

# Tinjauan Ulang Beban Angin SNI 1727:2020 melalui Analisis Validitas Acuan dan Implikasi *Over-Design* Berdasarkan Data Meteorologi Lokal

Muhammad Rafi Sugema <sup>[1]\*</sup>

<sup>[1]\*</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, 40521, Indonesia

Email: [rafi.sugema@student.unjani.ac.id](mailto:rafi.sugema@student.unjani.ac.id) \*

\*) Corresponding Author

Received: 09 September 2025; Revised: 19 January 2026; Accepted: 02 Maarch 2026

How to cited this article:

Sugema, M.R. (2026). Tinjauan Ulang Beban Angin SNI 1727:2020 melalui Analisis Validitas Acuan dan Implikasi *Over-Design* Berdasarkan Data Meteorologi Lokal. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(1), 161–173. <https://doi.org/10.28932/jts.v22i1.13272>

## ABSTRAK

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020 menggunakan acuan kecepatan angin dasar tunggal yang bersifat konservatif, sehingga berpotensi menimbulkan inefisiensi dalam perancangan struktur bangunan di berbagai wilayah Indonesia yang memiliki karakteristik meteorologis dan topografi yang sangat beragam. Ketidaksiharian antara acuan standar dan kondisi aktual di lapangan dapat menyebabkan desain struktur menjadi terlalu aman dan tidak ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkuantifikasi perbedaan antara nilai acuan SNI dengan data meteorologi lokal, serta menganalisis implikasinya terhadap respons struktur bangunan akibat beban angin. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif komparatif melalui analisis data kecepatan angin historis periode 2005–2024 dari dua stasiun meteorologi, yaitu Jakarta (WIII) dan Makassar (WAAA). Data maksimum tahunan dianalisis menggunakan Distribusi Gumbel untuk menentukan kecepatan angin desain dengan periode ulang 700 tahun, kemudian hasilnya dibandingkan dengan acuan SNI melalui studi kasus gedung perkantoran 15 lantai. Hasil menunjukkan bahwa kecepatan angin desain berbasis data 42,2% lebih rendah di Jakarta dan 18,5% di Makassar, yang menyebabkan gaya geser dasar dan momen guling meningkat lebih dari 100%. Temuan ini mengindikasikan tingkat konservatisme yang tinggi, sehingga diperlukan pengembangan peta angin nasional berbasis data faktual guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keberlanjutan desain struktur di Indonesia.

**Kata kunci:** *Beban Angin, Data Meteorologi, Efisiensi Desain, Over-Design, SNI 1727:2020.*

*ABSTRACT. A Critical Review of SNI 1727:2020 Wind Load: An Analysis of Reference Validity and Over-Design Implications from Local Meteorological Data. The Indonesian National Standard (SNI) 1727:2020 adopts a single, highly conservative basic wind speed reference, which may lead to inefficiencies in structural design. This study aims to quantify the discrepancy between the SNI reference and actual local meteorological data and to evaluate its impact on the global structural response. A quantitative comparative approach was applied by analyzing historical wind speed data from 2005 to 2024 obtained from two meteorological stations, namely Soekarno-Hatta Airport in Jakarta (WIII) and Sultan Hasanuddin Airport in Makassar (WAAA). The annual maximum wind speeds were analyzed using the Gumbel Extreme Value Distribution to estimate design wind speeds corresponding to a 700-year mean recurrence interval, and these were compared with the implicit SNI reference through a 15-story reinforced-concrete office building case study. The results revealed that the data-driven design wind speed was 42.2% lower in Jakarta and 18.5% lower in Makassar, leading to increases of more than 100% in base shear and overturning moment when the SNI reference was applied. These findings indicate that the current SNI approach is overly conservative. Therefore, developing a national wind map based on comprehensive, factual meteorological data is strongly recommended to achieve an optimal balance among safety, design efficiency, and sustainability.*

**Keywords:** *Design Efficiency, Meteorological Data, Over-Design, SNI 1727:2020, Wind Load.*

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang masif merupakan salah satu pilar utama pertumbuhan ekonomi Indonesia. Di tengah pesatnya laju konstruksi vertikal dan bentang panjang, jaminan terhadap keselamatan, ketahanan, dan efisiensi struktur menjadi sebuah keniscayaan yang tidak dapat ditawar. Keandalan praktik rekayasa sipil di Indonesia sangat bergantung pada standar desain yang komprehensif dan relevan, di mana Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020 tentang "Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain" memegang peranan sentral (BSN, 2020). Penerapan standar ini merupakan sebuah langkah modernisasi yang signifikan, karena secara umum mengadopsi kerangka kerja dari standar Amerika yang diakui secara global, ASCE/SEI 7-16 (ASCE, 2017), yang memungkinkan para insinyur di Indonesia untuk menerapkan metodologi desain berbasis probabilitas yang mutakhir.

