MARI

MULTIDISCIPLINARY APPLIED RESEARCH AND INNOVATION
e-ISSN: 2773-4773

Vol. 7 No. 3 (2026) 153-158
https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/mari

Reka Bentuk Model Bangunan Kediaman dengan Ciri-Ciri Ketahanan Terhadap Impak Banjir

Design of Residential Building Models with Flood Impact Resistance Features

Nik Irfan Syazwan Nik Soh[1], Nureen Hanani Mohd Fadzil[1], Hanee Farhanah Alimin[1], Salman Salim[1,2]*

[1] *Jabatan Kejuruteraan Awam, Pusat Pengajian Diploma*
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA
[2] *Spatial Technology for Civil Engineering, Pusat Pengajian Diploma*
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: salman@uthm.edu.my
DOI: https://doi.org/10.30880/mari.2026.07.03.019

Maklumat Artikel

Diserah: 01 September 2026
Diterima: 15 Oktober 2026
Diterbitkan: 01 Disember 2026

Kata Kunci

Banjir, bangunan kediaman, konkrit 'honeycomb', kestabilan struktur

Abstrak

Banjir merupakan bencana alam yang sering berlaku di Malaysia, terutamanya di kawasan Pantai Timur dan kawasan rendah yang berdekatan dengan sungai, menyebabkan kerosakan besar terhadap infrastruktur dan bangunan kediaman, serta memberi impak ekonomi yang signifikan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan reka bentuk bangunan kediaman yang tahan banjir menggunakan konkrit 'honeycomb' dan pelan rumah separuh bawah tanah untuk meningkatkan ketahanan dan keselamatan bangunan terhadap impak banjir. Keberkesanan reka bentuk ini akan diuji melalui simulasi banjir untuk menilai kestabilan struktur dan ketahanan keapungan rumah apabila terdedah kepada impak air. Kajian ini memberi tumpuan kepada kawasan berisiko tinggi banjir di Malaysia dan bertujuan untuk memberikan panduan praktikal kepada industri pembinaan dalam membangunkan bangunan yang lebih selamat dan berdaya tahan. Hasil akhir kajian ini diharapkan dapat menyumbang kepada pembangunan bangunan kediaman yang lebih selamat, mengurangkan kerosakan harta benda, dan meningkatkan keselamatan penghuni di kawasan berisiko banjir.

Keywords

Flood, residential building, honeycomb concrete, structural stability

Abstract

Flooding is a natural disaster that frequently occurs in Malaysia, particularly in the East Coast region and low-lying areas located near rivers. It causes significant damage to infrastructure and residential buildings and has considerable economic impacts. Therefore, this study aims to develop a flood-resistant residential building design using honeycomb concrete and a semi-underground house plan to enhance the building's resilience and safety against flood impacts. The effectiveness of the proposed design will be evaluated through flood simulations to assess the structural stability and buoyancy resistance of the house when

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license.

exposed to water forces. This study focuses on high flood-risk areas in Malaysia and aims to provide practical guidelines for the construction industry in developing safer and more resilient residential buildings. The final outcome of this study is expected to contribute to the development of safer residential buildings, reduce property damage, and improve occupant safety in flood-prone areas..

1. Pendahuluan

Penggunaan konkrit 'honeycomb' dikenal pasti sebagai bahan yang sesuai kerana reka bentuk berongganya mampu mengurangkan berat, meningkatkan daya apungan dan menyerap tekanan air secara efisien. Kajian terdahulu juga membuktikan bahawa struktur ini berprestasi baik dalam ujian impak dan mampatan, menjadikannya sesuai untuk pembinaan rumah terapung [1], [2]. Inovasi dalam teknologi ramalan dan pemetaan banjir seperti penggunaan model *deep learning* Long Short-Term Memory (LSTM) dan data UAV turut menyokong usaha mitigasi risiko bencana [3], [4]. Konsep rumah anti-banjir ini diperkukuh dengan kehadiran tiang panduan menegak yang memastikan rumah kekal stabil semasa terapung dan tidak hanyut [4]. Reka bentuk ini membolehkan rumah menyesuaikan diri secara automatik apabila berlaku limpahan air, menjadikannya penyelesaian praktikal untuk kawasan berisiko tinggi seperti Kelantan dan Terengganu. Asas rumah dibina menggunakan struktur konkrit 'honeycomb' (buoyant chambers) bagi menyokong sistem apungan semula jadi [5], [6].

