Research

Penyelidik UMPSA bangunkan Terowong Angin Lapisan Sempadan Atmosfera pertama di Malaysia

Mon, 10/06/2025 - 16:08

PEKAN, 6 Oktober 2025 – Seorang penyelidik muda dari Fakulti Teknologi Kejuruteraan Mekanikal dan Automotif (FTKMA), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA), Ts. Dr. Nurizzatul Atikha Rahmat, 36, mencipta sejarah apabila berjaya membangunkan Boundary Layer Wind Tunnel (BLWT) berskala kecil dan modular pertama di Malaysia yang direka sepenuhnya secara in-house.

Kemudahan berteknologi tinggi ini dinamakan Small-Scale and Modular Quasi-Atmospheric Boundary Layer Wind Tunnel, sebuah fasiliti inovatif yang direka khas untuk memahami bagaimana aliran angin di sekeliling bangunan mempengaruhi keselesaan serta kesejahteraan penduduk bandar.

Ia juga digunakan untuk menilai tindak balas angin terhadap bangunan tinggi melalui analisis tekanan fasad (facade pressure).

Selain itu, kemudahan ini turut menyokong penyelidikan terhadap fenomena Urban Heat Island (UHI) dan pengudaraan semula jadi bandar bagi meningkatkan kualiti hidup, keselesaan terma dan kesejahteraan manusia di persekitaran bandar moden.

Bagi projek pencakar langit yang melebihi 200 meter, laporan ujian terowong angin amat penting bagi memastikan keselamatan struktur, keselesaan pejalan kaki, serta pematuhan terhadap piawaian teknikal antarabangsa.

Menurut penyelidik kelahiran Selangor ini, pembangunan BLWT tersebut tercetus daripada keperluan untuk menyediakan kemudahan ujian angin berskala kecil yang mampu meniru lapisan atmosfera sebenar dengan kos yang jauh lebih rendah berbanding fasiliti komersial berskala besar.

“Kajian kami mendapati aliran angin di sisi bangunan tinggi menghasilkan kelajuan yang meningkat secara mendadak (accelerated velocities) dalam lapisan atmosfera tempat manusia beraktiviti.

“Fenomena ini boleh menjejaskan keselamatan pejalan kaki, manakala aliran angin perlahan di bahagian belakang bangunan (wake flow) mampu bertahan sehingga beberapa kali tinggi bangunan.