Dalam konteks global, akurasi estimasi beban angin telah menjadi isu utama dalam desain struktur bangunan tinggi. Desain berbasis beban angin yang tidak akurat dapat menyebabkan dua konsekuensi ekstrem: *under-design* yang mengancam keselamatan dan *over-design* yang menurunkan efisiensi ekonomi serta keberlanjutan material (Mendis et al., 2007). Penelitian terkini menunjukkan bahwa pendekatan tradisional yang mengabaikan faktor spasial, topografi, dan arah angin dapat menghasilkan perhitungan tekanan angin yang bias secara signifikan (Lee et al., 2019). Selain itu, metode berbasis simulasi numerik seperti *Computational Fluid Dynamics (CFD)* dan pendekatan *Database-Assisted Design (DAD)* kini digunakan untuk meningkatkan akurasi penentuan beban angin pada gedung tinggi (Simiu, 2025). Lebih lanjut, penelitian oleh (He et al., 2023) menegaskan bahwa pengabaian fenomena seperti *Ekman spiral* dalam estimasi arah angin dapat menyebabkan kesalahan signifikan pada bangunan super tinggi, sedangkan (Song et al., 2024) memperkenalkan model matematis berbasis *Green's Function* yang menawarkan efisiensi perhitungan beban angin dengan akurasi tinggi. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa pendekatan modern menuntut integrasi antara data meteorologi lokal, model probabilistik, dan komputasi canggih untuk menghasilkan desain yang aman sekaligus efisien.

Meskipun demikian, di balik adopsi kerangka kerja yang modern ini, terdapat sebuah anomali kritis pada salah satu parameter beban yang paling fundamental: kecepatan angin dasar ( $V$ ). Alih-alih mengembangkan atau mengadopsi peta angin berbasis risiko yang spesifik untuk kondisi geografis Indonesia, bagian Komentar standar pada Pasal C26.5.1 memberikan arahan untuk menggunakan rujukan sementara dari panduan standar Australia, yaitu *HB 212:2002 A Guide to the Wind Loading Standard for Australia and New Zealand* (Standards Australia/Standards New Zealand, 2002). Rujukan eksternal ini secara kontroversial mengklasifikasikan seluruh wilayah kepulauan Indonesia sebuah negara dengan keragaman topografi dan koridor angin yang ekstrem ke dalam satu zona tunggal (Region A) dengan

kecepatan angin dasar yang seragam dan tinggi. Pendekatan generalisasi "satu ukuran untuk semua" ini secara inheren bertentangan dengan realitas meteorologis yang tercatat.

Kesenjangan antara nilai acuan standar dan data empiris menjadi semakin nyata ketika dihadapkan dengan data historis jangka panjang dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Data dari berbagai stasiun meteorologi di Indonesia secara konsisten menunjukkan bahwa kecepatan angin maksimum yang tercatat di banyak wilayah non-siklonik secara signifikan lebih rendah daripada nilai yang diimplikasikan oleh SNI 1727:2020. Isu mengenai diskrepansi antara standar nasional dan data hazard angin lokal bukanlah hal baru; penelitian sebelumnya oleh Wiguna et al (2021) terhadap SNI 1727:2013 telah mengidentifikasi perlunya pemetaan bahaya angin yang lebih baik untuk Indonesia. Kondisi ini secara logis mengarah pada sebuah hipotesis adanya *over-design* yang sistematis: perancangan struktur yang jauh lebih kuat dari yang dibutuhkan secara rasional, yang berimplikasi langsung pada inefisiensi ekonomi melalui pemborosan material (baja dan beton), peningkatan biaya konstruksi, serta jejak karbon yang lebih besar dari aktivitas konstruksi.

Hingga saat ini, belum ada studi kuantitatif yang secara spesifik menganalisis dampak ekonomi dan teknis dari anomali pada SNI 1727:2020 edisi terbaru. Celah penelitian inilah yang menjadi fokus utama dari studi ini. Dengan menjembatani kesenjangan antara peraturan tertulis, praktik internasional, dan data meteorologi lokal, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang krusial bagi praktik rekayasa sipil di Indonesia. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Mengkuantifikasi secara statistik perbedaan antara kecepatan angin dasar yang direkomendasikan SNI 1727:2020 dengan kecepatan angin probabilitistik yang diturunkan dari data BMKG/NOAA untuk beberapa kota besar di Indonesia; (2) Menganalisis dan menghitung dampak perbedaan tersebut pada parameter respons struktur global (gaya geser dasar dan momen guling) melalui studi kasus komparatif; dan (3) Menyajikan bukti ilmiah yang kuat sebagai dasar rekomendasi untuk revisi standar dan pengembangan Peta Angin Nasional Indonesia yang akurat dan berbasis data.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan analisis komparatif dan studi kasus. Desain ini dipilih untuk secara objektif mengukur dan membandingkan parameter-parameter teknis yang dihasilkan dari dua pendekatan pembebanan angin yang berbeda. Tujuannya adalah untuk memberikan bukti empiris yang kuat mengenai dampak dari penerapan standar yang berlaku saat ini dibandingkan dengan pendekatan berbasis data lokal.