Secara keseluruhan, penggunaan konkrit 'honeycomb' terbukti berkesan dalam membina rumah kediaman yang lebih selamat dan mampan. Struktur berongganya mampu menyuraikan tekanan air, memberikan keupayaan terapung, dan mengurangkan kos serta kesan terhadap alam sekitar [1], [2], [5]. Kajian ini menyokong pembangunan perumahan yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dan memberikan alternatif teknikal yang praktikal untuk komuniti di kawasan yang sering dilanda banjir [7], [4]. Kajian ini memberi tumpuan kepada isu banjir yang semakin serius di Malaysia, terutamanya di Kawasan rendah dan berhampiran sungai akibat perubahan iklim dan pembangunan pesat [7], [8]. Untuk menangani masalah ini, kajian mencadangkan pembangunan model rumah kediaman yang tahan banjir menggunakan asas konkrit jenis 'honeycomb' yang mampu terapung apabila paras air meningkat [9]. Model ini direka dengan ciri-ciri ketahanan terhadap impak air dan diuji melalui simulasi banjir fizikal bagi menilai kestabilan dan keupayaan terapungnya [10].

2. Metodologi

Kajian ini melibatkan pengiraan teori berkaitan daya apungan dan berat bangunan bagi memastikan struktur tersebut benar-benar mampu terapung secara berkesan semasa berlakunya banjir. Pendekatan kajian merangkumi dua komponen utama. Pertama ialah analisis daya apungan menggunakan prinsip Archimedes bagi menentukan keseimbangan antara daya apungan dan berat bangunan. Kedua, kajian turut menilai kekuatan struktur asas melalui reka bentuk konkrit 'honeycomb'. Keseluruhan proses kajian akan diperincikan melalui carta alir yang menggambarkan setiap peringkat pelaksanaan projek, bermula dari perancangan awal sehinggalah kepada ujian model berskala kecil dan analisis data yang diperoleh.

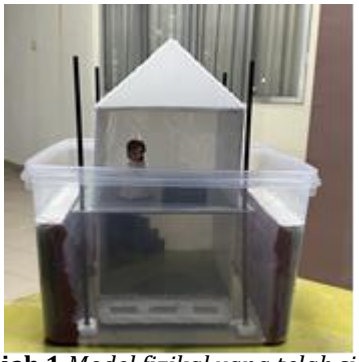
2.1 Reka Bentuk dan Pembinaan Model Fizikal Sebagai Representasi Konkrit Honeycomb

Dalam kajian ini, reka bentuk serta pembinaan model fizikal dijalankan bagi menghasilkan satu gambaran berskala terhadap struktur konkrit jenis 'honeycomb', yang berfungsi sebagai simulasi untuk menilai keberkesanan reka bentuk tersebut dalam konteks bangunan tahan banjir. Model ini dibina menggunakan bahan alternatif yang menyerupai sifat struktur konkrit sebenar, dengan penekanan terhadap elemen berongga yang bertujuan mengurangkan berat dan meningkatkan daya apungan. Proses pembinaannya melibatkan pemilihan bahan yang ringan namun cukup kukuh untuk meniru keupayaan struktur sebenar, dimana model ini kemudiannya akan digunakan bagi mengkaji tindak balas struktur terhadap air menggunakan prinsip 'Archimedes' bagi menilai kebolehan terapung ketika berlaku banjir. Penggunaan model berskala ini membolehkan reka bentuk yang dicadangkan diuji secara visual dan teknikal, seterusnya memberi gambaran lebih tepat tentang potensi prestasinya dalam situasi sebenar. Selain bertujuan sebagai alat eksperimen, pembinaan model fizikal ini juga berperanan sebagai pemahaman yang lebih mendalam terhadap kesan reka bentuk 'honeycomb' terhadap kekuatan dan kestabilan struktur apabila terdedah kepada keadaan banjir.

