Judul	Hasil
1	Hotel Alana, Yogyakarta (dibangun sebelum 2019, gedung 12 lantai)	Comparison of Structural Response Utilizing Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Spectral Ground Motion. (Pranowo et al., 2024)	Hasil analisis menunjukkan bahwa deformasi maksimum struktur akibat time history PSHA adalah 353 mm, sedangkan dengan time history SNI 2019 adalah 345 mm. Nilai ini jauh di bawah batas izin deformasi menurut SNI, yaitu 2% dari tinggi lantai (780 mm), sehingga struktur dinyatakan aman terhadap risiko keruntuhan akibat deformasi.
2	Gedung Perkantoran PT. Pupuk Lapan Harsa, Gresik (2024)	Analisis Kinerja Struktur Gedung Perkantoran Pabrik Pupuk Gresik dengan Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019 terhadap Simpangan Antar Lantai dan Pengaruh P-Delta. (Muza'ki et al 2024)	Story drift pada sumbu X: 10,95 mm hingga 31,85 mm Story drift pada sumbu Y: 10,95 mm hingga 31,85 mm Nilai ini jauh di bawah batas maksimum yang diizinkan oleh SNI 1726:2019, yaitu 61,538 mm, sehingga struktur dinyatakan aman terhadap simpangan antar lantai. Hasil perhitungan pengaruh P-Delta pada sumbu X dan Y adalah 0,007 hingga 0,036. Nilai koefisien stabilitas maksimum θ_{maks} yang diperoleh adalah 0,090. Nilai θ ini berada di bawah batas yang diizinkan menurut SNI ($\leq 0,10$), sehingga pengaruh P-Delta pada struktur masih tergolong aman.
3	Gedung 8 lantai di Kota Yogyakarta (tahun tidak disebutkan, dievaluasi dengan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019)	Study on the Application of Earthquake Resistant Standards (SNI 1726: 2019) Against Building in Yogyakarta City. (Syarif et al., 2023)	Hasil analisis dinamis menunjukkan bahwa gaya geser dasar seismik (seismic base shear) mengalami peningkatan sebesar 133% pada arah X dan Y ketika menggunakan SNI 1726:2019 dibanding SNI 1726:2012. Baik pada SNI 2012 maupun SNI 2019, simpangan antar lantai (story drift) yang terjadi masih berada di bawah batas izin yang ditetapkan standar (tidak melebihi 0,02 kali tinggi lantai).

Tabel 2. Studi kasus bangunan yang belum memenuhi standart regulasi SNI 1726:2019

No	Objek Bangunan	Judul	Hasil
1	Gedung XYZ 8 lantai, Jakarta (dibangun 2001)	Analisis Seismik Struktur Bangunan menggunakan ASCE 41-17 dan SNI 1726:2019. (Febrianto et al, 2024)	Evaluasi menggunakan SNI 1726:2019 Ditemukan 140 elemen balok dengan rata-rata Demand Capacity Ratio (DCR) = 1,09 dan 120 elemen kolom dengan rata-rata DCR = 1,33 (keduanya melampaui batas 1,00). Namun evaluasi elemen dengan ASCE dengan hanya menemukan 8 elemen kolom yang melampaui target kinerja CP, hal ini menunjukkan bahwa elemen struktur yang di evaluasi sama-sama tidak mampu memenuhi demand yang bekerja
2	Apartemen Mahasiswa UIII Depok, 9 lantai (tahun desain tidak disebutkan, namun dibandingkan SNI 2012 dan SNI 2019)	Comparison of Earthquake Resistant Building Design Based on SNI 1726-2012 and SNI 2847-2013 with SNI 1726-2019 and SNI 2847-2019. Case Study of Indonesian International Islamic University (UIII) Student Apartment Building. (Yasir et al., 2022)	Gaya geser statik pada struktur utama naik 54%, dan pada struktur penghubung naik 19% Gaya geser dinamis pada struktur utama naik 59%, dan pada struktur penghubung naik 34% dibanding SNI 1726:2012. Peningkatan gaya geser dasar menyebabkan dimensi penampang balok dan kolom harus diperbesar agar struktur memenuhi kriteria keamanan pada standar terbaru.
3	Gedung Asrama IAI An Nur Lampung, 3 lantai (dibangun 2024–2025)	Analisis Struktur Balok Tahan Gempa pada Bangunan Gedung Asrama IAI An Nur Lampung. (Yudhatama et al., 2025)	Analisis struktur balok pada gedung asrama tiga lantai IAI An Nur Lampung menunjukkan bahwa dimensi awal balok induk 25 x 50 cm tidak memenuhi persyaratan terhadap gaya gempa menurut SNI 1726:2019. Dilakukan pembesaran dimensi balok menjadi 40 x 50 cm agar balok mampu menahan beban gempa secara aman. Pembesaran juga dilakukan pada dimensi kolom dari 30 x 40 cm menjadi 45 x 55 cm.
4	Gedung Kuliah Teknik Universitas Pancasila, dibangun 1988	Evaluasi Struktur Gedung Teknik Universitas Pancasila Berdasarkan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019. (Musthofa et al, 2023)	Stress ratio pada seluruh kolom lantai satu dan beberapa kolom lantai dua pada tiga bagian gedung ditemukan melebihi nilai 1 (artinya kolom dalam kondisi kritis dan berisiko gagal saat gempa besar). Simpangan antar lantai pada beberapa lantai (lantai 2, 3, dan 4) juga melebihi batas izin SNI 1726-2019. Lendutan balok di seluruh gedung masih di bawah batas izin yang dipersyaratkan SNI 2847-2019. Koefisien stabilitas struktur (θ_x dan θ_y) masih memenuhi batas izin sesuai SNI 1726-2019 ($\theta \leq 0,1$).

