POLICY BRIEF

Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST, MT, IPU
Universitas Islam Sultan Agung

PLATFORM APUNG BERBAHAN *STYROFOAM* UNTUK RUMAH APUNG LAYAK HUNI : SOLUSI ADAPTIF DI KAWASAN TERDAMPAK BANJIR ROB

Ringkasan Eksekutif

Banjir rob dan pasang surut air laut menimbulkan tantangan serius bagi permukiman pesisir di Jawa Tengah. Adaptasi harus dilakukan agar masyarakat tetap dapat tinggal di kawasan terdampak kenaikan air laut. Diperlukan model hunian adaptif yang lebih inovatif, agar mampu beradaptasi dengan kenaikan muka air laut/rob. Salah satunya adalah penggunaan rumah apung (*floating house*). Penelitian ini sejalan dengan program Pemerintah Provinsi Jawa Tengah yang mendorong pembangunan rumah apung bagi masyarakat terdampak banjir rob di Kabupaten Demak, Pekalongan dan wilayah pesisir lain. Rumah apung dipandang sebagai solusi adaptif untuk menyediakan permukiman layak huni di kawasan pesisir yang sering terendam air laut. *Platform* apung merupakan bagian penting dari rumah apung, sebagai struktur pengganti pondasi yang berfungsi menopang bangunan agar dapat mengapung di atas permukaan air. Penggunaan *platform* ini ditujukan untuk mengantisipasi pasang surut air laut, sehingga posisi bangunan dapat menyesuaikan elevasi muka air secara dinamis. Rumah apung yang telah dibangun oleh Provinsi Jawa Tengah di Kabupaten Demak, menggunakan material *platform* apung berbahan drum plastik. Material tersebut memiliki keterbatasan dari sisi keawetan, kestabilan dan kenyamanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan hunian adaptif di kawasan terdampak rob dengan inovasi *platform* apung yang memiliki karakteristik tahan terhadap air asin atau payau, tidak mudah berkarat, awet, mudah diperoleh di pasaran serta memiliki daya apung tinggi dan stabilitas yang baik. Penelitian ini mengusulkan penggunaan panel *styrofoam* yang dilapisi dengan beton ringan bercampur butiran *styrofoam*. Prototipe *platform* apung kemudian diuji melalui serangkaian pengujian meliputi daya apung, kapasitas beban, dan stabilitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe *platform* apung (6,12 m x 5,12 m x 0,68 m) berbahan *styrofoam* dengan lapisan beton ringan, mampu menahan total beban mati dan beban hidup mencapai 7.194,62 kg, dengan kondisi tenggelam rata-rata 0,263 m dan sisa tinggi *platform* di atas permukaan air sebesar 0,417 m, kondisi *platform* relatif tetap stabil. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan panel *styrofoam* berlapis beton ringan sebagai material *platform* rumah apung, menunjukkan potensi/layak untuk tahap *pilot project*, karena terbukti lebih awet, lebih nyaman karena kestabilannya, dan memiliki daya apung tinggi dibandingkan material drum plastik. Penelitian ini juga telah mengimplementasikan *platform* apung tersebut menjadi model rumah apung/prototipe skala riil di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Namun, masih diperlukan pengujian di lokasi riil untuk pengamatan dan pengujian pada jangka panjang.

Berdasarkan hasil penelitian, *policy brief* ini merekomendasikan bahwa Jawa Tengah perlu mengembangkan rumah apung sebagai salah satu opsi adaptasi permukiman pesisir melalui *pilot project* rumah apung dengan *platform styrofoam* berlapis beton ringan yang memenuhi persyaratan keselamatan, durabilitas, kelayakan ekonomi, dan penerimaan masyarakat.