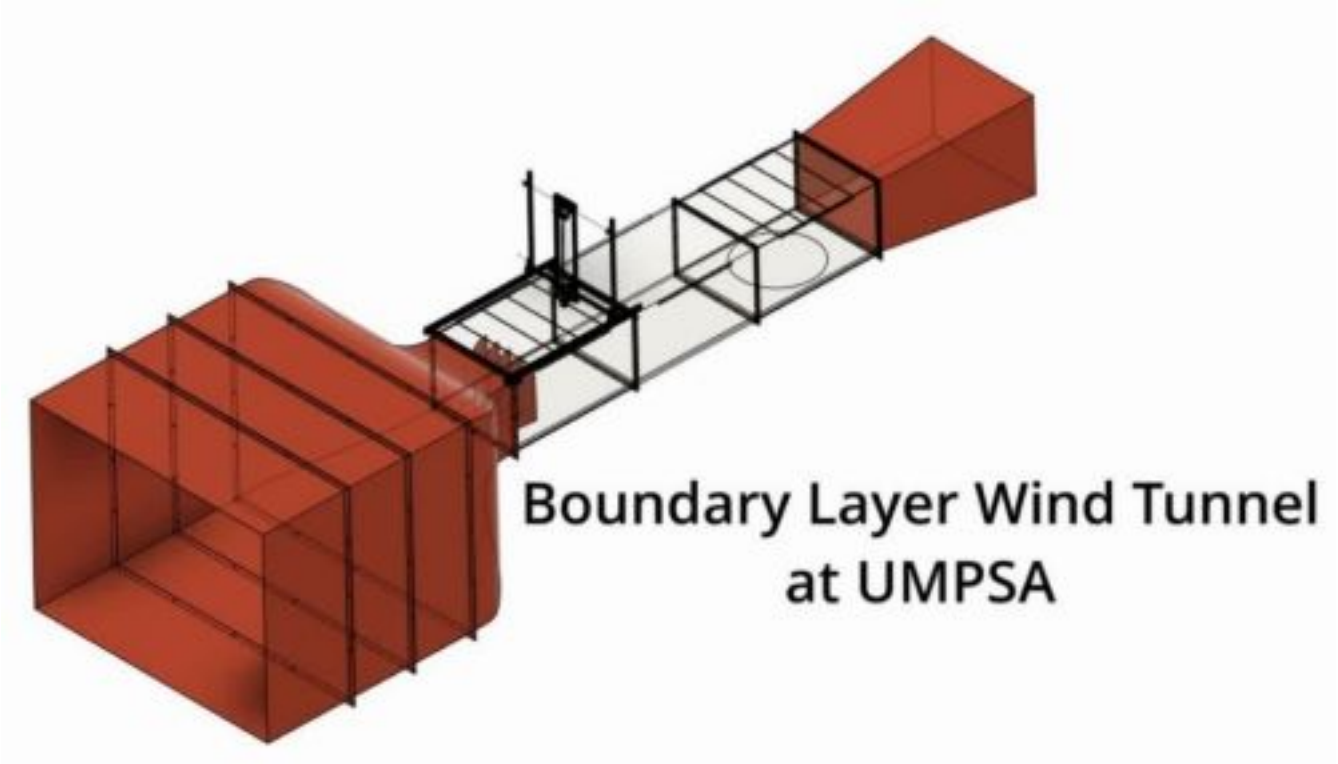
“Keadaan ini mengurangkan pengudaraan semula jadi serta meningkatkan kepekatan haba dan pencemar udara di kawasan sekitar, sekali gus menjadi antara punca utama fenomena UHI,” ujarnya.

Dr. Nurizzatul Atikha, yang berkelulusan Doktor Falsafah (Ph.D) dalam Kejuruteraan Tenaga dan Alam Sekitar dari Kyushu University, Jepun, menjelaskan bahawa pengalaman menjalankan eksperimen BLWT di sana menjadi sumber inspirasi untuk membangunkan kemudahan

seumpamanya di UMPSA sebaik sahaja beliau kembali ke tanah air.