## 2.2. Studi Literatur

Studi literatur ini berfokus pada tiga pilar utama: (1) filosofi pembebanan angin dalam SNI 1727:2020, (2) pendekatan berbasis risiko dalam standar internasional sebagai pembanding, dan (3) metode statistik untuk analisis data angin ekstrem.

### A. Filosofi Pembebanan Angin dalam SNI 1727:2020

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020 merupakan adopsi modifikasi dari standar Amerika, ASCE 7-16 (ASCE, 2017). Prosedur perhitungan tekanan angin desain ( $p$ ) pada sebuah permukaan struktur mengikuti alur yang logis, dimulai dari kecepatan angin dasar ( $V$ ). Tekanan kecepatan ( $q_z$ ) dihitung menggunakan rumus:

$$q_z = 0.613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (1)$$

di mana  $K_z$  adalah koefisien eksposur,  $K_{zt}$  adalah faktor topografi, dan  $K_d$  adalah faktor arah angin (BSN, 2020). Parameter krusial dalam persamaan ini adalah  $V$ . Dalam konteks SNI 1727:2020, parameter kecepatan angin dasar ( $V$ ) memiliki peran dominan karena secara langsung menentukan besar tekanan dinamik yang digunakan dalam desain struktur. Namun, nilai  $V$  yang tercantum dalam standar bersifat seragam untuk seluruh wilayah Indonesia, tanpa mempertimbangkan variasi spasial kecepatan angin akibat perbedaan kondisi meteorologis dan topografi lokal. Pendekatan ini berpotensi menghasilkan nilai tekanan angin desain yang tidak sepenuhnya merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk menguji sejauh mana tingkat konservatisme nilai  $V$  tersebut terhadap hasil analisis data meteorologi lokal dan implikasinya terhadap respons struktur pada studi kasus yang dianalisis.

### B. Pendekatan Berbasis Risiko dalam ASCE 7-22 sebagai Tolok Ukur Internasional

Sebagai evolusi dari standar yang diadopsi oleh SNI 1727:2020, yaitu ASCE 7-16 ("Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures," 2017), versi terbaru ASCE 7-22 (ASCE, 2022) menerapkan pendekatan yang lebih maju dan berbasis risiko. Standar ini menyediakan peta angin yang membagi wilayah ke dalam beberapa kontur kecepatan angin berbeda sesuai tingkat bahaya. Lebih penting lagi, kecepatan angin tersebut dikaitkan dengan Kategori Risiko bangunan (I hingga IV), yang merepresentasikan tingkat bahaya terhadap keselamatan manusia dan dampak keruntuhan struktur. Setiap kategori risiko memiliki Periode Ulang Rerata (*Mean Recurrence Interval* – MRI) yang berbeda; misalnya, untuk Kategori Risiko II (bangunan umum seperti perkantoran dan residensial), kecepatan angin desain didasarkan pada MRI 700 tahun. Pendekatan berbasis risiko ini memastikan bahwa tingkat keamanan struktur sebanding dengan konsekuensi kegagalannya, suatu filosofi yang belum

sepenuhnya terimplementasi dalam SNI 1727:2020 yang masih mengacu pada ASCE 7-16, khususnya dalam penetapan beban angin.

### **C. Analisis Statistik Angin Ekstrem: Distribusi Gumbel**

Untuk memprediksi kecepatan angin pada periode ulang yang panjang dari data historis yang terbatas, digunakan analisis statistik nilai ekstrem. Metode yang paling umum digunakan dalam rekayasa angin adalah Distribusi Nilai Ekstrem Tipe I atau Distribusi Gumbel (Gumbel, 1958). Metode ini terbukti andal dalam memodelkan distribusi data maksimum tahunan dari fenomena alam seperti kecepatan angin (Simiu & Scanlan, 1996). Dengan menerapkan metode Gumbel pada seri data kecepatan angin maksimum tahunan, kecepatan angin untuk MRI tertentu (misalnya 700 tahun) dapat diestimasi secara probabilistik, memberikan dasar ilmiah untuk menentukan kecepatan angin desain berbasis data lokal.