2.2 Hasil Model Fizikal

Model fizikal yang telah siap adalah seperti di dalam Rajah 1.

Multidisciplinary Applied Research and Innovation Vol. 7 No. 3 (2026) p. 153-158



Rajah 1 *Model fizikal yang telah siap*

2.3 Data ukuran model dan ukuran sebenar

Model fizikal rumah terapung telah dibina menggunakan bahan ringan untuk menggambarkan struktur konkrit 'honeycomb' dan elemen asas rumah sebenar. Skala model yang digunakan dalam kajian ini ialah 1 : 25 . Setiap 1 unit panjang pada model mewakili 25 unit panjang pada struktur sebenar. Oleh kerana ukuran model dinyatakan dalam milimeter (mm), maka setiap 1 mm pada model bersamaan dengan 25 mm atau kira-kira 0.082 kaki (25 mm ÷ 304.8). Sebagai contoh, jika panjang asas rumah dalam model ialah 200 mm, maka saiz sebenarnya ialah 200 × 25 = 5000 mm, bersamaan kira-kira 16.4 kaki. Jadual 1 menunjukkan perbandingan saiz antara model dan saiz sebenar bagi komponen utama rumah terapung berdasarkan skala 1:25, dengan ukuran sebenar dinyatakan dalam unit kaki (ft) seperti yang biasa digunakan dalam bidang pembinaan.

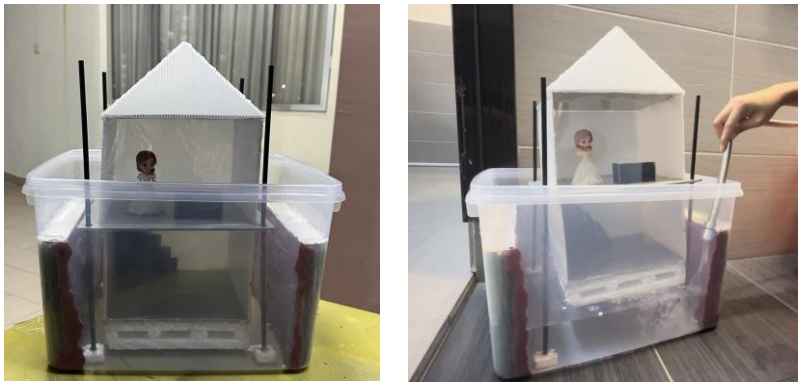
Jadual 1 *Perbandingan saiz model dan saiz sebenar sebuah rumah*

Komponen	Ukuran Model (mm)	Ukuran Sebenar (ft)
Asas Rumah (Konkrit '*Honeycomb*')	200 x 200 x 30	16.4 x 16.4 x 2.5
Ketinggian Dinding Ruang Bawah	130	10.7
Ketinggian Dinding Ruang Atas	130	10.7
Bumbung Tengah	80	6.6
Panjang Cerun Bumbung	128	10.5

3. Hasil dan Pemerhatian Pembinaan Model Fizikal

Model fizikal rumah terapung telah berjaya dibina berdasarkan reka bentuk yang telah dirancang. Model ini dibina menggunakan bahan ringan seperti polisterin dan kadbod bagi mewakili struktur asas konkrit jenis 'honeycomb'. Model ini telah dibina melalui beberapa peringkat utama. Pertama, asas rumah dibina secara rata di dasar menggunakan bahan terapung ringan bagi mewakili struktur konkrit 'honeycomb'. Seterusnya, dinding bawah dan dinding atas dipasang menggunakan bahan kadbod keras yang dipotong mengikut dimensi model. Akhir sekali, bumbung direka dalam bentuk cerun menggunakan bahan polisterin bagi mengekalkan nisbah bentuk rumah sebenar secara tepat dalam skala 1 : 25. Model ini kemudian diuji dalam bekas berisi air bagi memerhati kestabilan dan keupayaan terapung. Rajah 2 menunjukkan perincian gambar model.

