

Green laundry space: inovasi ruang pengering pakaian berkelanjutan untuk pesantren modern

Rangga Firmansyah*, Reza Hambali Wilman Abdulhadi, Tita Cardiah,
Sevi Nanda Dwiwati

Telkom University, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

*Author korespondensi: ranggafirmansyah@telkomuniversity.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.65881/creative.v1i4.185>

INFO ARTIKEL

History:

Submit: 17-08-2026

Revisi: 21-08-2026

Diterima: 22-08-2026

Terbit: 05-09-2026

Kata kunci:

green design;
ruang pengering;
laundry;
pesantren;
energi terbarukan.

ABSTRAK

Tujuan: untuk merancang prototipe *green laundry space* berbasis green design untuk menyediakan solusi pengeringan pakaian yang efisien energi, nyaman, dan menjaga privasi pengguna pada lingkungan *Islamic boarding school*.

Metode: menggunakan pendekatan kualitatif berbasis *design thinking* dengan metode partisipatif dan eksperimen desain. Data diperoleh melalui studi literatur, observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi di Ibnu Hajar Boarding School (IHBS) yang dipilih secara *purposive*. Tahapan kegiatan meliputi identifikasi kebutuhan, perumusan kriteria desain, pengembangan dan pembuatan prototipe, evaluasi desain, serta sosialisasi hasil kepada mitra.

Hasil: prototipe *green laundry space* dua lantai seluas $\pm 638 \text{ m}^2$ untuk mendukung pengeringan hingga 12.275 potong pakaian per hari. Rancangan mengintegrasikan ventilasi silang, pencahayaan alami, pemanfaatan energi matahari, serta pengering aktif sebagai pendukung dengan mempertimbangkan privasi dan kenyamanan pengguna. Luaran berupa maket skala 1:5 dan dokumen teknis telah diserahkan kepada mitra IHBS.

Kesimpulan: kegiatan ini menghasilkan prototipe *green laundry space* yang hemat energi, fungsional, dan mendukung privasi pengguna serta berpotensi direplikasi pada *Islamic boarding school* lainnya.

Kontribusi: berupa model ruang pengering berkelanjutan yang mengintegrasikan desain pasif, energi terbarukan, efisiensi ruang, dan privasi pengguna sebagai alternatif fasilitas laundry bagi *Islamic boarding school*.



Artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA.



Pendahuluan

Lembaga pendidikan Islam berbasis pesantren (*Islamic boarding school*) memiliki karakteristik tata ruang yang kompleks karena mengintegrasikan fungsi pendidikan, hunian,

dan aktivitas keseharian santri dalam satu lingkungan yang terpadu (Muid & Maziyah, 2026). Integrasi tersebut menuntut ketersediaan sarana dan prasarana yang tidak hanya mendukung proses pembelajaran, tetapi juga memenuhi kebutuhan domestik dan kenyamanan penghuni asrama (Anaty, 2025; Dewi et al., 2026). Salah satu fasilitas penunjang yang semakin penting adalah fasilitas laundry, terutama bagi pesantren dengan jumlah santri yang besar dan sistem hunian komunal (Santoso & Wijaya, 2024). Aktivitas pencucian dan pengeringan pakaian merupakan bagian rutin dari kehidupan santri sehingga keberadaan ruang laundry yang memadai perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari perencanaan fasilitas asrama (Suhendra et al., 2026). Namun demikian, kebutuhan akan fasilitas pengeringan pakaian dalam skala komunal belum selalu diikuti dengan perancangan ruang yang mempertimbangkan efisiensi energi, kenyamanan termal, kesehatan lingkungan, dan karakteristik sosial-kultural pengguna.

Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks pada tahap pengeringan pakaian karena keterbatasan lahan dan tingginya volume pakaian yang harus dikeringkan dalam waktu relatif singkat. Penggunaan mesin pengering konvensional dapat meningkatkan konsumsi energi dan biaya operasional, sementara pemanfaatan area terbuka untuk menjemur pakaian berpotensi menimbulkan persoalan keteraturan visual, keamanan, paparan cuaca, serta privasi pengguna (Djamalu et al., 2026). Kondisi ini menunjukkan perlunya alternatif ruang pengering yang mampu mengoptimalkan sumber daya lokal, khususnya energi matahari dan pergerakan udara alami. Pendekatan *green design* menawarkan peluang tersebut melalui strategi pasif seperti pemanfaatan energi surya, pencahayaan alami, skylight, dan optimalisasi ventilasi untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional (Amal et al., 2025; Chen, 2025; Mi, 2024). Dalam konteks pesantren, penerapan strategi tersebut juga memiliki relevansi ekologis dan etis karena prinsip etika lingkungan dalam perspektif Islam menekankan hubungan yang bertanggung jawab antara manusia dan alam serta mendorong pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan (Gulzar et al., 2021).

Sejumlah penelitian telah menunjukkan potensi teknologi dan desain pengering berbasis energi surya dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Kajian Aduewa et al. (2022), misalnya, menunjukkan perkembangan sistem *hybrid solar dryer* sebagai alternatif pengeringan yang memanfaatkan energi matahari secara lebih efisien, sedangkan Kidane et al. (2025) memperlihatkan bahwa kinerja sistem pengering surya dapat dianalisis melalui pendekatan energi dan eksergi. Pada skala bangunan, strategi desain pasif juga berperan penting dalam menciptakan lingkungan termal yang efisien melalui pengendalian radiasi matahari, ventilasi, dan pencahayaan alami (Amal et al., 2025; Mi, 2024). Sementara itu, penelitian mengenai ruang laundry menunjukkan bahwa perancangan fasilitas tersebut perlu mempertimbangkan aktivitas pengguna, efisiensi proses, kenyamanan, serta hubungan antara manusia, ruang, dan aktivitas domestik (Glad, 2021; Sarvia et al., 2025). Dalam lingkungan pesantren, aspek sosial-spasial juga menjadi pertimbangan penting karena ruang komunal perlu mengakomodasi kebutuhan privasi dan pola penggunaan berdasarkan gender (Aryanti et al., 2024; Firmansyah et al., 2021).