### **D. Penelitian Terdahulu**

Penelitian mengenai pemetaan bahaya angin di Indonesia telah dilakukan sebelumnya. Salah satunya adalah studi oleh Wiguna et al. (2021) yang membandingkan hasil pemetaan bahaya angin dengan standar SNI 1727 edisi 2013 dan menemukan adanya diskrepansi. Penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan menggunakan edisi standar terbaru (SNI 1727:2020), data meteorologi yang lebih mutakhir, serta melangkah lebih jauh dengan mengkuantifikasi dampak teknis dan ekonomis melalui studi kasus respons struktur.

## **2.3. Tahapan Metodologi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama yang sistematis, seperti diilustrasikan pada Gambar 1.

### **A. Tahap 1: Akuisisi dan Pengolahan Data Meteorologi**

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kecepatan angin desain berbasis data lokal yang akan digunakan sebagai pembanding terhadap nilai SNI.

1. Sumber Data: Data kecepatan angin maksimum harian (*daily maximum wind gust*) dari periode 1 Januari 2005 hingga 31 Desember 2024 (20 tahun) diperoleh dari basis data publik *National Oceanic and Atmospheric Administration's Global Summary of the Day* (NOAA GSOD).
2. Lokasi Stasiun: Dua stasiun dipilih untuk merepresentasikan kondisi yang berbeda: Stasiun Bandara Soekarno-Hatta, Jakarta (WIII) dan Stasiun Bandara Sultan Hasanuddin, Makassar (WAAA).
3. Ekstraksi Data: Dari data harian, nilai kecepatan angin maksimum untuk setiap tahun (*annual maximum*) diekstraksi, menghasilkan 20 data point untuk setiap lokasi.

4. Analisis Statistik: Seri data maksimum tahunan dari setiap lokasi dianalisis menggunakan Distribusi Gumbel untuk menghitung kecepatan angin desain pada MRI 700 tahun ( $V_{700}$ ). Perhitungan dilakukan menggunakan pustaka statistik `scipy.stats` dalam lingkungan Python.

## **B. Tahap 2: Analisis Komparatif Beban dan Respons Struktur**

Tahap ini bertujuan untuk mengkuantifikasi dampak perbedaan kecepatan angin pada desain struktur riil.

1. Objek Studi Kasus: Sebuah model gedung perkantoran beton bertulang 15 lantai dengan parameter sebagai berikut:
  - Tinggi Total: 60 m
  - Dimensi Denah: 30 m x 40 m
  - Lokasi: Jakarta
2. Parameter Desain: Parameter desain angin ditetapkan sesuai SNI 1727:2020 untuk Kategori Risiko II, berlokasi di area sub-urban (Kategori Eksposur C), dan di atas tanah datar (Faktor Topografi  $K_{zt}=1.0$ ).
3. Skenario Pembebanan: Dua skenario pembebanan dianalisis:
  - Skenario A (*SNI-Based*): Menggunakan kecepatan angin dasar  $V=41.1$  m/s
    - sesuai implikasi rujukan SNI 1727:2020.
  - Skenario B (*Data-Driven*): Menggunakan kecepatan angin dasar  $V=28.9$  m/s,
    - hasil analisis data Stasiun Jakarta pada Tahap 1.
4. Perhitungan Respons Struktur: Untuk kedua skenario, dihitung parameter respons struktur global utama yang paling dipengaruhi oleh beban angin, yaitu Gaya Geser Dasar (*Base Shear*) dan Momen Guling (*Overturing Moment*).