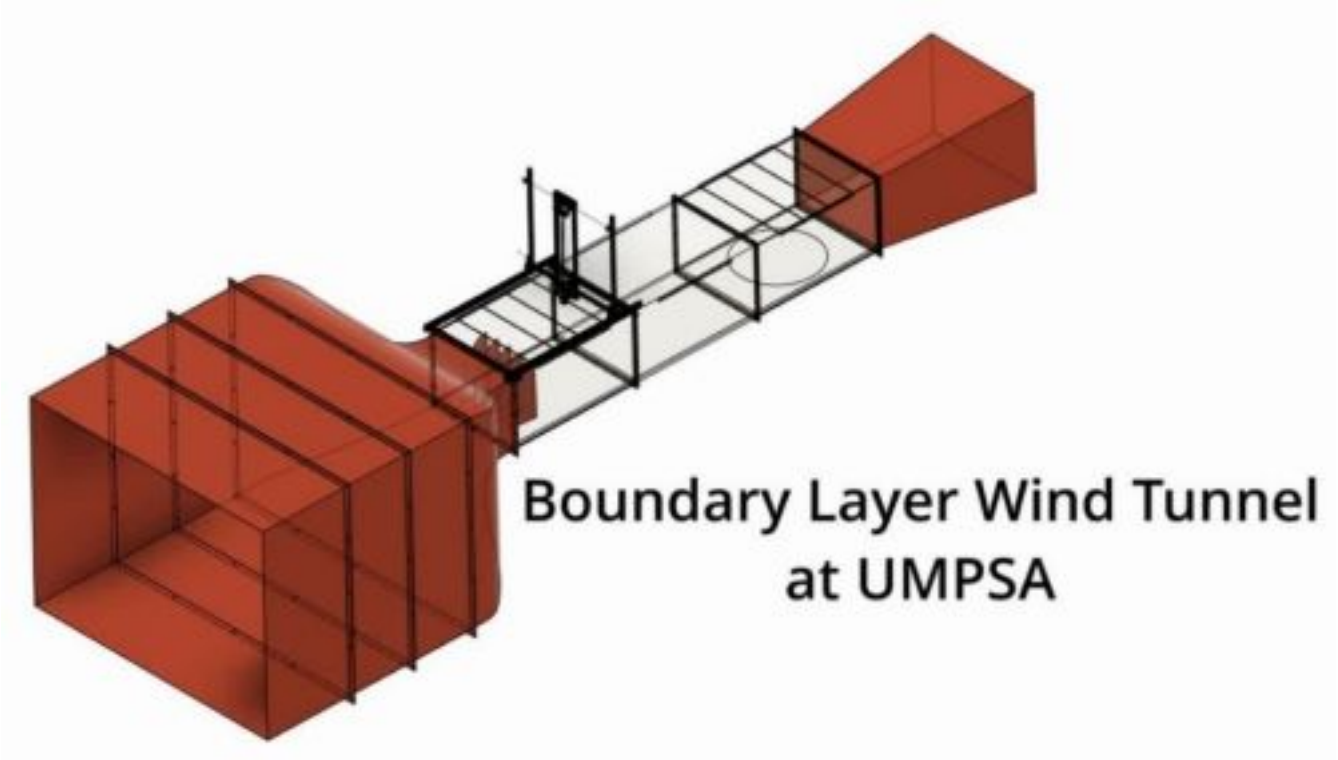
“Menyedari bahawa hanya terdapat dua fasiliti BLWT di Malaysia, satu bersifat akademik di Malaysia-Japan International Institute of Technology (MJIIT-UTM) dan satu lagi komersial di Kuala Lumpur, saya nekad membangunkan versi berskala kecil yang lebih mudah diakses oleh penyelidik dan pelajar,” jelasnya.

Dengan sokongan Geran Penyelidikan Fundamental (FRGS) 2019, yang diterima hanya empat bulan selepas beliau menyertai UMPSA, serta beberapa geran dalaman RDU UMPSA, beliau berjaya membangunkan dua unit BLWT, iaitu Quantitative BLWT dan Qualitative BLWT yang siap sepenuhnya pada tahun 2023.



Quantitative BLWT

Qualitative BLWT digunakan bagi visualisasi aliran angin menggunakan Enhanced Smoke Wire Technique, manakala Quantitative BLWT dilengkapi dengan hot-wire anemometer dan sistem traverse automatik berkejituan tinggi (0.1 mm) yang membolehkan profil halaju angin diperoleh dengan ketepatan tinggi.



Quantitative BLWT

Menariknya, inovasi sistem automatik ini dibangunkan sepenuhnya secara dalaman di UMPSA dengan kos sekitar RM300,000 hingga RM400,000, jauh lebih rendah berbanding sistem BLWT komersial yang dibeli terus dari luar negara, yang boleh mencecah harga antara RM1.5 hingga RM2 juta.

Kini katanya, BLWT ini digunakan dalam pelbagai penyelidikan termasuk penilaian keselesaan dan keselamatan pejalan kaki berdasarkan piawaian antarabangsa seperti Lawson, Davenport dan Melbourne, kajian tekanan fasad dan beban struktur bangunan tinggi, analisis pengudaraan semula jadi dan aliran udara bandar, serta simulasi penyebaran pencemar udara dan fenomena UHI.

“Pembangunan BLWT di UMPSA bukan sekadar kejayaan akademik, tetapi juga penyelesaian praktikal kepada cabaran sebenar industri pembinaan dan perancangan bandar.