Meskipun berbagai studi tersebut memberikan dasar yang kuat, masih terdapat kesenjangan dalam integrasi antara teknologi pengeringan surya, strategi ventilasi pasif, tipologi ruang laundry, dan kebutuhan privasi pengguna dalam konteks pesantren. Pengering surya pada umumnya dikaji dari perspektif teknologi dan performa pengeringan, sementara efektivitas sistem pada lingkungan tropis yang memiliki temperatur tinggi tetapi

kelembapan relatif juga tinggi memerlukan pengelolaan aliran udara dan kelembapan yang lebih terintegrasi (Aduewa et al., 2022). Di sisi lain, studi mengenai ruang pengering menunjukkan bahwa ruang tersebut perlu dipahami sebagai sistem iklim mikro yang mengendalikan temperatur, kelembapan, dan sirkulasi udara, bukan sekadar sebagai area untuk menggantung pakaian (Sarvia et al., 2025; Zhour et al., 2024). Pendekatan *design thinking* juga menegaskan pentingnya memahami kebutuhan pengguna dalam menghasilkan solusi ruang yang efektif dan relevan (Verganti et al., 2021). Dalam konteks pesantren, kebutuhan teknis tersebut perlu dipadukan dengan aspek ergonomi, privasi, batas visual, dan kenyamanan pengguna, khususnya santri perempuan yang memiliki kebutuhan privasi ketika melakukan aktivitas domestik tertentu (Aryanti et al., 2024; Ekawati, 2025; Firmansyah et al., 2021). Dengan demikian, masih diperlukan suatu model ruang pengering yang mengintegrasikan performa lingkungan, efisiensi energi, ergonomi, dan nilai sosial-kultural dalam satu sistem desain yang sesuai dengan karakteristik pesantren.

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe simulasi *green laundry space*, yaitu ruang pengering pakaian berkelanjutan berbasis green design yang disesuaikan dengan kebutuhan *Islamic boarding school*. Perancangan diarahkan pada integrasi pemanfaatan energi matahari, pencahayaan alami tidak langsung, serta sirkulasi udara silang untuk menciptakan kondisi pengeringan yang lebih efektif dengan ketergantungan energi konvensional yang minimal. Pada saat yang sama, desain mempertimbangkan kebutuhan privasi melalui pengaturan zonasi, fasad yang terkontrol secara visual, pemisahan area berdasarkan kebutuhan pengguna, serta penerapan prinsip ergonomi dalam penentuan dimensi dan tata letak ruang (Ekawati, 2025; Firmansyah et al., 2021). Luaran yang diharapkan adalah prototipe/model ruang pengering pakaian yang hemat energi, rendah dampak lingkungan, nyaman, dan responsif terhadap karakteristik sosial-kultural pesantren. Lebih lanjut, model ini diharapkan dapat menjadi referensi desain yang aplikatif dan mudah direplikasi oleh pesantren maupun institusi pendidikan berasrama lainnya dalam mengembangkan fasilitas laundry yang lebih berkelanjutan.

Metode

Kegiatan ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis *design thinking* dengan strategi partisipatif dan eksperimen desain sirkulasi. Pendekatan ini dipilih karena kegiatan ini tidak hanya bertujuan mengidentifikasi permasalahan fasilitas laundry, tetapi juga mengembangkan solusi desain yang berangkat dari kebutuhan pengguna dan dapat diuji melalui proses perancangan secara iteratif. *Design thinking* menempatkan pengguna sebagai pusat proses desain melalui tahapan identifikasi kebutuhan (*needfinding*), perumusan masalah, ideasi, pengembangan prototipe, dan evaluasi secara berulang. Pendekatan tersebut memungkinkan kebutuhan dan permasalahan pengguna diterjemahkan menjadi alternatif solusi desain yang feasible, relevan, dan dapat dikembangkan berdasarkan hasil evaluasi (Verganti et al., 2021).

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi. Studi literatur digunakan untuk membangun landasan konseptual dan menetapkan parameter perancangan yang berkaitan dengan *design thinking*, *green building*, ergonomi ruang laundry, strategi ventilasi dan pencahayaan alami, serta sistem dan aktivitas layanan laundry (Chen, 2025). Observasi lapangan dilakukan untuk memahami kondisi eksisting, karakteristik ruang, pola aktivitas pengguna, kondisi

lingkungan, dan permasalahan pengeringan pakaian. Wawancara digunakan untuk menggali kebutuhan dan pengalaman pengguna secara langsung, meliputi jumlah penghuni, volume dan frekuensi pencucian, jenis pakaian, kebiasaan pengeringan, serta kendala yang dihadapi. Seluruh temuan lapangan didokumentasikan dan digunakan sebagai dasar dalam menyusun kebutuhan pengguna serta kriteria desain.

