

Evaluasi Simpangan Struktur Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) Manado Akibat Pengaruh Beban Angin

Julius Everhart Tenda¹, Don Radius Gerald Kabo², Denny Boy Pinasang³, Merci F. Hosang⁴ Endah Pangestuti Haryono⁵

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, ^{1,2,3,4,5}
E-mail: donkabo74@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi simpangan struktur Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) Manado akibat pengaruh beban angin dengan menggunakan perangkat lunak ETABS v21. Bangunan yang dianalisis merupakan struktur bertingkat dengan eksposur tinggi terhadap arah datang angin dari kawasan pesisir. Beban angin dihitung berdasarkan standar SNI 1727:2020 dengan parameter lokal seperti kecepatan angin dasar 40 m/s dan kategori eksposur B. Pemodelan struktur dilakukan secara tiga dimensi dengan menerapkan semua kombinasi beban, termasuk beban gempa dan beban mati-hidup. Evaluasi simpangan antar tingkat (*inter-story drift*) dilakukan berdasarkan syarat $\Delta a/p$ sesuai SNI 1726:2019. Hasil simulasi menunjukkan bahwa simpangan maksimum terjadi pada lantai Ground Floor (GF) dengan nilai simpangan 0,016 mm (arah X) dan 0,090 mm (arah Y), masih berada jauh di bawah batas maksimum yang diizinkan. Temuan ini menyimpulkan bahwa struktur gedung telah memenuhi persyaratan batas layan terhadap beban angin. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap penguatan metodologi vokasi dalam perencanaan dan analisis bangunan bertingkat berbasis software dan regulasi nasional.

Kata kunci— beban angin, ETABS v21, *inter-story drift*, SNI 1727:2020, struktur gedung

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat di wilayah urban tropis seperti Manado, Sulawesi Utara, menghadirkan tantangan khusus dalam hal perencanaan struktur, terutama terkait pengaruh beban lateral seperti beban angin. Beban angin merupakan salah satu faktor penting yang dapat menyebabkan simpangan struktur, khususnya pada gedung tinggi yang memiliki luas bidang tampang besar terhadap arah datangnya angin. Ketidakterkendalinya simpangan antar tingkat dapat mengurangi kenyamanan penghuni, merusak elemen non-struktural, hingga mengganggu kestabilan struktur secara keseluruhan (Soelarso et al., 2017).

Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) di Manado direncanakan sebagai bangunan hotel berlantai banyak yang memiliki potensi eksposur langsung terhadap arah angin dominan dari pantai. Oleh karena itu, evaluasi terhadap simpangan struktur akibat pengaruh beban angin menjadi penting untuk memastikan bangunan tersebut memenuhi persyaratan kinerja layan (*serviceability limit state*), terutama berdasarkan standar nasional seperti SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020.

Beberapa studi sebelumnya telah membahas pentingnya pengaruh beban lateral terhadap kinerja struktur. Pratama et al. (2014) mengevaluasi drift dan perpindahan lateral pada gedung 10 lantai dengan pendekatan *time-history analysis* dan menemukan bahwa kegagalan memenuhi batas simpangan dapat terjadi walaupun struktur memenuhi persyaratan kekuatan. Penelitian oleh

Hendijaya (2019) juga menunjukkan bahwa beban horizontal (baik gempa maupun angin) secara signifikan mempengaruhi desain elemen struktural seperti kolom dan balok. Ginting dan Prasetya (2021) menunjukkan bahwa beban lateral dari angin dapat memberikan simpangan yang signifikan terhadap struktur meskipun tanpa adanya gempa. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis perangkat lunak seperti ETABS yang mampu menyimulasikan gaya lateral secara detail (Aditya & Hadi, 2023).