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Jawa Tengah, mengalami degradasi yang signifikan akibat dampak perubahan iklim, terutama peningkatan muka air laut dan abrasi pantai. Pergeseran garis pantai ke arah daratan menyebabkan gelombang laut semakin sering mencapai kawasan permukiman, sehingga menimbulkan kerusakan pada bangunan dan infrastruktur di sekitar pantai. Kondisi ini berdampak langsung terhadap aktivitas sosial-ekonomi masyarakat pesisir dan memperburuk kualitas permukiman. Untuk mempertahankan keberlanjutan kehidupan di wilayah pesisir, diperlukan strategi adaptasi yang memungkinkan masyarakat

tetap tinggal di kawasan yang terpengaruh kenaikan muka air laut. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Jawa Tengah 2025–2029 menempatkan kawasan pesisir sebagai prioritas utama penanganan, khususnya wilayah yang terdampak banjir rob mulai dari Sayung hingga Pekalongan. Secara makro, tercatat total warga terdampak rob di sepanjang jalur Pantura Jateng mencapai lebih dari 1 juta jiwa yang tersebar di 144 desa/kelurahan di 9 kabupaten/kota. Khusus di wilayah pesisir Demak tercatat sekitar 15.000 Kepala Keluarga (KK) di sedikitnya 20 desa terdampak langsung oleh genangan rob. Sementara pemukiman ekstrem seperti Desa Timbulsloko kini tersisa sekitar 100 KK yang bertahan di tengah kepungan air.

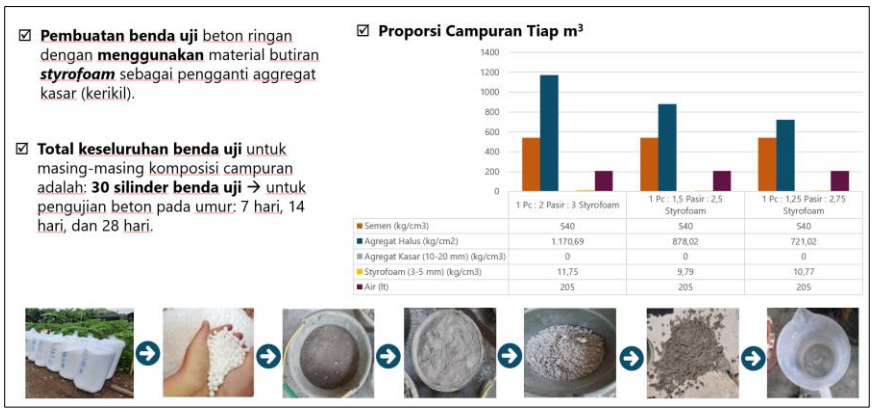
Dalam konteks kebijakan adaptasi, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah secara konsisten melaksanakan program pembangunan rumah apung bagi masyarakat yang terdampak banjir rob, terutama di pesisir Kabupaten Demak. Rumah apung dipandang sebagai solusi adaptif untuk mengatasi permasalahan permukiman layak huni di kawasan pesisir yang kerap terendam air laut, dengan fokus implementasi di Desa Timbulsloko dan Desa Bedono, Kecamatan Sayung. Pada tahun 2026, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah menargetkan pembangunan 20 unit rumah apung tambahan, terdiri atas 19 unit di Desa Timbulsloko dan 1 unit di Desa Bedono. Dari jumlah tersebut, 17 unit didanai melalui APBD Provinsi Jawa Tengah.

Rumah apung merupakan bentuk konstruksi adaptif yang memungkinkan bangunan berdiri di atas permukaan air dengan memanfaatkan sistem pondasi atau *platform* apung sebagai penopang utama. Daya apung diperoleh dari rancangan struktur yang mampu menahan beban bangunan dan aktivitas di atasnya. Material yang digunakan dalam konstruksi apung harus memiliki karakteristik tahan terhadap air asin atau payau, tidak mudah berkarat, memiliki umur pakai panjang, mudah diperoleh di pasaran, serta memiliki daya apung tinggi untuk menjamin kestabilan, kenyamanan dan keamanan bangunan. Platform rumah apung yang dibangun di pesisir Kabupaten Demak, menggunakan drum plastik dengan pengikat antar drum menggunakan kayu. Drum plastik standar (seperti drum bekas zat aditif atau bahan kimia) umumnya hanya bertahan sekitar 5–10 tahun karena rentan terhadap degradasi sinar ultraviolet (UV). Keawetan pondasi ini sangat bergantung pada material rangka pengikatnya. Jika menggunakan kayu biasa atau tali ikat yang mudah lapuk, struktur akan rusak jauh sebelum drum plastiknya. Berdasarkan hal tersebut, drum plastik sebagai *platform* rumah apung, memiliki keterbatasan dari aspek keawetan, estetika, dan kestabilan struktur. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mendapatkan alternatif material *platform* apung yang mampu mengatasi kelemahan tersebut. Penelitian ini mengembangkan prototipe *platform* apung berbahan panel *styrofoam* yang dilapisi beton ringan dengan campuran butiran *styrofoam*. Pengujian dilakukan terhadap daya apung, kapasitas beban, dan stabilitas struktur untuk menilai kinerja material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *styrofoam* berlapis beton ringan memiliki performa yang baik dan memiliki potensi untuk diimplementasikan sebagai material *platform* rumah apung, karena mampu memberikan kestabilan dan daya apung yang lebih baik.