Lokasi eksperimen ditetapkan di IHBS (Ibnu Hajar Boarding School) menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian, terutama karena IHBS belum memiliki fasilitas laundry asrama yang berdiri secara mandiri dan memiliki kebutuhan nyata terhadap pengelolaan aktivitas pencucian dan pengeringan pakaian. Karakteristik tersebut menjadikan IHBS sebagai kasus yang relevan untuk menguji rancangan dalam konteks penggunaan yang nyata. Pemilihan secara purposif tidak dimaksudkan untuk menghasilkan generalisasi statistik terhadap seluruh sekolah atau pesantren, tetapi untuk memperoleh kasus yang informatif dan sesuai dengan kebutuhan pengembangan desain. Selain kesesuaian permasalahan, lokasi dipilih dengan mempertimbangkan akses terhadap pengguna, kemungkinan dilakukannya observasi dan pengumpulan data secara langsung, serta peluang untuk melakukan evaluasi terhadap fungsi dan performa rancangan.

Proses kegiatan ini dilaksanakan melalui enam tahapan utama, yaitu: (1) survei dan identifikasi kebutuhan, (2) analisis kebutuhan dan perumusan kriteria desain, (3) pengembangan konsep prototipe, (4) pembuatan prototipe, (5) uji coba dan evaluasi, serta (6) sosialisasi dan penyusunan laporan. Tahap pertama difokuskan pada identifikasi kondisi eksisting dan kebutuhan pengguna melalui observasi, wawancara, dokumentasi, serta pengumpulan data karakteristik aktivitas laundry. Pada tahap kedua, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi permasalahan utama dan menerjemahkannya menjadi kriteria desain. Kriteria tersebut mencakup kebutuhan kapasitas ruang, pola sirkulasi, ergonomi, privasi pengguna, kenyamanan, efisiensi proses pengeringan, serta aspek keberlanjutan. Tahap ketiga menghasilkan beberapa alternatif konsep berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, kemudian dikembangkan menjadi konfigurasi ruang dan sistem sirkulasi yang paling sesuai. Tahap keempat berupa pengembangan prototipe desain yang merepresentasikan penerapan konsep *green laundry space* dalam konteks IHBS.

Pada proses pengembangan prototipe, prinsip *green design* digunakan sebagai dasar dalam menentukan konfigurasi ruang dan strategi lingkungan. Fokus perancangan meliputi optimalisasi pencahayaan alami, pemanfaatan radiasi matahari secara terkontrol, ventilasi silang, efisiensi energi, pemilihan material yang sesuai, serta peningkatan kualitas lingkungan ruang (Chen, 2025). Eksperimen desain sirkulasi diarahkan untuk mengoptimalkan pergerakan udara di dalam ruang pengering sehingga proses pelepasan kelembapan dari pakaian dapat berlangsung secara lebih efektif. Pada saat yang sama, rancangan mempertimbangkan hubungan antara area kerja, area pengeringan, akses pengguna, dan zona privat agar aktivitas dapat berlangsung secara efisien tanpa mengabaikan kenyamanan dan kebutuhan sosial-kultural pengguna. Dengan demikian, desain tidak hanya diposisikan sebagai objek fisik, tetapi sebagai sistem ruang yang mengintegrasikan aspek lingkungan, fungsional, ergonomis, dan pengguna.

Tahap uji coba dan evaluasi dilakukan secara deskriptif dan komparatif terhadap kriteria desain yang telah ditetapkan. Evaluasi diarahkan pada beberapa aspek utama, yaitu performa termal ruang, pola dan efektivitas sirkulasi udara, kenyamanan pengguna,

fleksibilitas tata ruang, kemudahan penggunaan, serta potensi peningkatan efisiensi proses pengeringan. Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk mengidentifikasi bagian rancangan yang masih memerlukan perbaikan dan, apabila diperlukan, dilakukan iterasi terhadap konfigurasi ruang maupun sistem sirkulasinya. Tahap akhir berupa sosialisasi hasil rancangan kepada mitra serta penyusunan dokumentasi dan laporan sebagai bentuk diseminasi hasil kegiatan. Melalui tahapan tersebut, penelitian menerapkan kerangka input–process–output secara linier-iteratif, dengan input berupa permasalahan laundry, karakteristik pengguna, dan kondisi lingkungan; proses berupa needfinding, analisis kebutuhan, ideasi, prototyping, dan evaluasi; serta output berupa prototipe *green laundry space* yang fungsional, nyaman, hemat energi, dan berkelanjutan serta berpotensi direplikasi pada lingkungan pendidikan berasrama dengan karakteristik serupa.

Hasil dan pembahasan

Identifikasi kebutuhan dan kapasitas layanan laundry

Hasil observasi dan identifikasi kebutuhan di Ibnu Hajar Boarding School (IHBS) menunjukkan bahwa penyediaan fasilitas laundry, khususnya ruang pengeringan pakaian, merupakan salah satu kebutuhan penting dalam mendukung aktivitas hunian santri. Sistem pendidikan dan hunian dengan jumlah penghuni yang besar menyebabkan aktivitas pencucian dan pengeringan berlangsung secara rutin dengan volume yang tinggi. Berdasarkan temuan lapangan, beberapa kendala utama yang dihadapi adalah kondisi cuaca yang tidak menentu, keterbatasan lahan untuk penjemuran terbuka, serta tingginya biaya operasional apabila seluruh proses pengeringan mengandalkan mesin pengering berbahan bakar gas. Permasalahan tersebut menjadi semakin signifikan pada musim penghujan ketika proses pengeringan secara alami sulit diandalkan. Oleh karena itu, diperlukan fasilitas pengeringan yang mampu menangani kapasitas besar sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional.