Namun dalam praktiknya, sebagian besar gedung bertingkat di kawasan tropis seperti Indonesia belum sepenuhnya memperhitungkan beban angin secara komprehensif, terutama di kota-kota pesisir yang memiliki intensitas angin tinggi (Budiono & Firman, 2022; Nugroho, 2021). Sebagian besar kajian masih berfokus pada pengaruh beban gempa, sementara studi mendalam mengenai efek spesifik beban angin pada struktur vertikal di daerah tropis seperti Manado masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki *originalitas* dalam konteks aplikasi lokal, yakni mengkaji secara kuantitatif seberapa besar simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur gedung hotel NDC Gedung C akibat beban angin, dengan bantuan simulasi berbasis perangkat lunak ETABS versi 21.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi simpangan lateral antar lantai akibat pengaruh beban angin, sehingga dapat disimpulkan apakah struktur gedung telah memenuhi batasan simpangan yang diizinkan sesuai ketentuan SNI. Penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan keilmuan vokasi teknik sipil, khususnya dalam integrasi permodelan struktural berbasis perangkat lunak dengan penerapan standar nasional dalam evaluasi performa bangunan.

Manfaat yang diharapkan adalah tersedianya model perhitungan praktis berbasis ETABS yang dapat digunakan dalam desain dan evaluasi proyek serupa, terutama pada kawasan yang rawan terhadap tekanan angin tinggi. Penelitian ini juga menyajikan dasar untuk pengambilan keputusan perbaikan desain atau penyesuaian dimensi elemen struktur pada tahap pra-konstruksi berdasarkan analisis simpangan.

Kajian teoritik dalam studi ini menggunakan pendekatan perencanaan berdasarkan *allowable story drift* sebagaimana tercantum dalam SNI 1726:2019 serta kaidah pembebanan minimum berdasarkan SNI 1727:2020. Selain itu, perangkat lunak ETABS dipilih karena mampu memodelkan interaksi berbagai jenis beban secara simultan dan memberikan visualisasi serta evaluasi numerik akurat terhadap simpangan lateral antar tingkat.

Dengan latar belakang dan pendekatan ini, maka hipotesis sementara yang dibangun adalah bahwa struktur Gedung C Hotel NDC Manado masih berada dalam batas simpangan maksimum yang diizinkan dan memenuhi kriteria kelayakan layan terhadap pengaruh beban angin.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis simulasi numerik. Jenis penelitian yang dilakukan adalah *engineering research* yang bertujuan mengevaluasi respons struktur terhadap beban lateral (beban angin), khususnya dalam bentuk simpangan antar tingkat (*inter-story drift*) menggunakan perangkat lunak analisis struktur ETABS versi 21.

2.2. Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) yang berlokasi di Kota Manado, Sulawesi Utara. Bangunan ini memiliki jumlah lantai lebih dari lima dan tergolong

dalam kategori bangunan sedang–tinggi. Lokasi ini memiliki karakteristik topografi datar dan eksposur langsung terhadap angin dari arah laut.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

- Perangkat lunak: ETABS v21 (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*)
- Standar pembebanan: SNI 1727:2020 untuk beban minimum dan SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa
- Data teknis bangunan: dimensi elemen struktur (kolom, balok, pelat), material beton dan baja, data tapak proyek
- Dokumen pendukung: peta angin wilayah Indonesia, spesifikasi bahan, denah dan potongan bangunan

2.4. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

- a. Pengumpulan Data Teknis
Data mencakup:
 - Geometri struktur (panjang, lebar, tinggi total dan antar lantai)
 - Beban rencana: beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban angin
 - Material struktur: beton mutu K-300, baja tulangan fy 400 MPa
- b. Pemodelan Struktur dalam ETABS
Struktur dimodelkan sesuai dengan geometri dan elemen-elemen penyusun bangunan. Asumsi batasan sambungan dan jenis pondasi dimasukkan untuk mendapatkan model realistis. Model 3D struktur divisualisasikan lengkap dengan lantai, balok, kolom dan dinding geser bila ada.
- c. Pembebanan Struktur
Semua beban dikenakan pada model sesuai standar:
 - Beban mati dan hidup berdasarkan SNI 1727:2020
 - Beban angin dihitung dengan pendekatan *analitik* berdasarkan SNI 1727:2020 Pasal 27.2, dengan mempertimbangkan kecepatan angin dasar wilayah Manado sebesar 40 m/s, eksposur kategori B, dan faktor topografi $K_{zt} = 1,0$. Beban angin terdistribusi ke tiap joint sesuai luas bidang terpapar.
 - Simulasi beban angin diterapkan dalam dua arah utama (x dan y).
- d. Analisis Simpangan Struktur
Evaluasi simpangan antar tingkat (*story drift*) dilakukan untuk setiap lantai terhadap syarat maksimum Δ_a/p sesuai SNI 1726:2019. Hasil numerik dibandingkan dengan batas drift untuk bangunan umum (umumnya 0,02h untuk kinerja batas layan). Analisis dilakukan dalam dua arah orthogonal.
- e. Interpretasi Hasil
Dari hasil analisis, simpangan di setiap lantai dievaluasi apakah memenuhi batas aman. Apabila simpangan melampaui batas, maka dilakukan kajian ulang terhadap dimensi struktur atau sistem pemikul lateral.