3.2. Tingkat Implementasi Regulasi SNI 1726:2019

Implementasi regulasi gempa, khususnya SNI 1726:2019, memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan keandalan struktur gedung di wilayah rawan gempa seperti Sulawesi Utara. SNI 1726:2019 mengadopsi metode berbasis risiko dengan menetapkan target risiko runtuh maksimal 1% dalam 50 tahun (Sengara et al., 2020). Namun, implementasi regulasi ini di lapangan menghadapi tantangan nyata. Studi menunjukkan banyak bangunan eksisting belum memenuhi persyaratan terbaru, terutama yang dibangun sebelum 2019 (Sobah et al., 2021). Sebagai contoh, evaluasi bangunan bertingkat di Kota Manado menunjukkan bahwa beberapa struktur lama perlu penguatan agar sesuai dengan spektrum gempa terbaru (Lolowang et al., 2024).

3.3. Kendala dalam Implementasi di Sulawesi Utara

Beberapa kendala nyata dalam implementasi SNI 1726:2019 di Sulawesi Utara teridentifikasi dari hasil kajian literatur. Pertama, keterbatasan kualitas konstruksi dan pengawasan lapangan menyebabkan banyak bangunan tidak memenuhi detail teknis yang disyaratkan regulasi (Miyamoto et al., 2020). Kedua, rendahnya penegakan regulasi di tingkat daerah menyebabkan regulasi nasional sulit diimplementasikan secara efektif. Studi di Sulawesi Utara memperlihatkan bahwa masih ada bangunan baru yang didirikan tanpa kepatuhan penuh terhadap ketentuan gempa, terutama di daerah terpencil yang minim pengawasan (Wongkar et al., 2024).

3.4. Efektivitas Pendekatan Desain Pascagempa dalam Regulasi

SNI 1726:2019 yang mengadopsi pendekatan berbasis risiko (risk-targeted design) terbukti efektif secara teoritis maupun praktis dalam meningkatkan ketahanan struktur terhadap gempa bumi. Peningkatan spektrum respons desain dalam standar ini secara umum mengarah pada perancangan struktur yang lebih konservatif, sehingga menghasilkan bangunan dengan cadangan kekuatan lebih besar (Sitompul et al., 2024). Hasil studi kasus di Manado menunjukkan bahwa gedung bertingkat dengan desain baru sesuai SNI terbaru menunjukkan tingkat keandalan lebih tinggi dibandingkan dengan desain sebelumnya (Lolowang et al., 2024).

3.5. Relevansi Temuan terhadap Penguatan Keilmuan Vokasi dan Mitigasi Risiko

Temuan-temuan terkait implementasi regulasi ini memiliki implikasi besar terhadap penguatan bidang ilmu vokasi, khususnya dalam pendidikan teknik sipil dan konstruksi tahan gempa. Permasalahan implementasi yang ditemukan, seperti kurangnya pemahaman teknis tenaga kerja konstruksi dan rendahnya kesadaran masyarakat, menunjukkan pentingnya penguatan kapasitas sumber daya manusia melalui pendidikan dan pelatihan teknis (Sobah et al., 2021).

Program vokasi di Sulawesi Utara, seperti Politeknik Negeri Manado, dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai masukan untuk penyempurnaan kurikulum, khususnya modul tentang evaluasi struktur pascagempa, desain tahan gempa, dan manajemen konstruksi berbasis regulasi terkini (Lolowang et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi regulasi keandalan struktur gedung pascagempa berdasarkan SNI 1726:2019 di Sulawesi Utara masih menghadapi tantangan besar. Studi kasus pada bangunan eksisting memperlihatkan bahwa sebagian besar gedung yang dibangun sebelum 2019 belum sepenuhnya memenuhi persyaratan teknis terbaru, terutama pada aspek simpangan antar lantai dan kapasitas elemen struktur. Faktor utama penghambat implementasi meliputi keterbatasan kualitas konstruksi, lemahnya pengawasan, serta rendahnya pemahaman tenaga