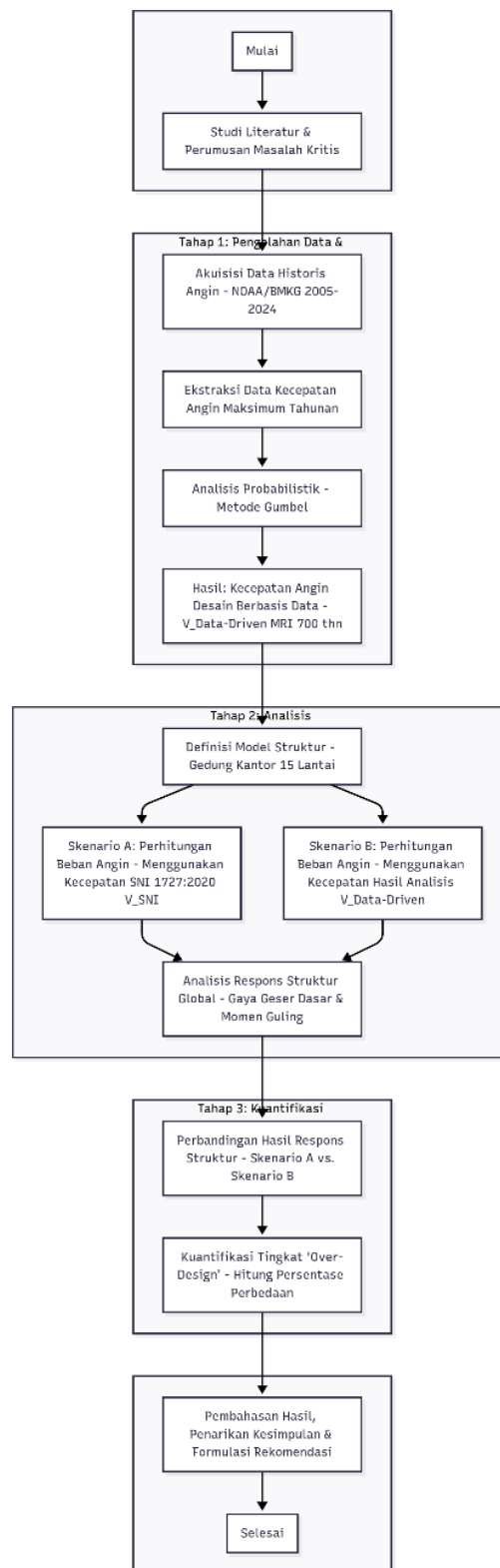
## **C. Tahap 3: Kuantifikasi dan Interpretasi Dampak**

Tahap akhir ini adalah menerjemahkan hasil perhitungan teknis menjadi kesimpulan yang bermakna.

1. Analisis Perbandingan: Hasil perhitungan *Base Shear* dan *Overturing Moment* dari Skenario A dan B dibandingkan untuk menghitung persentase perbedaan.
2. Interpretasi Dampak: Persentase perbedaan ini diinterpretasikan sebagai indikator kuantitatif tingkat *over-design*. Dampak lanjutannya terhadap kebutuhan material dan biaya didiskusikan secara kualitatif berdasarkan prinsip-prinsip dasar rekayasa struktur.

## 2.4. Diagram Alir Penelitian

Alur kerja penelitian secara ringkas digambarkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian  
Sumber: Olahan Peneliti (2025)

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Hasil Analisis Kecepatan Angin Dasar

Analisis statistik nilai ekstrem (Distribusi Gumbel) diterapkan pada data kecepatan angin maksimum tahunan dari dua stasiun bandara representatif: Soekarno-Hatta, Jakarta (WIII) dan Sultan Hasanuddin, Makassar (WAAA) untuk periode 2005-2024. Hasil perhitungan kecepatan angin desain dengan periode ulang 700 tahun ( $V_{700}$ ), yang relevan untuk Kategori Risiko II sesuai ASCE 7, dibandingkan dengan nilai kecepatan angin dasar yang secara implisit digunakan dalam SNI 1727:2020 (berdasarkan rujukan HB 212-2002).

**Tabel 1.** Perbandingan Kecepatan Angin Dasar ( $V$  dalam m/s) untuk MRI 700 Tahun (Kategori Risiko II)

<i>Lokasi Stasiun (Kode ICAO)</i>	<i>Periode Data</i>	<i>Jumlah Data (Tahun)</i>	<i>Kec. Angin SNI 1727:2020 (Implisit)</i>	<i>Kec. Angin Hasil Analisis Gumbel (<math>V_{700}</math>)</i>	<i>Perbedaan (%)</i>
Jakarta – Soekarno Hatta (WIII)	2005 – 2024	20	41.1	28.9	+42.2
Makassar – Hasanuddin (WAAA)	2005 – 2024	20	41.1	34.7	+18.5

Catatan: Kecepatan Angin SNI 1727:2020 diambil sebagai nilai representatif untuk Region A sesuai HB 212-2002.

Sumber: Olahan Peneliti dari data NOAA GSOD (2025) dan BSN (2020).

Data pada Tabel 1 secara jelas menunjukkan bahwa kecepatan angin desain yang diperoleh dari analisis probabilistik data historis di kedua lokasi signifikan lebih rendah dibandingkan dengan nilai yang secara implisit digunakan oleh SNI 1727:2020. Perbedaan ini sangat mencolok di Jakarta, mencapai lebih dari 42%, sementara di Makassar perbedaannya juga substansial, yaitu 18,5%.