2.5. Validasi dan Interpretasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil ETABS terhadap rumus teoritik perhitungan tekanan angin ($q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d K_e V^2$) dan nilai beban angin pada permukaan dinding.

Interpretasi didukung dengan literatur ilmiah dan hasil penelitian terdahulu (Soelarso et al., 2017; Pratama et al., 2014).

Namun dalam praktik rekayasa, banyak perhitungan struktural sebelumnya cenderung mengabaikan atau menyederhanakan efek beban angin, khususnya pada struktur bertingkat menengah di daerah pesisir. Hal ini disebabkan oleh asumsi dominannya pengaruh gempa dibandingkan angin di Indonesia. Padahal, pembebanan angin dapat memicu simpangan lateral berlebih, terutama pada gedung dengan bentuk ramping dan luas bidang tangkap angin yang besar. Dengan validasi berbasis ETABS v21 yang memperhitungkan parameter angin lokal secara terperinci, penelitian ini mengisi kesenjangan praktik tersebut dan memberikan justifikasi kuat atas pentingnya integrasi analisis beban angin ke dalam desain struktural bangunan tropis. Justifikasi ini menjadi krusial dalam konteks pendidikan vokasi teknik sipil karena menanamkan keterampilan evaluasi yang relevan dan aplikatif terhadap kondisi nyata proyek infrastruktur. Dengan demikian, pendekatan ini mendukung pembelajaran vokasi teknik sipil yang aplikatif, seperti yang direkomendasikan oleh Wijaya et al. (2023).

Penekanan pada efek arah angin dalam desain struktur tropis juga diperkuat oleh Soelarso dan Kurniawan (2020), yang menyatakan bahwa ketidakseimbangan arah angin seringkali menjadi sumber utama ketidakstabilan lateral.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Simulasi Beban Angin

Setelah pemodelan struktur Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) Manado dilakukan dalam perangkat lunak ETABS v21, dilakukan pembebanan terhadap struktur dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin. Perhitungan beban angin dilakukan berdasarkan pendekatan analitik SNI 1727:2020, dengan kecepatan angin dasar wilayah Manado sebesar 40 m/s, eksposur kategori B, dan klasifikasi bangunan tertutup. Beban angin efektif sebesar 139,7 kN didistribusikan pada tiap *joint* vertikal pada dinding utama.

