

PERTIMBANGAN BEBAN ANGIN DALAM REKA BENTUK STRUKTUR

Pengarang: Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt | 23 November, 2023

PENGENALAN

Beban angin merujuk kepada tekanan yang dikenakan angin kepada struktur. Secara umumnya, beban angin perlu dipertimbangkan untuk keselamatan dan keselesaan manusia. Struktur tinggi dan langsing sangat sensitif terhadap beban angin. Sekiranya daya-daya ini tidak diambil kira dengan betul, ianya boleh membawa kepada kegagalan struktur dan membahayakan nyawa manusia. Bencana 2013 di Pulau Pinang yang telah melibatkan Menara Umno menjadikan ia sebagai peringatan: Kejadian kilat besar memarah dari bahagian atas struktur 21 tingkat akibat ribut dan angin yang kuat, secara tragisnya telah menimbus seorang lelaki lalu lalang. Sebaliknya, getaran atau goyangan berlebihan disebabkan oleh beban angin boleh menyebabkan ketidakselesaan kepada penghuni, terutamanya di bangunan tinggi. Pertimbangan yang sewajarnya terhadap beban angin memastikan bahawa tindak balas bangunan terhadap angin berada dalam had yang boleh diterima untuk keselesaan manusia.

VARIASI BEBAN ANGIN

Beban angin berubah-ubah berdasarkan ketinggian struktur. Halaju angin pada aras tanah adalah minimum, tetapi sekiranya ketinggian bertambah, kelajuan angin meningkat mendadak. Oleh itu, semakin tinggi struktur, semakin penting untuk mengambil kira beban angin semasa reka bentuk dan analisis. Bagi struktur yang ketinggiannya kurang daripada 50 meter, pendekatan yang biasa digunakan ialah andaian kuasi-mantap. Kaedah ini menganggap bangunan itu kukuh dan teguh, dengan angin yang mengenakan daya sisi yang konsisten.

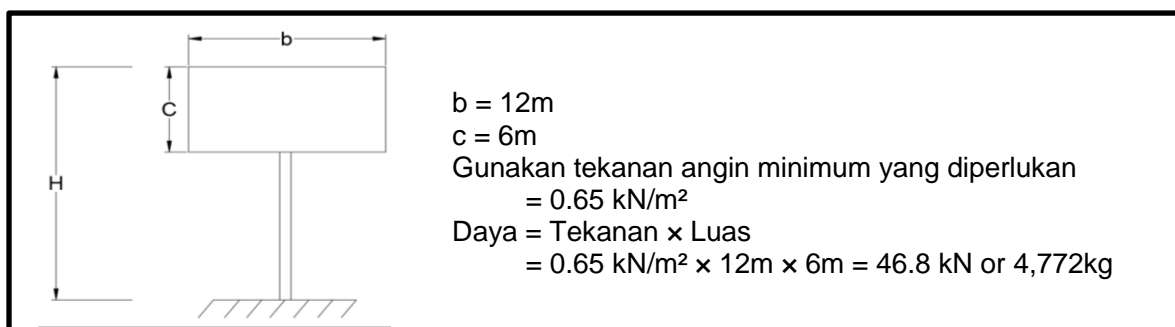
Di Malaysia, terdapat garis panduan khusus (MS1553:2002) untuk bangunan setinggi 200 meter dan jambatan dengan ketinggian yang serupa. Garis panduan ini membantu para profesional mengira kesan angin terhadap struktur tersebut. Ia mengambil kira faktor-faktor tempatan seperti lokasi, halaju angin, bahan binaan, dan spesifikasi reka bentuk. Walau bagaimanapun, penting untuk diingatkan bahawa garis panduan ini tidak sesuai untuk struktur marin, jambatan yang lebih besar, atau menara penghantaran ^[1].

Namun begitu, daya tahan minimum angin yang perlu dipertimbangkan dalam reka bentuk sistem utama hendaklah sekurang-kurangnya 0.65 kN/m^2 dikalikan dengan luas bangunan atau struktur seperti yang dilihat pada satah menegak berserenjang dengan arah angin.