kerja terhadap standar SNI 1726:2019. Meski demikian, penerapan standar berbasis risiko terbukti mampu meningkatkan keandalan struktur jika diimplementasikan secara konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Steve W. M. Supit, S.T., M.Eng., Ph.D. atas dukungan, masukan, serta kontribusi pemikiran yang sangat berharga dalam proses penulisan artikel ini. Kontribusi beliau sangat membantu dalam meningkatkan kualitas penelitian, khususnya dalam aspek akademik dan teknis yang berkaitan dengan regulasi keandalan struktur gedung pascagempa di wilayah rawan gempa. Semoga kolaborasi ini dapat terus berlanjut dalam penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, R. B., Eliana Gabriela, Latif, H. A., & Nariswari, A. (2024). *A comparative study of earthquake disaster man laws between USA and Indonesia*. 16(1), 1–21.
- Febrianto, A., & Putra, H. (2024). *Analisis Seismik Struktur Bangunan menggunakan ASCE 41-17 dan SNI 1726 : 2019*. 09(02), 211–220. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.211-220>
- Kumar, R., Ram, H., & Poudel, B. (2021). Building Typologies and Code Compliance Issues of Reconstructed Houses after 2015 Mw 7 . 8 Gorkha , Nepal earthquake : Experience from Dhading District Earthquake Progress in Disaster Science Building typologies and code compliance issues of reconstructed. *Progress in Disaster Science*, 10(February), 100155. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100155>
- Kurniawan, W., Bangun, E., & Prakoso, B. (2021). *Estimasi Ancaman Tsunami di Zona Subduksi Sulawesi Bagian Utara Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami*. 5(2), 204–209.
- Lolowang, D. B., Dapas, S. O., & Pandaleke, E. (2024). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung 4 Lantai Di Kota Manado. *T E K N O*, 22(90). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jts.v22i90.59357>
- Maidiawati, Tanjung, J., Sanada, Y., Nugroho, F., & Wardi, S. (2020). *SEISMIC ANALYSIS OF DAMAGED BUILDINGS BASED ON POST- EARTHQUAKE INVESTIGATION OF THE 2018 PALU*. 18(70), 116–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.21660/2020.70.9490>
- Miyamoto, Amir S.J. Gilani, Tsutomu Nifuku, & Sarah Kast. (2020). *REAL TIME REPARABILITY AND RETROFIT ASSESSMENT OF SCHOOLS IN THE AFTERMATH OF 2018 SULAWESI EARTHQUAKE*.
- Musthofa, M. R. D., & Kurnia, F. (2023). Evaluasi Struktur Gedung Teknik Universitas Pancasila Berdasarkan Sni 1726-2019 Dan Sni 2847-2019. *Jurnal ARTESIS*, 3(2), 173–181. <https://doi.org/10.35814/artesis.v3i2.5925>
- Muza'ki, A., & Trimurtiningrum, R. (2024). Analisis Kinerja Struktur Gedung Perkantoran Pabrik Pupuk Gresik dengan Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019 terhadap Simpangan Antar Lantai dan Pengaruh P-Delta. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(3), 1539–1550. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i3.30915>
- Pranowo, Makrup, L., Pawirodikromo, W., & Muntafi, Y. (2024). Comparison of Structural Response Utilizing Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Spectral Ground Motion. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 10(Special Issue), 235–251. <https://doi.org/10.28991/CEJ-SP2024-010-012>
- Sengara, I. W., Irsyam, M., Sidi, I. D., Mulia, A., Asrurifak, M., & Hutabarat, D. (2020). *New*

2019 Risk-Targeted Ground Motions for Spectral Design Criteria in Indonesian Seismic Building Code. 03010.

Sitompul, M., Erwin, S., Tobing, P., Zulkarnain, F., Influence, F. T., & Sni, R. (2024). *The Influence of Changes to Earthquake Regulations SNI 1726 : 2019 on the Performance of Shop House Structures in North Sumatra* Email address : To cite this article : 3(4), 129–135.

Sobah, A., Sodik, N., & Andayani, R. (2021). *DESAIN STRUKTUR RANGKA MOMEN BETON*. 17(1), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jrs.17.1.1-12.2021>

Syarif, M., Astika, S., & Viddy, A. (2023). *Study on the Application of Earthquake Resistant Standards (SNI 1726: 2019) Against Building in Yogyakarta City*. 148–153. <https://doi.org/10.5220/0011729600003575>

Wongkar, F. F. ., Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2024). *Desain Shear Wall Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus Bangunan 6 Lantai Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi Manado)*. *T E K N O*, 22(88). <https://doi.org/10.35793/jts.v22i88.56698>

Yasir, K., Adriana, R., & Pramitha, K. (2022). *Comparison of Earthquake Resistant Building Design Based on SNI 1726-2012 and SNI 2847-2013 with SNI 1726-2019 and SNI 2847-2019. Case Study of Indonesian International Islamic University (UIII) Student Apartment Building*. <https://doi.org/10.4108/eai.31-3-2022.2320967>

Yudhatama, A., Zain, A., & Ismail, M. R. (2025). *Analisis Struktur Balok Tahan Gempa pada Bangunan Gedung Asrama IAI An Nur Lampung*. 57–66. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-1.2090>