Untuk memperoleh gambaran kebutuhan kapasitas layanan, dilakukan simulasi volume pakaian berdasarkan jumlah santri, jenis pakaian, dan frekuensi pergantian pakaian. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan asumsi jumlah penghuni sebanyak 1.500 santri, kebutuhan pengelolaan pakaian mencapai sekitar 12.275 potong per hari. Perhitungan tersebut mencakup pakaian wajib, pakaian ibadah, pakaian dalam, pakaian harian, handuk, sprei dan sarung bantal, serta pakaian olahraga. Rincian estimasi volume pakaian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 simulasi perhitungan volume pakaian harian

Kategori pakaian	Item	Frekuensi ganti	Jumlah per santri per siklus	Total item per hari (1.500 santri)
Pakaian wajib	Seragam sekolah (atasan & bawahan)	1 kali/hari	2 potong	3.000 potong
Pakaian wajib	Pakaian ibadah (baju koko/mukena & sarung)	Minimal 1 kali/hari	2 potong	3.000 potong
Pakaian harian	Pakaian dalam	2 kali/hari	2 potong	3.000 potong
Pakaian harian	Kaos/baju santai	1 kali/hari	1 potong	1.500 potong
Lain-lain	Handuk	1 kali/3 hari	±0,33 potong	500 potong
Lain-lain	Sprei & sarung bantal	1 kali/minggu	±0,28 potong	420 potong
Lain-lain	Pakaian olahraga	2 kali/minggu	±0,57 potong	855 potong
Total estimasi				12.275 potong/hari

Sumber: data primer, diolah, 2025.

Besarnya volume tersebut menunjukkan bahwa fasilitas laundry yang dirancang tidak dapat hanya mengandalkan penjemuran konvensional pada ruang terbuka. Sistem pengeringan harus mampu memberikan kapasitas yang memadai, terlindung dari perubahan cuaca, serta memiliki efisiensi energi yang lebih baik. Temuan ini menjadi dasar untuk menempatkan area pengeringan pasif sebagai komponen utama dalam rancangan, sementara mesin pengering digunakan sebagai sistem pendukung ketika kondisi lingkungan tidak memungkinkan proses pengeringan alami berlangsung secara optimal. Strategi tersebut sejalan dengan pendekatan green design yang menempatkan pemanfaatan sumber energi alami sebagai bagian penting dalam mengurangi konsumsi energi operasional bangunan (Amal et al., 2025; Chen, 2025; Mi, 2024).

Kebutuhan luasan dan organisasi ruang

Berdasarkan estimasi kapasitas layanan, kebutuhan ruang kemudian diterjemahkan ke dalam pembagian zona fungsional yang mengikuti alur aktivitas laundry, mulai dari penerimaan pakaian kotor hingga penyimpanan dan distribusi pakaian bersih. Hasil perancangan menunjukkan kebutuhan luas fungsional sebesar 491 m². Luasan tersebut terdiri atas area penerimaan dan sortir, pencucian, pengeringan pasif, pengeringan aktif, pelipatan dan penyetrikaan, serta penyimpanan dan distribusi. Dengan tambahan sekitar 30% untuk sirkulasi dan area penunjang, seperti koridor, tangga, gudang bahan laundry, dan ruang istirahat petugas, total kebutuhan luas bangunan diperkirakan mencapai sekitar 638 m². Rincian kebutuhan ruang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 kebutuhan luasan ruang

Zona fungsional	Estimasi luas (m ²)	Keterangan
Penerimaan & sortir	35	Area penampungan dan pemilahan pakaian kotor
Pencucian (mesin)	48	Lantai dasar, untuk ±12 mesin cuci
Pengeringan pasif	250	Lantai atas, area utama penerapan <i>green design</i>
Pengeringan aktif (mesin)	48	Lantai dasar, untuk ±12 mesin pengering sebagai pendukung
Lipat & setrika	60	Area penyelesaian pakaian bersih
Penyimpanan & distribusi	50	Penyimpanan pakaian bersih sebelum didistribusikan
Total luas fungsional	491	
Sirkulasi & area penunjang (±30%)	147	Koridor, tangga, gudang, dan ruang istirahat petugas
Total estimasi luas bangunan	±638 m ²	

Sumber: data primer, diolah, 2025.

Komposisi tersebut menghasilkan bangunan dua lantai dengan pembagian fungsi yang lebih terkontrol. Area pencucian dan pengeringan aktif ditempatkan pada lantai dasar, sedangkan area pengeringan pasif ditempatkan pada lantai atas sebagai zona dengan luas terbesar. Penempatan tersebut tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan kapasitas, tetapi juga memberikan peluang lebih besar untuk memperoleh paparan radiasi matahari dan pergerakan udara alami. Pemisahan fungsi berdasarkan tahapan kerja juga memungkinkan terbentuknya alur aktivitas yang lebih sistematis sehingga potensi persilangan antara pakaian kotor dan pakaian bersih dapat diminimalkan. Temuan ini memperkuat pentingnya pengorganisasian ruang laundry berdasarkan urutan aktivitas dan kebutuhan pengguna sebagaimana dibahas dalam studi mengenai desain ruang laundry yang nyaman dan efisien (Sarvia et al., 2025).