“Ia membantu meramal impak angin sebelum pembinaan dilakukan, sekali gus meningkatkan keselamatan, keselesaan dan kecekapan reka bentuk ruang awam,” jelasnya.

Selain digunakan untuk penyelidikan dalaman, kemudahan ini turut menarik minat agensi luar seperti SIRIM QAS International Sdn. Bhd. untuk menjalinkan kerjasama strategik dalam bidang pengujian dan penetapan piawaian teknikal bangunan tinggi di Malaysia.

Sejak fasa awal pembinaannya, projek BLWT ini telah meraih pelbagai pengiktirafan di peringkat tempatan dan antarabangsa, antaranya Pingat Perak (CITREX 2024), Pingat Gangsa (CITREX 2023 dan 2022), lebih 12 penerbitan jurnal dan bab buku berindeks Scopus serta Web of Science (WoS), dan turut dianugerahkan Cendekia Bitara (Pingat Emas) bagi kategori penerbitan berindeks WoS.

Antara produk penyelidikan lain yang dihasilkan ialah pembangunan Enhanced Smoke Wire Technique untuk visualisasi aliran angin di sekeliling bangunan dalam kajian kualitatif BLWT.

Tambah beliau lagi, inovasi ini dibangunkan sepenuhnya dari awal (from scratch) menggunakan

komponen mudah seperti guitar tuner dan ladung pemberat memancing sebagai mekanisme penegang bagi penghasilan asap halus yang lebih pekat, berpanjangan dan stabil.

“Selain itu, kami turut mereka bentuk injap kawalan titisan automatik (automatic control dripping valve) menggunakan sistem pam bagi memastikan aliran water-based solution kekal konsisten berbanding kawalan manual yang digunakan oleh penyelidik terdahulu.

“Kaedah ini jauh lebih praktikal dan moden berbanding sistem konvensional dalam literatur.

“Gabungan kedua-dua inovasi ini bukan sahaja meningkatkan kejelasan visualisasi aliran dan konsistensi eksperimen, tetapi juga memperkukuh kebolehpercayaan data kualitatif dalam ujian BLWT,” katanya.

Ujar beliau, inovasi ini telah mendapat pengiktirafan akademik apabila hasilnya diterbitkan dalam jurnal berindeks tinggi (WoS), sekali gus membuktikan sumbangan penyelidikan ini di peringkat antarabangsa.

“Matlamat saya adalah untuk menjadikan UMPSA sebagai Pusat Rujukan Nasional dalam bidang Kejuruteraan Angin (Wind Engineering) dan industri pembinaan di Malaysia sama ada daripada aspek akademik mahupun industri.

“Melalui BLWT ini, kami dapat menyediakan data saintifik kepada pihak industri, kerajaan dan pihak berkuasa tempatan bagi membangunkan bandar yang lebih selamat, selesa dan berdaya tahan iklim.

“Dengan cara ini, kita bukan sahaja dapat melahirkan lebih ramai pakar tempatan (local experts) dalam bidang Kejuruteraan Angin dan persekitaran binaan, malah mengurangkan kebergantungan kepada fasiliti serta kepakaran luar negara, sekali gus memperkukuh keupayaan Malaysia sebagai peneraju serantau dalam bidang ini,” ujarnya mengakhiri perbualan.

Kejayaan ini menobatkan UMPSA sebagai antara universiti terkehadapan di Malaysia dalam penyelidikan Tenaga Angin dan Kejuruteraan Alam Sekitar.

Malah, ia turut membuktikan bahawa penyelidik tempatan mampu menghasilkan inovasi bertaraf dunia berasaskan kreativiti, kepakaran dan sumber tempatan yang cekap.

Oleh: Safriza Baharuddin, Pusat Komunikasi Korporat dan Hardyana Mohd Saman, Jabatan Penyelidikan dan Inovasi

- 263 views

View PDF