Pemerhatian semasa ujian menunjukkan bahawa model rumah terapung berada dalam keadaan stabil apabila diletakkan di dalam air. Tiada bahagian struktur yang tenggelam sepenuhnya atau terbalik semasa ujian dijalankan. Bahagian bumbung dan dinding atas kekal kering serta berada di atas paras air sepanjang tempoh ujian. Ini membuktikan bahawa reka bentuk asas konkrit 'honeycomb' yang digunakan mampu menghasilkan daya apungan yang mencukupi untuk menampung struktur rumah sebenar dalam lingkungan berat antara 10 hingga 15 tan.



(a) **(b)**

Rajah 2 *(a) Hasil fizikal rumah terapung (skala 1 : 25); (b) ujian keapungan model fizikal*

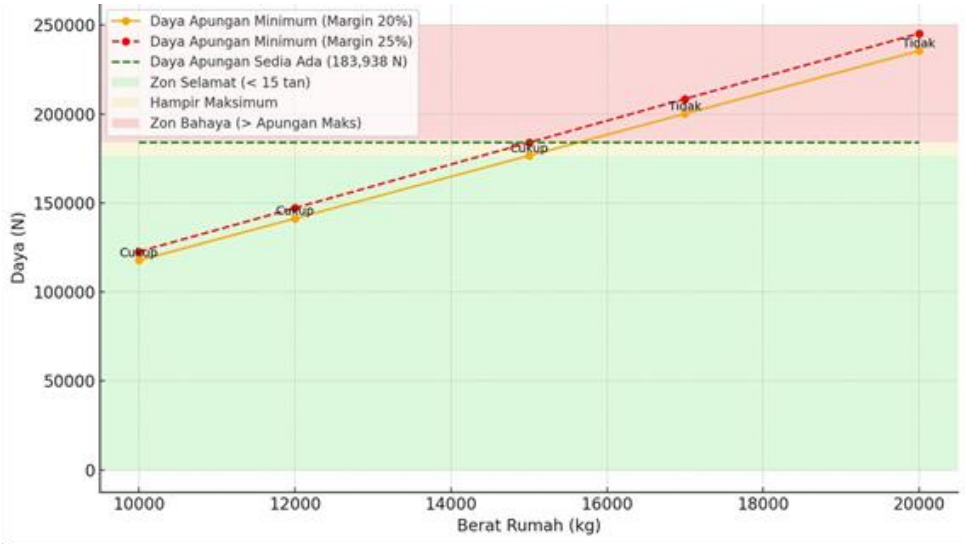
3.1 Perbandingan Data dan Analisis

Bahagian ini membandingkan hasil pengiraan daya apungan struktur dengan pelbagai senario berat rumah sebenar untuk menilai keberkesanan reka bentuk asas konkrit honeycomb bersaiz 5000 mm × 5000 mm × 750 mm (isipadu: 18,750,000 mm^3) dalam menampung beban dengan selamat, termasuk margin keselamatan sebanyak 20%. Analisis menunjukkan julat berat rumah yang masih boleh ditampung serta had maksimum berat rumah yang sesuai dengan reka bentuk asas terapung. Klasifikasi "Cukup" diberikan apabila daya apungan sedia ada lebih besar atau sama dengan daya apungan minimum yang diperlukan (termasuk margin keselamatan), "Hampir Maksimum" jika nilainya hampir sama, dan "Tidak" apabila daya apungan sedia ada tidak mencukupi. Jadual 2 menunjukkan perbandingan antara berat rumah sebenar, daya apungan minimum, dan daya apungan sedia ada, dengan semua nilai ditunjukkan dalam unit mm dan Newton (N) secara seragam.