Pengembangan konsep dan bentuk prototipe

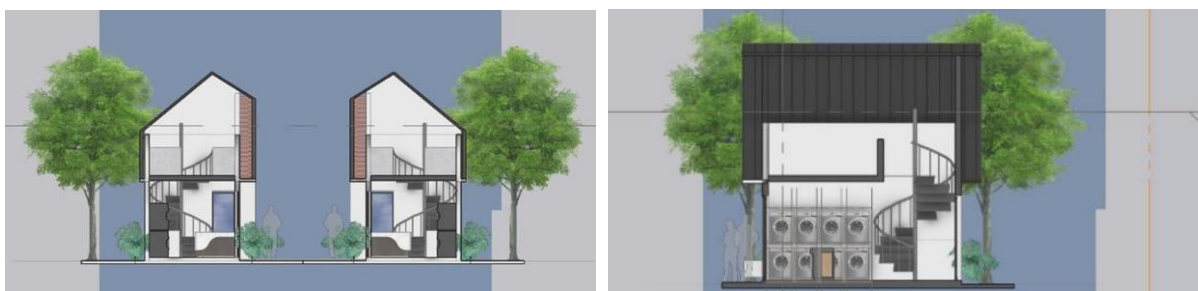
Berdasarkan kebutuhan kapasitas dan luasan tersebut, penelitian menghasilkan rancangan *green laundry space* berupa dua unit bangunan yang dirancang sebagai fasilitas pengeringan tertutup. Bentuk dan tampilan bangunan didominasi warna putih pada dinding dan abu-abu gelap pada atap miring. Fasad dilengkapi dengan pintu dan bukaan yang dirancang untuk mendukung pencahayaan alami, ventilasi, dan aksesibilitas. Bentuk bangunan secara keseluruhan dirancang sederhana dan fungsional agar dapat berintegrasi dengan lingkungan sekolah sekaligus memberikan identitas visual sebagai fasilitas pendukung kawasan asrama. Visualisasi fasad rancangan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 desain fasad ruang pengering

Sumber: desain tim, 2025.

Konfigurasi bangunan dua lantai memungkinkan pembagian fungsi secara vertikal berdasarkan karakteristik aktivitas. Potongan bangunan menunjukkan keberadaan tangga spiral sebagai akses vertikal serta penempatan mesin cuci dan mesin pengering pada area yang telah ditentukan. Sementara itu, lantai atas digunakan sebagai area pengeringan pasif yang menjadi fokus utama penerapan strategi *green design*. Bukaan pada bangunan dirancang sebagai bagian dari sistem lingkungan pasif sehingga cahaya matahari dan aliran udara dapat masuk secara terkontrol. Potongan bangunan dan hubungan antarelemen ruang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 potongan bangunan ruang pengering

Sumber: desain tim, 2025.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa ruang pengering tertutup lebih sesuai untuk kondisi operasional boarding school karena dapat melindungi pakaian dari hujan dan perubahan cuaca tanpa sepenuhnya menghilangkan pemanfaatan energi alami. Konsep tersebut sejalan dengan temuan Conyette dan Ajayi (2023) mengenai penggunaan ruang pengering tertutup sebagai salah satu bentuk pengeringan yang mampu memberikan perlindungan terhadap kondisi lingkungan. Dalam rancangan ini, ruang tertutup tidak

diperlakukan sebagai ruang yang sepenuhnya bergantung pada sistem mekanis, tetapi sebagai ruang yang memanfaatkan panas matahari, pencahayaan alami, dan aliran udara sebagai komponen utama proses pengeringan. Pendekatan tersebut juga sejalan dengan kajian Kidane et al. (2025) mengenai pemanfaatan energi surya dalam sistem pengeringan.

Penerapan green design melalui sirkulasi udara dan pencahayaan alami

Strategi utama green design pada prototipe terletak pada optimalisasi bukaan dan pengaturan sirkulasi udara. Bukaan ditempatkan untuk memungkinkan terjadinya ventilasi silang sehingga udara segar dapat masuk dan udara dengan kandungan kelembapan lebih tinggi dapat keluar dari ruang pengering. Prinsip tersebut penting karena keberhasilan proses pengeringan tidak hanya ditentukan oleh peningkatan temperatur, tetapi juga oleh kemampuan sistem untuk mengeluarkan uap air dari lingkungan sekitar pakaian. Dengan demikian, rancangan mengombinasikan radiasi matahari dan pergerakan udara sebagai dua komponen pasif yang saling mendukung. Arah masuknya cahaya matahari dan pergerakan udara pada rancangan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 arah sirkulasi angin dan cahaya matahari yang masuk

Sumber: desain tim, 2025.

Selain ventilasi silang, rancangan mempertimbangkan penggunaan pencahayaan alami tidak langsung dan skylight sebagai bagian dari strategi pengurangan kebutuhan energi listrik pada siang hari. Integrasi bukaan, skylight, dan konfigurasi ruang memungkinkan ruang pengering tetap memperoleh cahaya alami tanpa menjadikan seluruh permukaan ruang terbuka terhadap kondisi luar. Strategi ini memperkuat prinsip desain pasif yang menempatkan orientasi, ventilasi, pencahayaan alami, dan pengendalian radiasi sebagai elemen utama dalam efisiensi energi bangunan (Chen, 2025; Mi, 2024). Visualisasi hubungan antara arah angin, cahaya matahari, dan konfigurasi ruang ditampilkan pada Gambar 4.

Konfigurasi tersebut juga menunjukkan bahwa desain ruang pengering dapat menggabungkan strategi pasif dan aktif secara bertahap. Sistem pasif berupa ventilasi silang, pencahayaan alami, dan pemanfaatan panas matahari menjadi strategi utama, sedangkan sistem aktif seperti kipas berdaya rendah berbasis *photovoltaic* (PV) dan sumber energi terbarukan lainnya dapat digunakan sebagai pendukung ketika kondisi lingkungan kurang optimal. Pendekatan kombinitif ini memberikan fleksibilitas operasional sekaligus berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap mesin pengering berbahan bakar fosil. Dengan demikian, green design pada prototipe tidak hanya diterapkan pada elemen fasad, tetapi diintegrasikan ke dalam sistem kerja bangunan.