DESKRIPSI MASALAH

Bangunan apung yang telah dikembangkan di kawasan pesisir umumnya memanfaatkan *plastic barrel* sebagai komponen utama platform. Tim peneliti telah melakukan serangkaian eksperimen dengan berbagai material alternatif, yaitu bambu, pipa PVC, dan *plastic barrel*. Masing-masing material menunjukkan keterbatasan dari segi keawetan, kestabilan, daya apung, serta efisiensi biaya. Pada penelitian dengan platform berbahan *plastic barrel*, ditemukan bahwa dalam kurun waktu enam bulan, material tersebut mengalami degradasi struktural akibat paparan air laut. Proses perendaman menyebabkan plastik terurai menjadi mikroplastik yang berpotensi dikonsumsi oleh zooplankton, sehingga terjadi kebocoran dan penurunan kestabilan platform.

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan platform apung berbasis panel *styrofoam* yang dilapisi beton ringan. Beton ringan diformulasikan dengan campuran pasir, kerikil, butiran *styrofoam,* dan semen, sehingga menghasilkan struktur yang memiliki daya apung tinggi, ketahanan terhadap air asin, dan umur pakai lebih panjang. Prototipe *platform* apung yang dikembangkan memiliki dimensi 6,12 × 5,12 × 0,68 meter, dengan lapisan pelindung berupa panel beton ringan. Variasi komposisi campuran beton ringan yang diuji meliputi: 1 Pc: 2 Pasir: 3 *styrofoam*, 1 Pc : 1,5 Pasir : 2,5 *styrofoam* dan 1 Pc : 1,25 Pasir : 2,75 *styrofoam*. Untuk setiap variasi campuran, dibuat 30 silinder benda uji yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari guna mengevaluasi karakteristik mekanik dan ketahanan beton ringan terhadap lingkungan laut.



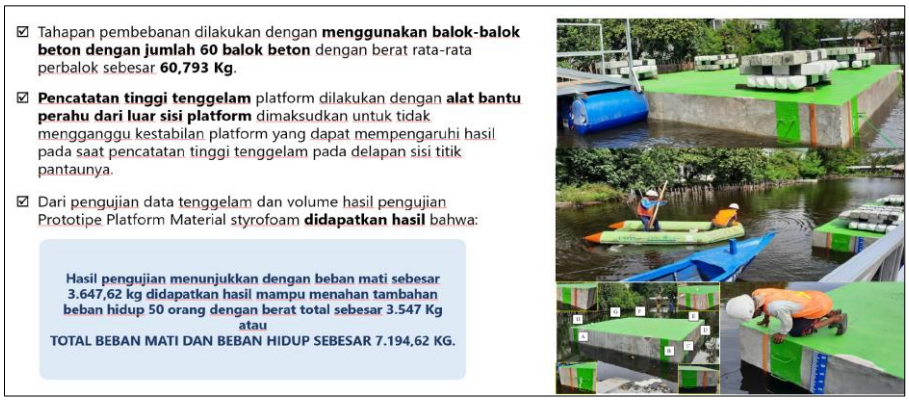
Gambar 1. Pembuatan Benda Uji Beton Ringan

Berdasarkan hasil penelitian, variasi campuran beton ringan dengan komposisi 1 Pc : 2 Pasir : 3 Styrofoam merupakan komposisi terbaik, karena menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 85,67 kg/cm². Penggunaan beton ringan pada platform apung juga memberikan keuntungan dari sisi efisiensi berat. Temuan ini menunjukkan bahwa beton ringan berbahan campuran *styrofoam* tidak hanya meningkatkan kinerja mekanik, tetapi juga mengurangi berat total struktur, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi *platform* apung yang membutuhkan daya apung tinggi dan stabilitas optimal.