Untuk memvisualisasikan sebaran probabilistik data dan memvalidasi hasil analisis, dibuatlah plot distribusi Gumbel untuk setiap lokasi. Gambar 2 menyajikan plot Gumbel untuk data kecepatan angin di Jakarta (WIII). Pada gambar tersebut, titik-titik biru merepresentasikan data empiris kecepatan angin maksimum tahunan selama 20 tahun, sementara garis hitam menunjukkan model teoretis Gumbel yang paling sesuai (*best-fit line*) dengan sebaran data tersebut. Dari plot ini, dapat ditarik garis dari probabilitas periode ulang 700 tahun (sumbu-Y) yang menghasilkan kecepatan angin desain sebesar 28.9 m/s (ditandai dengan garis hijau). Hal yang paling signifikan untuk diperhatikan adalah posisi kecepatan angin acuan SNI sebesar 41.1 m/s (ditandai dengan garis merah), yang berada jauh di sisi ekstrim kanan kurva. Secara visual,

ini mengonfirmasi bahwa nilai acuan SNI merupakan nilai pencilan (*outlier*) yang signifikan secara statistik jika dibandingkan dengan tren yang ditunjukkan oleh data historis Jakarta.



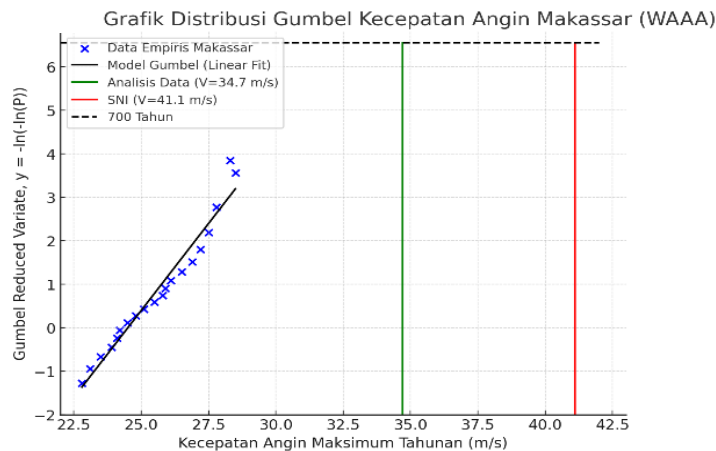
**Gambar 2.** Grafik Distribusi Gumbel Kecepatan Angin Maksimum Tahunan di Jakarta (WIII)

Sumber: Olahan Peneliti dari data (NOAA, 2025).

Nilai kecepatan angin 28.9 m/s untuk Jakarta dan 34,7 m/s untuk Makassar (garis hijau pada Gambar 2 dan 3) diperoleh dari hasil analisis statistik menggunakan Distribusi Gumbel terhadap data kecepatan angin maksimum tahunan selama periode 2005–2024. Proses *fitting* menghasilkan parameter lokasi ( $\mu$ ) dan skala ( $\beta$ ) yang kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan angin desain berdasarkan periode ulang 700 tahun sesuai kategori risiko II pada ASCE 7-16 dan SNI 1727:2020. Perhitungannya mengikuti persamaan  $V_T = \mu - \beta \ln [-\ln (1 - 1/T)]$ , dengan  $T = 700$  tahun. Nilai 28.9 m/s dan 34.7 m/s tersebut merupakan hasil ekstrapolasi probabilistik dari model distribusi ekstrem, bukan hasil observasi langsung. Karena estimasi dilakukan di luar rentang data historis (hanya 20 tahun), posisi kedua nilai tersebut memang tampak lebih jauh dari sebaran titik empiris, namun secara statistik masih konsisten dengan bentuk kurva distribusi Gumbel yang mewakili peluang kejadian ekstrem langka.

Analisis serupa dilakukan untuk data dari Makassar (WAAA), yang hasilnya diilustrasikan pada Gambar 3. Meskipun data di Makassar menunjukkan kecepatan angin yang secara umum lebih tinggi dibandingkan Jakarta, pola yang sama teridentifikasi. Gambar 3 menyajikan hasil analisis serupa untuk Makassar (WAAA). Berdasarkan parameter distribusi yang diperoleh, kecepatan angin desain untuk periode ulang 700 tahun adalah 34,7 m/s (garis hijau), sedangkan acuan SNI tetap sebesar 41,1 m/s (garis merah). Walaupun perbedaannya tidak sebesar di Jakarta, hasil ini tetap menunjukkan adanya selisih yang signifikan antara nilai empiris berbasis data dan nilai acuan standar. Kedua grafik tersebut secara kolektif memperlihatkan bahwa pendekatan “satu nilai untuk semua wilayah” dalam SNI 1727:2020 tidak sepenuhnya

mencerminkan variabilitas risiko angin di Indonesia, sehingga diperlukan pengembangan peta angin nasional berbasis data meteorologi faktual.



**Gambar 3.** Grafik Distribusi Gumbel Kecepatan Angin Maksimum Tahunan di Makassar (WAAA)

Sumber: Olahan Peneliti dari data (NOAA, 2025).