APA YANG BERLAKU APABILA BEBAN ANGIN DIABAIKAN?

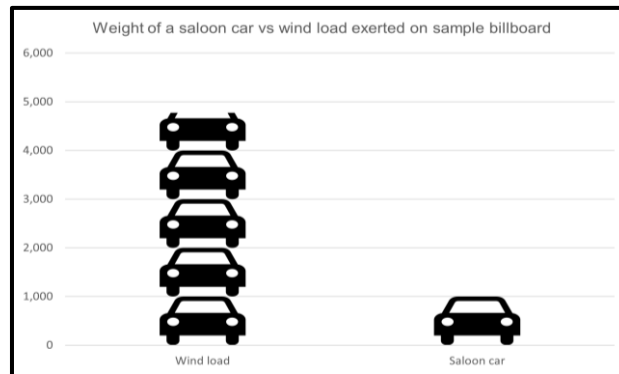
Dua contoh disediakan di bawah untuk menggambarkan bahaya amalan reka bentuk struktur tanpa mengambil kira beban angin.

1. Billboard



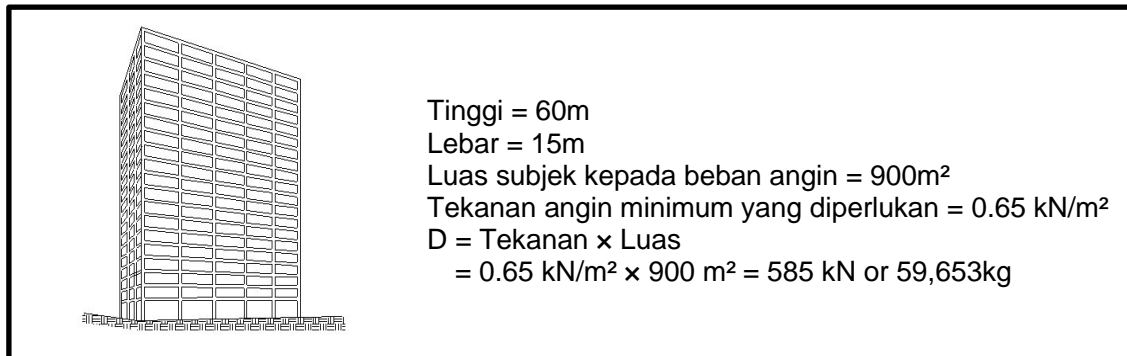
Rajah 1: Contoh Papan Iklan

Pengiraan ringkas ini menunjukkan bahawa - walaupun tekanan angin minimum dikenakan, beban angin sebanyak 4,772kg hampir bersamaan dengan sekitar 4.5 unit kereta salun (dianggap 1000kg).



Rajah 2: Visualisasi Beban Angin

2. Bangunan Pencakar Langit



Rajah 3: Contoh Bangunan Pencakar Langit ^[2]

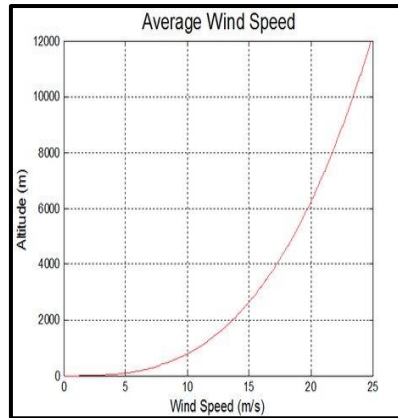
Pengiraan di atas telah dipermudahkan dan ianya tidaklah yang benar sepenuhnya, tetapi ia memberikan gambaran yang jelas bagaimana tekanan angin sederhana boleh mengenakan beban yang ketara, terutamanya pada bangunan tinggi. Jumlah keseluruhan beban angin adalah sebanyak 59,653 kg hampir sama dengan berat 60 unit kereta salun (dianggap 1000kg). Membina papan iklan atau struktur tinggi tanpa mengambil kira beban angin yang mencukupi boleh menyebabkan struktur itu direka bentuk dengan tidak teliti, dan ini boleh menyebabkan struktur terbalik terutamanya selepas angin kencang dan ribut petir.