Gambar 2. Proses Pembuatan Prototipe Platform Apung Berbahan Styrofoam

Penelitian dilanjutkan dengan membuat prototipe *platform* apung ukuran (6,12 m x 5,12 m x 0,68 m). Hasil uji kapasitas beban memperlihatkan bahwa platform tersebut mampu menahan beban mati sebesar 3.647,62 kg, dan beban hidup tambahan sebesar 3.547 kg, sehingga total beban yang dapat ditahan mencapai 7.194,62 kg, dengan kondisi *platform* tetap relatif stabil, dengan kondisi tenggelam rata-rata 0,263 m dan sisa tinggi *platform* di atas permukaan air sebesar 0,417 m. Nilai kestabilan Fa/G pada *platfoam stryrofoam* berlapis beton ringan adalah 3,01 lebih tinggi dibanding dengan beton normal yang hanya 2,01. Tinggi matasentrum adalah 16,531 > 0 sehingga *platform styrofoam* berlapis beton ringan dalam kondisi stabil dan layak untuk digunakan.



Gambar 3. Proses Pengujian Gaya Apung dan Kapasitas Beban *Platform*

Sebagai tindak lanjut dari pengembangan *platform* apung berbahan *styrofoam* berlapis beton ringan, penelitian ini merealisasi sebuah prototipe rumah apung skala riil, dengan dimensi 6,12 × 5,12 meter. Struktur atas bangunan menggunakan material kayu, yang dipilih berdasarkan pertimbangan daya tahan serta nilai estetika, sehingga diharapkan mampu memberikan keunggulan fungsional sekaligus visual bagi bangunan apung. Prototipe rumah apung ini berada di polder Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Secara analisis biaya, pembuatan satu unit rumah apung dengan pondasi drum plastik di Kabupaten Demak (seperti Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung) berkisar antara Rp 50.000.000,00 hingga Rp100.000.000,00 lebih, tergantung pada ukuran dan material atas yang digunakan. Sedangkan prototipe rumah apung dalam penelitian ini, memerlukan biaya sebesar Rp 107.950.000,00. Meskipun terdapat selisih biaya sedikit lebih besar, namun memiliki keunggulan dari aspek kestabilan, estetika dan daya apung yang lebih baik.



Gambar 4. Perspektif dan Realisasi Model Rumah Apung

Untuk mendukung prinsip keberlanjutan, kebutuhan energi listrik rumah apung dirancang menggunakan sistem panel surya yang dipasang pada bagian atap, sehingga mampu menyediakan sumber energi terbarukan secara mandiri. Dengan kombinasi platform styrofoam–beton ringan, struktur kayu, serta integrasi energi surya, prototipe ini diharapkan menjadi model bangunan apung berkelanjutan yang dapat diadaptasi di kawasan pesisir rawan banjir rob, sekaligus mendukung agenda adaptasi iklim dan efisiensi energi.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan, memberikan rekomendasi kebijakan sebagai berikut :

(1) Integrasi Adaptasi Iklim dalam Perencanaan Wilayah Pesisir
Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, perlu memasukkan konsep bangunan apung ke dalam *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)* dan *Rencana Aksi Daerah Adaptasi Perubahan Iklim (RAD-API)*. Kebijakan ini akan memastikan bahwa pembangunan di kawasan pesisir tidak hanya berorientasi pada proteksi (tanggul), tetapi juga pada adaptasi struktural yang berkelanjutan.

(2) Standar Keselamatan dan Regulasi Teknis Bangunan Apung
Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dapat mendorong kolaborasi riset terapan antara universitas, lembaga penelitian, dan pemerintah daerah untuk mengembangkan desain bangunan apung yang aman, efisien dan ramah lingkungan. Hasil penelitian seperti yang dilakukan dapat dijadikan basis kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*) untuk adaptasi iklim di Indonesia.