Gambar 4 visualisasi arah angin dan cahaya matahari yang masuk

Sumber: desain tim, 2025.

Integrasi privasi, gender, dan kenyamanan pengguna

Selain aspek energi dan performa lingkungan, hasil perancangan menunjukkan bahwa kebutuhan privasi menjadi salah satu pertimbangan penting dalam pengembangan fasilitas laundry di lingkungan *Islamic boarding school*. Ruang pengering dirancang sebagai ruang tertutup sehingga pakaian yang sedang dikeringkan tidak terlihat secara langsung dari luar bangunan. Orientasi dan posisi bukaan juga dikontrol agar tidak menciptakan hubungan visual yang tidak diinginkan dengan bangunan asrama di sekitarnya. Pendekatan tersebut relevan dengan penelitian mengenai privasi ruang pada asrama Islam yang menunjukkan pentingnya pengendalian batas visual dan hubungan antara ruang privat dan ruang komunal (Firmansyah et al., 2021).

Dua unit bangunan dalam rancangan selanjutnya dipetakan berdasarkan kebutuhan pengguna laki-laki dan perempuan. Pembagian tersebut dimaksudkan untuk memberikan rasa aman dan nyaman dalam aktivitas laundry sekaligus mempertimbangkan karakteristik sosial-kultural pengguna. Pemetaan fungsi bangunan berdasarkan gender ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 pemetaan fungsi bangunan laundry berdasarkan gender di boarding school

Sumber: desain tim, 2025.

Pengaturan tersebut memperlihatkan bahwa prinsip keberlanjutan dalam desain tidak hanya berkaitan dengan penghematan energi, tetapi juga mencakup keberlanjutan sosial melalui penciptaan ruang yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam konteks pesantren, pengendalian visual, pemisahan zona, dan kenyamanan pengguna merupakan bagian penting dari kualitas ruang. Hal tersebut sejalan dengan kajian mengenai gender dan hubungan sosial-spasial pada lingkungan arsitektur Islam (Aryanti et al., 2024), serta kajian mengenai hubungan antara aktivitas domestik, ruang, dan pengguna dalam fasilitas laundry

komunal (Glad, 2021). Dengan demikian, prototipe berupaya menyeimbangkan kebutuhan efisiensi operasional dengan prinsip privasi dan kenyamanan pengguna.

Prototipe fisik dan evaluasi efektivitas rancangan

Sebagai implementasi dari konsep yang telah dikembangkan, penelitian menghasilkan maket studi atau prototipe fisik dengan skala 1:5. Maket tersebut digunakan untuk memvisualisasikan proporsi bangunan, hubungan antar-zona, konfigurasi bukaan, sistem sirkulasi, dan integrasi elemen green design. Kehadiran prototipe memungkinkan tim dan mitra melakukan pemahaman desain secara lebih konkret dibandingkan hanya melalui gambar dua dimensi. Prototipe fisik yang dihasilkan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6 maket prototipe green laundry space skala 1:5

Sumber: desain tim, 2025.

Prototipe tersebut menunjukkan bahwa konsep ruang pengering tertutup dapat dikombinasikan dengan strategi pasif berupa pemanfaatan cahaya matahari dan ventilasi alami. Secara konseptual, rancangan juga mengakomodasi penggunaan sistem aktif berdaya rendah sebagai pendukung apabila kondisi cuaca tidak memungkinkan proses pengeringan berlangsung secara optimal. Integrasi strategi tersebut memperkuat posisi ruang pengering sebagai sistem iklim mikro yang tidak hanya menyediakan tempat untuk menggantung pakaian, tetapi juga mengatur kondisi lingkungan yang mendukung proses pengeringan. Konsep ini sejalan dengan kajian Zhour et al. (2024) mengenai pentingnya efisiensi energi dalam ruang pengering serta kajian Aduewa et al. (2022) mengenai pengembangan sistem pengering berbasis energi surya.

Dari sisi kapasitas, area pengeringan pasif yang mencapai sekitar 250 m² merupakan zona terbesar dalam rancangan. Hal ini menunjukkan bahwa strategi desain diarahkan untuk memaksimalkan penggunaan energi alami sebelum mengandalkan energi mekanis. Sementara itu, keberadaan area pengeringan aktif seluas sekitar 48 m² menunjukkan bahwa sistem mekanis tetap dipertahankan sebagai backup system. Pendekatan tersebut penting karena kondisi iklim tropis tidak selalu memungkinkan proses pengeringan pasif berlangsung secara konsisten. Dengan demikian, efisiensi yang ditawarkan bukan berupa penghapusan total mesin pengering, tetapi pengurangan ketergantungan terhadap mesin melalui prioritas penggunaan sumber energi alami.

Berdasarkan hasil evaluasi desain, prototipe dapat dinilai berpotensi efektif dan efisien secara konseptual dalam menjawab kebutuhan pengeringan pakaian skala besar di lingkungan boarding school. Efektivitas ditunjukkan melalui kesesuaian antara kebutuhan

kapasitas, pembagian zona, perlindungan terhadap cuaca, dan penerapan strategi ventilasi serta pencahayaan alami. Sementara itu, efisiensi ditunjukkan melalui prioritas terhadap energi matahari dan aliran udara alami sebagai sumber utama proses pengeringan serta penggunaan sistem aktif hanya sebagai pendukung. Pendekatan tersebut mendukung upaya mengurangi konsumsi energi konvensional dan potensi emisi yang ditimbulkan dari penggunaan mesin pengering berbahan bakar fosil.