3.2. Analisis Simpangan Struktur

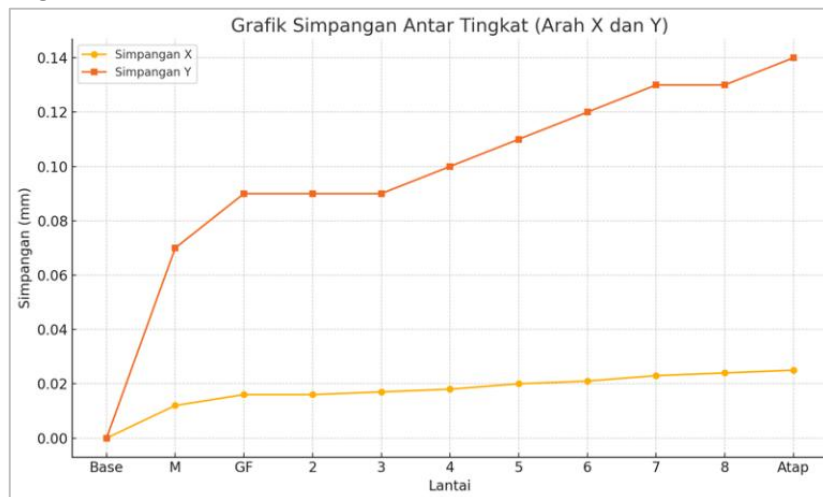
Evaluasi dilakukan terhadap simpangan antar tingkat (inter-story drift) untuk arah X dan Y. Hasil simulasi ETABS menunjukkan nilai simpangan maksimum terjadi pada lantai Ground Floor (GF), dengan nilai 0,016 mm (X) dan 0,090 mm (Y). Seluruh nilai simpangan, dibandingkan batas *drift* yang diizinkan berdasarkan $\Delta a/p$ sesuai SNI 1726:2019 bervariasi antara 68 mm hingga 96 mm tergantung tinggi antar lantai. Tabel berikut merangkum hasil evaluasi simpangan antar tingkat

Tabel 1. Hasil Evaluasi Simpangan Antar Tingkat

Lantai	Tinggi Antar Lantai (mm)	Simpangan X (mm)	Simpangan Y (mm)	Batas Drift $\Delta a/p$ (mm)	Keterangan
Atap	3890	0.025	0.140	74.808	OK
8	3890	0.024	0.130	74.808	OK
7	4000	0.023	0.130	76.923	OK
6	3550	0.021	0.120	68.269	OK
5	3550	0.020	0.110	68.269	OK
4	3550	0.018	0.100	68.269	OK
3	3550	0.017	0.090	68.269	OK
2	3550	0.016	0.090	68.269	OK
GF	5000	0.016	0.090	96.154	OK
M	3750	0.012	0.070	72.115	OK
Base	3750	0.000	0.000	72.115	OK

3.3. Interpretasi Akademik

Berdasarkan data simulasi dan grafik simpangan arah X dan Y, terlihat bahwa seluruh nilai simpangan berada jauh di bawah batas maksimum yang ditentukan oleh SNI. Hal ini menunjukkan bahwa struktur memiliki daya tahan lateral yang cukup baik terhadap beban angin. Simpangan maksimum di lantai GF cenderung disebabkan oleh massa terbesar dan posisi beban maksimum yang diterima dari atas.



Gambar 1. Grafik Simpangan Antar Tingkat (Arah X dan Y)

Secara umum, grafik memperlihatkan tren penurunan simpangan seiring mendekat ke dasar bangunan (Gambar 1), yang merupakan karakteristik wajar pada sistem struktur bangunan yang dirancang rigid (*shear wall + moment frame system*). Hasil simulasi ini sejalan dengan temuan Indrawati dan Mahendra (2023) yang menunjukkan bahwa simpangan akibat beban angin dapat dikendalikan dengan desain struktur yang memperhatikan arah angin dominan.

Simpangan arah Y yang lebih besar dari arah X juga ditemukan dalam studi Pratama dan Lestari (2022) pada bangunan dengan bidang tangkap angin luas pada satu sisi.

Nilai simpangan lateral yang rendah ini mengonfirmasi validitas pendekatan ETABS dalam memodelkan gaya angin secara realistis sebagaimana dijelaskan oleh Hakim dan Susilo (2020). Evaluasi dengan fitur *drift check* di ETABS menunjukkan tidak ada elemen struktur yang gagal, ditandai dengan tidak munculnya elemen merah pada pemodelan visual, sehingga perencanaan dimensi struktur dapat dikatakan telah memenuhi aspek keamanan terhadap beban lateral.