Grafik distribusi Gumbel (Gambar 2 dan 3) secara visual mengilustrasikan probabilitas terjadinya kecepatan angin tertentu. Posisi kecepatan angin desain SNI yang jauh di sisi kanan kurva menunjukkan probabilitas kejadian yang sangat rendah jika dibandingkan dengan distribusi data aktual, yang mengindikasikan tingkat konservatisme yang tinggi.

### 3.2. Perbandingan Respons Struktur Global: Studi Kasus Gedung Perkantoran 15 Lantai di Jakarta

Untuk menguantifikasi dampak perbedaan kecepatan angin ini terhadap perancangan struktur, dilakukan analisis komparatif pada model gedung perkantoran 15 lantai di Jakarta. Parameter respons struktur global utama, yaitu Gaya Geser Dasar (*Base Shear*) dan Momen Guling (*Overturning Moment*), dihitung untuk dua skenario pembebanan angin: berdasarkan SNI 1727:2020 dan berdasarkan kecepatan angin hasil analisis data ( $V_{700}$ ).

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada respons struktur global. Penggunaan kecepatan angin SNI menghasilkan tekanan angin desain puncak, gaya geser dasar, dan momen guling yang lebih dari dua kali lipat (sekitar 104% lebih tinggi) dibandingkan dengan penggunaan kecepatan angin yang diturunkan dari data lokal untuk Jakarta.

Diagram pada Gambar 4 secara visual memperkuat perbedaan ekstrem pada gaya-gaya desain akibat penggunaan standar SNI dibandingkan dengan data lokal.

Tabel 2. Perbandingan Respons Struktur Global (Gedung 15 Lantai, Jakarta)

Parameter Respons Struktur	Skenario A (SNI 1727:2020, $V=41.1$ m/s)	Skenario B (Data-Driven, $V=28.9$ m/s)	Perbedaan (%)
Tekanan Angin Desain Puncak (p) (kN/m <sup>2</sup> )	1.10	0.54	+103.7
Gaya Geser Dasar (Base Shear) (kN)	~1,980	~972	+103.7
Momen Guling (Overturning Moment) (kNm)	~59,400	~29,160	+103.7

Sumber: Hasil Analisis Peneliti (2025).



Gambar 4. Perbandingan Gaya Geser Dasar dan Momen Guling Antara Skenario SNI dan Data-Driven

Sumber: Hasil Analisis Peneliti (2025).

### 3.3. Pembahasan

Temuan dari analisis kecepatan angin dan studi kasus respons struktur secara konsisten menunjukkan adanya potensi *over-design* yang signifikan akibat penggunaan rujukan beban angin dalam SNI 1727:2020. Kecepatan angin dasar tunggal yang tinggi untuk seluruh Indonesia, yang berasal dari HB 212-2002, ternyata jauh melebihi kecepatan angin desain probabilistik yang dihitung berdasarkan data historis di setidaknya dua kota besar yang dianalisis.

Perbedaan kecepatan angin yang mencapai lebih dari 40% di Jakarta berujung pada perbedaan lebih dari 100% pada gaya geser dasar dan momen guling. Implikasi dari perbedaan sebesar ini terhadap desain struktur sangatlah besar. Struktur yang dirancang berdasarkan beban angin SNI akan memiliki sistem penahan gaya lateral (seperti dinding geser atau rangka pengaku) dan elemen-elemen vertikal (kolom) yang jauh lebih besar dan lebih kuat dari yang mungkin

diperlukan berdasarkan risiko angin aktual di lokasi tersebut. Pondasi juga akan dirancang untuk menahan gaya angkat (*uplift*) dan momen yang jauh lebih besar.

Kondisi ini mengarah pada beberapa poin diskusi penting:

- *Over-design* yang signifikan berarti penggunaan material konstruksi (baja, beton) yang berlebihan. Hal ini tidak hanya meningkatkan biaya proyek secara substansial tetapi juga berkontribusi pada jejak karbon yang lebih tinggi dari industri konstruksi.
- Pendekatan "satu ukuran untuk semua" mengabaikan keragaman iklim mikro dan topografi di seluruh Indonesia, yang secara nyata mempengaruhi pola dan kecepatan angin.
- Standar modern seperti ASCE 7-22 mengadopsi pendekatan berbasis risiko dengan peta angin yang spesifik dan mempertimbangkan periode ulang yang berbeda untuk kategori risiko bangunan yang berbeda. SNI 1727:2020, meskipun mengadopsi banyak aspek dari ASCE 7, tertinggal dalam hal ini untuk beban angin.
- Hasil penelitian ini menggarisbawahi urgensi untuk mengembangkan Peta Angin Nasional Indonesia yang berbasis data meteorologi lokal yang komprehensif dan menggunakan metode analisis risiko probabilistik yang sesuai. Peta ini akan menjadi dasar yang lebih akurat dan efisien untuk penentuan beban angin desain.