Namun demikian, efektivitas dan efisiensi tersebut masih berada pada tingkat simulasi desain dan prototipe, sehingga belum dapat diperlakukan sebagai bukti performa operasional yang terukur. Penelitian ini belum melakukan pengukuran langsung terhadap waktu pengeringan, temperatur dan kelembapan ruang secara kontinu, kecepatan udara, konsumsi energi, konsumsi bahan bakar, maupun perbandingan biaya operasional sebelum dan setelah penerapan rancangan. Oleh karena itu, hasil penelitian lebih tepat menunjukkan potensi performa desain daripada menyatakan keberhasilan penghematan energi secara kuantitatif. Pengujian lanjutan pada skala nyata diperlukan untuk memvalidasi kinerja rancangan melalui parameter waktu pengeringan, kadar kelembapan pakaian, temperatur, kelembapan relatif, kecepatan aliran udara, konsumsi energi, dan biaya operasional.

Luaran dan dampak pengabdian kepada mitra

Sebagai bagian dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat, maket prototipe skala 1:5 beserta dokumen teknis rancangan telah diserahkan dan dipresentasikan kepada pihak pengelola IHBS. Penyerahan luaran tersebut tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi hasil penelitian, tetapi juga sebagai media transfer pengetahuan mengenai alternatif pengelolaan fasilitas laundry yang lebih hemat energi dan berkelanjutan. Dokumentasi penyerahan luaran kepada mitra ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 penyerahan luaran prototipe fisik kepada mitra IHBS

Sumber: dokumentasi tim, 2025.

Keberadaan prototipe memberikan alternatif cara pandang bagi mitra dalam merencanakan fasilitas laundry, dari pendekatan yang semata-mata berorientasi pada penggunaan mesin pengering menuju pendekatan yang mengintegrasikan strategi arsitektur pasif dan energi terbarukan. Optimalisasi ventilasi silang, pemanfaatan cahaya dan panas matahari, pengaturan orientasi bangunan, serta pengendalian bukaan menunjukkan bahwa kebutuhan pengeringan pakaian dapat dipertimbangkan sejak tahap perencanaan arsitektur. Pendekatan tersebut juga memiliki keterkaitan dengan gagasan eco-pesantren karena mengintegrasikan efisiensi sumber daya, pengurangan ketergantungan energi fosil, dan kualitas lingkungan ke dalam fasilitas pendukung kehidupan santri.

Secara keseluruhan, hasil perancangan menunjukkan bahwa *green laundry space* memiliki potensi sebagai model fasilitas pengeringan pakaian yang mengintegrasikan aspek kapasitas, efisiensi energi, kenyamanan, privasi, dan keberlanjutan. Keunggulan utama rancangan terletak pada integrasi antara ruang pengering tertutup, ventilasi silang, pencahayaan alami, pemanfaatan energi matahari, pembagian fungsi berdasarkan alur kerja, serta pengaturan ruang berdasarkan kebutuhan gender. Model tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut untuk diterapkan pada institusi pendidikan berasrama lainnya dengan melakukan penyesuaian terhadap jumlah penghuni, kondisi iklim, orientasi tapak, kapasitas laundry, dan karakteristik pengguna. Dengan demikian, kontribusi utama kegiatan ini bukan hanya menghasilkan sebuah prototipe fisik, tetapi juga menawarkan kerangka desain fasilitas laundry berkelanjutan yang dapat direplikasi dan dikembangkan sesuai konteks masing-masing pesantren atau boarding school.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil menghasilkan prototipe *green laundry space* sebagai alternatif solusi fasilitas pengeringan pakaian berkelanjutan bagi Ibnu Hajar Boarding School (IHBS). Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, fasilitas laundry untuk kapasitas sekitar 1.500 santri diperkirakan harus mampu menangani hingga 12.275 potong pakaian per hari, sehingga diperlukan ruang pengering yang berkapasitas besar, terlindung dari kondisi cuaca, dan efisien dalam penggunaan energi. Rancangan yang dihasilkan berupa bangunan dua lantai dengan estimasi luas sekitar 638 m², yang mengintegrasikan area pencucian, pengeringan pasif, pengeringan aktif sebagai pendukung, finishing, penyimpanan, serta sirkulasi. Penerapan prinsip green design diwujudkan melalui optimalisasi ventilasi silang, pencahayaan alami, pemanfaatan panas matahari, serta peluang integrasi sumber energi terbarukan. Selain aspek lingkungan dan efisiensi operasional, rancangan juga mempertimbangkan kebutuhan privasi dan kenyamanan pengguna melalui pengaturan zonasi dan pemisahan fungsi berdasarkan gender.

Capaian kegiatan ini menunjukkan bahwa tujuan pengabdian untuk mengembangkan alternatif fasilitas pengeringan pakaian yang hemat energi, fungsional, nyaman, dan sesuai dengan karakteristik *Islamic boarding school* telah tercapai melalui tersedianya maket prototipe skala 1:5 dan dokumen teknis yang telah diserahkan kepada mitra IHBS. Kontribusi utama kegiatan terletak pada pengembangan model ruang pengering tertutup yang memadukan strategi arsitektur pasif dengan sistem aktif sebagai pendukung, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap mesin pengering konvensional berbahan bakar fosil. Meskipun demikian, efektivitas dan efisiensi rancangan masih berada pada tahap konseptual dan prototipe sehingga memerlukan validasi melalui pengujian lapangan secara kuantitatif, terutama terkait waktu pengeringan, temperatur, kelembapan, kecepatan aliran udara, konsumsi energi, dan biaya operasional. Dengan penyesuaian terhadap kondisi tapak, iklim, kapasitas penghuni, dan karakteristik pengguna, prototipe ini berpotensi menjadi model yang dapat direplikasi pada pesantren dan institusi pendidikan berasrama lainnya sebagai bagian dari penerapan fasilitas yang lebih berkelanjutan.