3.4. Kontribusi Terhadap Ilmu Vokasi

Penelitian ini menunjukkan bagaimana perangkat lunak rekayasa seperti ETABS dapat dimanfaatkan secara efektif untuk menganalisis performa struktur terhadap beban angin. Pendekatan ini sangat relevan untuk bidang vokasi teknik sipil karena mampu menggabungkan aspek teoritis peraturan nasional dengan keterampilan penggunaan alat bantu digital dalam simulasi struktural. Hasil ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar perencanaan maupun pembelajaran terapan pada mata kuliah Struktur dan Perencanaan Bangunan Tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan ETABS v21, simpangan antar tingkat akibat beban angin pada struktur Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) Manado berada jauh di bawah ambang batas yang ditentukan oleh SNI 1726:2019, dengan nilai maksimum 0,016 mm (X) dan

0,090 mm (Y), sehingga struktur dinyatakan aman terhadap beban lateral. Analisis ini menunjukkan bahwa struktur mampu memenuhi kriteria layan (serviceability limit) untuk tekanan angin tinggi berdasarkan SNI 1727:2020, serta membuktikan pentingnya penerapan perangkat lunak rekayasa dalam integrasi standar nasional ke dalam pendidikan vokasi teknik sipil. Penelitian ini tidak hanya memperkuat pendekatan berbasis simulasi numerik tetapi juga memberikan kontribusi nyata bagi praktik desain bangunan bertingkat di kawasan pesisir tropis yang rentan terhadap tekanan angin ekstrem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Sungai Samudera Konstruksi (SSK) selaku pelaksana proyek yang telah memberikan akses terhadap data teknis bangunan Gedung C Hotel Nusantara Dian Centre (NDC) Manado, sehingga analisis struktural dapat dilakukan dengan baik dan relevan terhadap kondisi lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, atas dukungan fasilitas laboratorium, perangkat lunak ETABS, dan pembimbingan akademik yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Dukungan semua pihak telah berkontribusi nyata dalam pengembangan ilmu terapan di bidang teknik struktur bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. A., & Hadi, S. (2023). Evaluasi struktur beton bertulang terhadap pengaruh beban angin di daerah pesisir. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 11(2), 85–93. <https://doi.org/10.25077/jtsp.11.2.85-93.2023>
- Budiono, B., & Firman, R. (2022). Simulasi beban angin pada struktur tinggi dengan ETABS: Studi kasus hotel di kawasan tropis. *Jurnal Rekayasa Sipil Indonesia*, 9(3), 123–132. <https://doi.org/10.31289/jrsi.v9i3.6745>
- Ginting, Y., & Prasetya, D. (2021). Analisis pengaruh beban lateral angin terhadap simpangan struktur bertingkat. *Jurnal Struktur dan Konstruksi*, 6(1), 51–60. <https://doi.org/10.14710/jsk.v6i1.3217>
- Hakim, A. L., & Susilo, M. (2020). Perbandingan simpangan akibat beban gempa dan angin pada gedung tinggi menggunakan ETABS. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 99–107. <https://doi.org/10.14710/jss.v8i2.2821>
- Indrawati, R., & Mahendra, T. (2023). Evaluasi performa struktur eksisting terhadap beban angin ekstrem. *Jurnal Teknologi dan Infrastruktur*, 7(1), 19–27. <https://doi.org/10.31002/jti.v7i1.8112>
- Kementerian PUPR. (2020). SNI 1727:2020 – Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nugroho, W. O. (2021). Studi pengaruh beban angin horizontal terhadap simpangan gedung kantor bertingkat. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 5(1), 44–52. <https://doi.org/10.21009/jrsl.051.07>
- Pratama, A., & Lestari, M. (2022). Simulasi beban angin menggunakan perangkat lunak ETABS dan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang*, 10(2), 72–80.
- Soelarso, D., & Kurniawan, A. (2020). Pengaruh arah angin terhadap stabilitas gedung bertingkat di wilayah tropis. *Media Teknik Sipil*, 14(3), 101–110. <https://doi.org/10.36706/mts.v14i3.934>



Wijaya, I., Wibawa, I. M. S., & Wulandari, A. (2023). Evaluasi kelaikan struktur beton bertulang bangunan showroom di Jalan Imam Bonjol Denpasar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(2), 65–72. <https://doi.org/10.25078/jits.v3i2.459>