Meskipun studi kasus ini berfokus pada gedung perkantoran di Jakarta, perbedaan yang signifikan pada kecepatan angin dasar di Makassar juga mengindikasikan potensi *over-design* di wilayah lain Indonesia. Penelitian lebih lanjut dengan cakupan geografis yang lebih luas dan studi kasus tipologi bangunan yang beragam diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap.

#### 4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menunjukkan bahwa SNI 1727:2020 menerapkan pendekatan konservatif dalam penentuan beban angin, yang menjamin tingkat keselamatan tinggi namun berpotensi menghasilkan desain yang kurang efisien. Berdasarkan analisis data meteorologi historis dari Jakarta (WIII) dan Makassar (WAAA), kecepatan angin desain hasil analisis probabilistik ditemukan 42,2% lebih rendah di Jakarta dan 18,5% lebih rendah di Makassar dibandingkan acuan SNI. Perbedaan ini menyebabkan kenaikan gaya geser dasar dan momen guling hingga lebih dari 100% pada studi kasus ketika menggunakan nilai acuan SNI, yang menegaskan adanya tingkat konservatif yang signifikan dalam standar tersebut.

Temuan ini mengindikasikan bahwa kalibrasi desain struktur dengan data risiko angin lokal dapat meningkatkan efisiensi material dan ekonomi tanpa mengurangi tingkat keselamatan yang ditetapkan. Oleh karena itu, disarankan pengembangan Peta Angin Nasional berbasis data meteorologi faktual sebagai langkah penyempurnaan terhadap SNI 1727:2020. Pendekatan ini

akan membantu mewujudkan desain bangunan yang lebih rasional, efisien, dan berkelanjutan di Indonesia.

Secara lebih luas, hasil penelitian ini juga menegaskan pentingnya integrasi antara standar nasional, data ilmiah lokal, dan praktik rekayasa berbasis risiko dalam pembaruan kode bangunan. Pendekatan berbasis data faktual seperti ini akan menjadi fondasi penting untuk meningkatkan keandalan dan daya saing infrastruktur Indonesia di era modernisasi teknik sipil yang semakin menuntut presisi dan efisiensi.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers. (2017). *ASCE/SEI 7-16: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*.
- American Society of Civil Engineers. (2022). *ASCE/SEI 7-22: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020: Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*.
- Gumbel, E. J. (1958). *Statistics of Extremes*. Columbia University Press.
- He, B., Quan, Y., Gu, M., & Chen, J. (2023). Correction of direction reduction factors of extreme wind speed considering the Ekman spiral in the wind load estimation of super high-rise buildings with heights of 400–800 m. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 32. <https://doi.org/10.1002/tal.2004>
- Lee, S. S., Kim, T. H., Seo, E., & Choi, S. (2019). Estimation Method for Wind Load of Building Using Spatial Information. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*. <https://doi.org/10.9798/kosham.2019.19.6.11>
- Mendis, P., Ngo, T., Haritos, N., Hira, A., Samali, B., & Cheung, J. (2007). Wind Loading on Tall Buildings. *Electronic Journal of Structural Engineering*. <https://doi.org/10.56748/ejse.641>
- Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. (2017). In *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers (ASCE). <https://doi.org/10.1061/9780784414248>
- NOAA National Centers for Environmental Information. (2025). *Global Summary of the Day (GSOD)*. <https://www.Ncei.Noaa.Gov/Products/Land-Based-Station/Global-Summary-of-the-Day>.
- Simiu, E. (2025). Estimation of Wind Effects on High-Rise Structures by the Global Load Effects and Database-Assisted Design Methods. *International Journal of Architectural Engineering Technology*. <https://doi.org/10.15377/2409-9821.2025.12.1>
- Simiu, E., & Scanlan, R. H. (1996). *Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design*. John Wiley & Sons.
- Song, L., Yu, Y., Yu, J., Wu, S., Jiandong, & Jin, Z. (2024). An Innovative Method for Wind Load Estimation in High-Rise Buildings Based on Green's Function. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math12111747>
- Standards Australia/Standards New Zealand. (2002). *HB 212-2002: A Guide to the Wind Loading Standard for Australia and New Zealand*.
- Wiguna, S., Kiky, C., & Meilano, I. (2021). Indonesia's wind hazard mapping and its comparison with the Indonesian National Standard (SNI 1727: 2013). *Journal of Natural Disasters*, 8(1), 1–10.