FAKTOR MEMPENGARUHI BEBAN ANGIN

Jumlah beban angin yang dikenakan pada struktur termasuk tetapi tidak terhad kepada;

1. Kelajuan dan Halaju Angin

Pemangkin utama beban angin: Semakin laju angin, semakin tinggi daya dikenakan. Di samping kawasan kelajuan angin yang berbeza, kelajuan angin meningkat secara eksponen dengan ketinggian. Oleh itu, struktur yang lebih tinggi biasanya mengalami beban angin yang lebih tinggi.



Rajah 4: Purata Kelajuan Angin vs Ketinggian [3]

2. Bentuk dan Orientasi Struktur

Bentuk Aerodinamik: Struktur dengan bentuk yang licin dan bulat cenderung untuk melenturkan angin di sekelilingnya, mengakibatkan tekanan angin yang lebih rendah berbanding struktur dengan tepi tajam atau permukaan rata. Luas Hadapan: Bahagian struktur yang menghadap terus kepada angin (sisi arah angin) mengalami tekanan positif, manakala bahagian yang bertentangan (sisi lindung angin) mengalami tekanan negatif.

3. Rupa bumi dan persekitaran

Halangan seperti pokok, bukit, atau lain-lain bangunan boleh mengganggu aliran angin. Sebuah bangunan di dalam bandar yang padat mungkin mengalami beban angin yang lebih rendah berbanding di padang terbuka.

UJIAN TEROWONG ANGIN UNTUK BANGUNAN

Untuk struktur yang unik atau ikonik, dan selalunya untuk bangunan tinggi, pereka bentuk menggunakan ujian terowong angin. Ini kerana dalam kes sedemikian, kaedah analisis standard sering kali kekurangan ketepatan yang diperlukan. Dalam ujian ini, model skala bangunan tertakluk kepada aliran angin dalam persekitaran terkawal untuk mengukur tekanan dan pergerakan yang disebabkan oleh angin. Hasilnya kemudian digunakan untuk memperhalusi reka bentuk untuk memastikan keselamatan dan keselesaan [4].



Rajah 5: Terowong Angin 24ft RWDI © RWDI

KESIMPULAN

Pertimbangan beban angin adalah penting dalam reka bentuk struktur, terutamanya bagi struktur yang tinggi atau unik. Walaupun Malaysia secara umumnya mengalami angin kencang mengikut Jabatan Meteorologi Malaysia [5], adalah penting untuk kekal berwaspada dan mematuhi MS1553:2002 semasa mempertimbangkan beban angin dalam reka bentuk struktur.



Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt
CEO/ Pengasas
IPM Group

Rujukan:

[1] Malaysian Standard 1553:2002. Code of Practice on Wind Loading for Building Structure, Department of Standards Malaysia

[2] ESDEP (European Steel Design Education Programme). (n.d.). Lecture 14.15: Tall building design. ESDEP LECTURE NOTE [WG14]. Retrieved on 23rd November 2023 from <https://fgg-web.fgg.uni-lj.si/~pmoze/esdep/master/wg14/1500.htm>

[3] Chandrasekaran, Karthik. (2019). An Alternative Design Approach for a Lighter than Air Airborne Wind Turbine Generator System. 1-6. 10.1109/ICSCM46742.2019.9081819.

[4] Irwin, P., Denoon, R. & Scott, D. (2013). Wind Tunnel Testing of High-Rise Buildings: An Output of the CTBUH Wind Engineering Working Group. Council on Tall Buildings and Urban Habitat: Chicago.

[5] Ministry of Natural Resources, Environment & Climate Change. Official Website of Malaysian Meteorological Department. Retrieved on 23rd November 2023 from <https://www.met.gov.my/en/pendidikan/iklim-malaysia/#Wind%20Flow>

***This Malay translation is for reference only. If the meaning of the Malay translation is inconsistent with the original English version, the original English version shall prevail.*