Jadual 2 *Perbandingan daya apungan dan berat rumah sebenar*

Berat Rumah (kg)	Berat (N)	Daya Apungan Minimum (N)	Isipadu Minimum Diperlukan (m2)	Daya Apungan Sedia Ada (N)	Mencukupi atau Tidak?
10,000	98,100	117,720	12.00	183,938	Ya
12,000	117,720	141,264	14.40	183,938	Ya
15,000	147,150	176,580	18.00	183,938	Hampir Maksimum
17,000	166,770	200,124	20.40	183,938	Tidak
20,000	196,200	235,440	24.00	183,938	Tidak

Berdasarkan analisis, penilaian "cukup" atau "tidak" bagi daya apungan ditentukan dengan membandingkan daya apungan sedia ada dengan berat rumah sebenar. Jika daya apungan melebihi berat rumah dengan margin sekurang-kurangnya 10%, ia diklasifikasikan sebagai "Cukup". Jika kurang, ia dianggap "Hampir Maksimum" atau "Tidak", bergantung pada beza nilai tersebut. Reka bentuk asas sedia ada adalah sesuai untuk rumah jenis ringan sehingga 15 tan, seperti rumah satu tingkat berstruktur ringan. Untuk rumah dengan berat melebihi 15 tan, daya apungan yang dihasilkan oleh asas sedia ada (18.75 m^3) tidak lagi mencukupi. Oleh itu, bagi menampung berat yang lebih besar (seperti rumah 20 tan ke atas), asas konkrit 'honeycomb' perlu diperbesar dari segi dimensi sebenar sama ada panjang, lebar atau ketebalan supaya dapat menjana daya apungan tambahan yang mencukupi. Penyesuaian ini perlu dibuat pada reka bentuk struktur sebenar dan tidak melibatkan perubahan skala model fizikal yang digunakan dalam kajian ini. Rajah 3 menunjukkan graf perbandingan daya apungan dan berat rumah sebenar dengan margin keselamatan.



Rajah 3 *Graf perbandingan daya apungan dan berat rumah sebenar dengan margin keselamatan*

4. Kesimpulan

Kajian ini dijalankan bagi membangunkan reka bentuk rumah kediaman yang tahan banjir, khususnya untuk kawasan berisiko tinggi seperti Pantai Timur dan kawasan rendah berhampiran sungai di Malaysia. Kekerapan banjir yang menyebabkan kerosakan kepada harta benda dan memberi kesan ekonomi yang besar menjadi dorongan utama kajian ini. Antara cadangan utama ialah penggunaan struktur konkrit jenis 'honeycomb' dan pelan rumah separuh bawah tanah untuk meningkatkan ketahanan terhadap banjir. Reka bentuk rumah ini dirancang agar mampu terapung apabila berlaku kenaikan paras air, dengan bantuan sistem saliran yang baik dan lantai rumah yang ditinggikan. Keupayaan reka bentuk ini diuji melalui simulasi banjir bagi menilai kestabilan dan daya apungannya. Hasil kajian menunjukkan struktur konkrit 'honeycomb' memberikan daya apungan yang mencukupi untuk menyokong keseluruhan berat rumah, sekaligus memastikan kestabilan ketika banjir berlaku. Ini membuktikan bahawa bahan ini sesuai digunakan dalam sistem pembinaan rumah terapung yang kukuh dan selamat. Secara keseluruhannya, pendekatan ini bukan sahaja menawarkan alternatif pembinaan yang lebih tahan banjir, malah bersifat lestari dan kos efektif. Reka bentuk yang dicadangkan turut mengutamakan aspek ketahanan jangka panjang melalui teknik 'wet-proofing' dan sistem pengudaraan, serta berpotensi mengurangkan kerosakan dan kos pembaikan selepas banjir. Kajian ini diharap dapat membantu meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan penduduk di kawasan yang terdedah kepada risiko banjir.