Daftar pustaka

Aduewa, T. O., Fatounde, S. A., & Aderotoye, A. M. (2022). A Comprehensive Review of the Hybrid Solar Dryers. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 21–33. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2022/v18i330224>

- Amal, B., Purnama, D. D., Nurkhaerani, F., Winarsih, N., Masyita, N., Sugiarto, A. R., Suryadi, C., & Abdi, G. N. (2025). Energy efficiency in sustainable buildings: implementation of green design and technology in Karawang Regency. *BIS Energy and Engineering*, 2, V225033. <https://doi.org/10.31603/biseeng.228>
- Anaty, A. (2025). Pesantren Based Entrepreneurship: Laundry Business and Socio-Economic Impact at Imam Syafi'i Islamic Boarding School Brebes. *JEKSYAH: Islamic Economics Journal*, 5(02), 152–162. <https://doi.org/10.54045/jeksyah.v5i02.3009>
- Aryanti, T., Megayanti, T., Susanti, I., & Fitria, D. (2024). Gender and Socio-Spatial Assemblage at Masjid Al-Irsyad Kota Baru Parahyangan, Indonesia. *Journal of Islamic Architecture*, 8(2), 371–379. <https://doi.org/10.18860/jia.v8i2.23476>
- Chen, X. (2025). Core Principles, Practical Applications and Future Paradigms of Green Building Design from the Perspective of Environmental Science. *Communications in Humanities Research*, 74(1), 61–66. <https://doi.org/10.54254/2753-7064/2025.LC25572>
- Dewi, A. C., Munawwaroh, Z., Lavianis, A., Zein, N. A., & Fadila, N. (2026). Optimalisasi Sarana dan Prasarana Pendidikan Berbasis Standar Nasional Pendidikan pada MTsS Sunanul Husna. *Harmoni Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 54–65. <https://doi.org/10.62383/hardik.v3i1.2826>
- Djamalu, Y., Djafar, R., & Matoka, A. (2026). Sistem Pengerian Hibrida Berbasis Iot Dengan Penyimpanan Panas Untuk Optimalisasi Energi, Kualitas Produk, Dan Reduksi Dampak Lingkungan Termal: Artikel Review. *Journal Of Renewable Energy Engineering*, 4(1), 19–29. <https://doi.org/10.56190/jree.v4i1.65>
- Ekawati, A. D. (2025). Tinjauan Desain Personal Pods di Astha District 8 Jakarta: Perspektif Ergonomi dan Privasi Pengguna Dalam Ruang Publik Urban. *Artika*, 9(2), 188–202. <https://doi.org/10.34148/artika.v9i2.1396>
- Firmansyah, R., Shaari, N., Ismail, S., Utaberta, N., & Usman, I. M. S. (2021). Observation Of Female Dorm Privacy In Islamic Boarding Schools In West Java, Indonesia. *Journal of Islamic Architecture*, 6(4), 360–368. <https://doi.org/10.18860/jia.v6i4.13091>
- Glad, W. (2021). Laundry power and care: Relational materialism, temporalities and spatialisation of communal laundering. *Geoforum*, 127, 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.10.019>
- Gulzar, A., Islam, T., Khan, M. A., & Haq, S. M. (2021). Environmental Ethics towards Sustainable Development in Islamic perspective. *Ethnobotany Research and Applications*, 22. <https://doi.org/10.32859/era.22.39.1-10>
- Kidane, H., Farkas, I., & Buzás, J. (2025). Mathematical modelling of golden apple drying and performance evaluation of solar drying systems using energy and exergy approach. *Scientific Reports*, 15(1), 7805. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92133-2>
- Mi, Z. (2024). Sustainable architectural practices: Integrating green design, smart technologies, and ultra-low energy concepts. *Theoretical and Natural Science*, 48(1), 62–67. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/48/20240203>
- Muid, A., & Maziyah, N. S. (2026). Pendidikan Islam Berbasis Pesantren. *Walada: Journal of Primary Education*, 5(1), 1100–1106. <https://doi.org/10.61798/wjpe.v5i1.636>
- Santoso, D. B., & Wijaya, A. (2024). Peningkatan kualitas sanitasi dan air bersih pada rintisan pondok pesantren perkotaan. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 5(3), 438–447. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v5i3.20777>
- Sarvia, E., Soesilo, N., Patricia, J., & Augustin, A. (2025). Comfortable and efficient laundry room design using design thinking and jobs-to-be-done. *OPSI*, 18(2), 390–411.

- <https://doi.org/10.31315/opsi.v18i2.14327>
- Suhendra, N., Tho'in, M., & Sumadi, S. (2026). Implementasi Model Usaha Laundry Syariah Di Pondok Pesantren. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 12(1), 1–8. <https://jurnal.stie-aas.ac.id/index.php/jei/article/view/19121>
- Verganti, R., Dell'Era, C., & Swan, K. S. (2021). Design thinking: Critical analysis and future evolution. *Journal of Product Innovation Management*, 38(6), 603–622. <https://doi.org/10.1111/jpim.12610>
- Zhour, F., Lee, D., Abdellatif, M., Waseem Ahmad, M., & Blackburn, C. (2024). Improving the Energy Efficiency of the Modular Buildings Drying Room: A Case Study of Construction Site Cabins. *Applied Sciences*, 14(21), 9714. <https://doi.org/10.3390/app14219714>