(3) Insentif dan Dukungan Pembiayaan
Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dapat memberikan insentif fiskal atau skema pembiayaan hijau untuk proyek bangunan apung. Dukungan ini bisa berupa subsidi material, pembiayaan kredit mikro, atau kemitraan publik-swasta untuk mempercepat implementasi di daerah rawan banjir rob.

(4) Penerapan *Pilot Project* dan Replikasi
Prototipe rumah apung yang telah dibangun, dapat dijadikan sebagai percontohan untuk rumah apung dengan *platform* berbahan *styrofoam berlapis beton ringan*. Model ini dapat direplikasi di wilayah pesisir seperti Semarang, Pekalongan, Brebes dan Demak yang memiliki karakteristik banjir rob serupa.

REFERENSI

A. Asrasal, S. I. Wahyudi, H. P. Adi, and R. Heikoop, Analysis of Floating House Platform Stability using Polyvinyl Chloride (PVC) Pipe Material, in *International Conference on Revitalization and Maintenance in Civil Engineering*, 2018, pp. 1–8.

A. Asrofi and S. Ritohardoyo, Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob

Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Desa, *J. Ketahanan Nas.*, vol. 23, no. 2, pp. 125–144, 2017.
D. B. Cahyono, H. P. Adi, S. I. Wahyudi, and Pratikso, Lightweight Concrete as Covers on Floating House Platforms Made from Expanded Polystyrene System (EPS) Material, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 955, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/955/1/012012
E. Rommel, Pembuatan Beton Ringan Dari Aggregat Buatan Berbahan Plastik, *J. Gamma*, vol. 9, no. 1, pp. 137–147, 2013
F. Handayani, H. P. Adi, and S. I. Wahyudi, Mathematical analysis and experimental testing of floating building platform prototypes made from expanded polystyrene system (Styrofoam) and lightweight concrete, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 698, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/698/1/012008.
H. P. Adi, J. Jansen, and R. Heikoop, Social Acceptance for Floating Houses as Alternative Residential in Coastal Area,"*J. Adv. Civ. Environ. Eng.*, vol. 3, no. 2, p. 73, 2020, doi: 10.30659/jacee.3.2.85-94.
H. Andreas, H. Z. Abidin, D. A. Sarsito, and D. Pradipta, Adaptation of 'Early Climate Change Disaster' to the northern coast of Java Island Indonesia,"*Eng. J.*, vol. 22, no. 3, pp. 207–219, 2018, doi: 10.4186/ej.2018.22.3.207.
H. Pratiwi Adi and I. Wahyudi, Expectation of Floating Building in Java Indonesia, in *World Conference on Floating Solutions*, 2020, p. 80.
H. P. Adi, S. I. Wahyudi, M. F. Ni'Am, and S. Haji, An Analysis of Plastic Barrels as a Platforms Material of Floating House in Coastal Areas, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 498, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/498/1/012066.
H. Pratiwi Adi, S. Imam Wahyudi, C. Singgih Sudarmono, and M. Caqqul Islam, Comparison Analysis of Expanded Polystyrene System (EPS) and Polyvinyl Chloride (PVC) Pipe as Platform Material of Floating Buildings in The Coastal Areas of Semarang, *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1444, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1444/1/012047.
H. P. Adi, Stabilitas Struktur dan Sisitem Sambungan pada Platform Apung dengan Bahan Expanded Polystyrene/Styrofoam, *J. Pondasi*, vol. 17, no. 2, 2020.
P. Ala and H. Arruan, Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar, *Pros. Semin. Has. Penelit. 2017*, vol., pp. 67–72, 2017.
R. B. Anugraha and S. Mustaza, Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m3, *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 57, 2010, doi: 10.12962/j12345678.v8i2.2722.
S. Haji, H. P. Adi, and M. F. Ni'am, Model Comparison of The Floating Foundations for The Development of Floating Houses at Coastal Areas, *Pondasi*, vol. 23, no. 2, p. 51, 2020, doi: 10.30659/pondasi.v23i2.11211.