Penghargaan

Para penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) atas penyediaan kemudahan, sumber, dan bantuan yang diperlukan bagi kajian ini.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: ***konsepsi dan reka bentuk kajian:*** *Nik Irfan Syazwan Nik Soh, Nureen Hanani Mohd Fadzil, Hanee Farhanah Alimin;* ***pengumpulan data****: Nik Irfan Syazwan Nik Soh, Nureen Hanani Mohd Fadzil, Hanee Farhanah Alimin;* ***analisis dan interpretasi hasil****: Nik Irfan Syazwan Nik Soh, Nureen Hanani Mohd Fadzil, Hanee Farhanah Alimin,;* ***penyediaan draf manuskrip****: Nik Irfan Syazwan Nik Soh, Nureen Hanani Mohd Fadzil, Hanee Farhanah Alimin and Salman Salim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.Penulis mengesahkan tanggungjawab tunggal untuk perkara berikut: konsepsi dan reka bentuk kajian, pengumpulan data, analisis dan interpretasi hasil, serta penyediaan manuskrip.*

Rujukan

[1] S. Wang, Y. Wang, F. Yu, Y. Yang, Z. Huang, and Y. Ding, "*Evaluation of in-plane crushing performance of printed randomly polymeric honeycombs filled with foamed concrete*," Construction and Building Materials, vol. 310, Art. no. 125291, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.125291

[2] H. Zhou, K. Jia, X. Wang, M.-X. Xiong, and Y. Wang, "*Experimental and numerical investigation of low velocity impact response of foam concrete filled auxetic honeycombs*," Thin-Walled Structures, vol. 154, Art. no. 106898, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.tws.2020.106898.

[3] A. Faruq, H. P. Arsa, S. F. M. Hussein, C. M. C. Razali, A. Marto, and S. S. Abdullah, "*Deep learning-based forecast and warning of floods in Klang River, Malaysia*," Ingénierie des Systèmes d'Information, vol. 25, no. 3, pp. 365–370, Jun. 2020, doi: 10.18280/isi.250311.

[4] H. S. Lim, C. Y. Wong, and C. H. Tan, "*Community resilience in the design of flood-proof housing in Southeast Asia*," International Journal of Disaster Risk Reduction, vol. 90, May 2023.

[5] A. Mackin, Z. Hanoun, J. Migliorino, A. M. A. Ahmed, and I. M. Mantawy, "*Multi-functional additively constructed honeycomb walls for housing and sheltering*," Construction and Building Materials, vol. 452, Art. no. 138941, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.138941.

[6] M. Chen, M. Zou, L. Zhu, M. J. Ouyang, Q. Liang, and W. Zhao, "*A fully coupled time domain model capturing nonlinear dynamics of float-over deck installation*," Ocean Engineering, vol. 293, Art. no. 116721, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.oceaneng.2024.116721.

[7] A. Singh, P. Sharma, K. L., and V. Kumar, "*Design and analysis of flood resisting residential building: A case study in Malappuram-Kerala*," Journal of Engineering Research, 2022, doi: 10.36909/jer.ACMM.16299.

[8] D. D'Ayala, K. Wang, Y. Yan, H. Smith, A. Massam, V. Filipova, and J. J. Pereira, "*Flood vulnerability and risk assessment of urban traditional buildings in a heritage district of Kuala Lumpur, Malaysia*," Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 20, no. 8, pp. 2221–2241, 2020, doi: 10.5194/nhess-20-2221-2020.

[9] Ł. Piątek and M. Wojnowska-Heciak, "*Multicase study comparison of different types of flood-resilient buildings (elevated, amphibious, and floating) at the Vistula River in Warsaw, Poland*," Sustainability, vol. 12, no. 22, Art. no. 9725, 2020, doi: 10.3390/su12229725.

[10] J. He, Y. Qiang, H. Luo, S. Zhou, and L. Zhang, "*A stress test of urban system flooding upon extreme rainstorms in Hong Kong*," Journal of Hydrology, vol. 597, Art. no. 125713, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125713.