

## PENATAAN LABORATORIUM TERAPAN FTUB: IMPLEMENTASI KONSTRUKSI MODULER MODERN

### Heru Sufianto

Departemen Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya  
hsufianto@ub.ac.id

### Lisa Dwi Wulandari

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

### Damayanti Asikin

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

### Guruh Pratama Zulkarnaen

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

### Adinda Christina

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

### ABSTRAK

*Konstruksi modular telah menjadi inovasi signifikan dalam dunia arsitektur dan teknik, berkembang sejak abad ke-19 hingga menjadi solusi modern yang efisien dan berkelanjutan. Awalnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan perumahan cepat, teknologi ini kini diaplikasikan pada berbagai fungsi, seperti bangunan pendidikan, fasilitas darurat, dan pusat data. Di Indonesia, konstruksi modular mulai diperkenalkan melalui program RISHA oleh Kementerian PUPR dan terus berkembang dengan inovasi seperti Mobox, WG Flatpack, dan Ruspil. Teknologi ini dinilai adaptif terhadap lingkungan, menguntungkan secara skala, dan cocok untuk daerah rawan gempa. Dalam konteks pendidikan, teknologi modular memberikan peluang besar untuk pembelajaran interdisipliner di bidang Arsitektur, Teknik Sipil, dan Teknik Elektro. Artikel ini mengeksplorasi penerapan empat teknologi modular tersebut, khususnya dalam pembangunan fasilitas laboratorium di Kecamatan Dau, Kabupaten Malang dan manfaat yang diperoleh bagi dunia Pendidikan. Karakter keempat teknologi modular tersebut dilihat dengan seksama untuk dapat diterapkan dan dikembangkan sesuai dengan peruntukan dan kondisi Lokasi.*

### KEYWORDS:

Konstruksi modular, Teknologi prefabrikasi, Pendidikan interdisipliner

## PENDAHULUAN

Konstruksi modular telah menjadi inovasi yang signifikan dalam dunia arsitektur dan keteknikan. Berawal dari perkembangan konstruksi prefabrikasi di abad ke-19, teknologi ini pertama kali digunakan untuk memenuhi kebutuhan perumahan cepat di Inggris dan Amerika Serikat selama masa industrialisasi. Contoh awal adalah konstruksi "kit houses" yang diproduksi oleh Sears, Roebuck & Co. pada awal abad ke-20, di mana rumah-rumah dikirim dalam bentuk panel yang siap dirakit. Teknologi modular berkembang pesat, terutama setelah Perang Dunia II, ketika prefabrikasi digunakan untuk menyediakan perumahan bagi masyarakat yang terkena dampak perang (Hunter, 2012).

Pada era modern, konstruksi modular menjadi semakin diterima oleh masyarakat (Seidu, Young, Thayaparan, & Appiah-Kubi, 2021) dan semakin canggih dengan integrasi teknologi digital seperti Building Information Modeling (BIM) (Li, Feng, Liu, Ye, & Xie, 2023)

dan teknik fabrikasi otomatis seperti rumah Boxabl ala Elon Musk. Negara-negara seperti Jepang dan Swedia menjadi pelopor dalam penggunaan teknologi modular untuk perumahan berkelanjutan dan efisien. Di Asia, khususnya China, teknologi modular digunakan untuk membangun gedung pencakar langit dalam waktu yang sangat singkat, seperti Tower Hotel di Changsha yang selesai hanya dalam waktu 19 hari (Boafo, Kim, & Kim, 2016).

Konstruksi modular saat ini telah digunakan untuk mawadahi berbagai jenis fungsi di masyarakat, antara lain: konstruksi bangunan, fasilitas infrastruktur, industri dan manufaktur, exhibition, utilitas perkotaan dan publik, bangunan ritel dan perhotelan, fasilitas militer, pertanian, pendukung transportasi, bangunan Pendidikan dan penelitian, hingga fasilitas pusat data.

Di Indonesia, teknologi modular yang dikenal cocok diterapkan di daerah gempa (Al Bani and Agustapraja, 2020), dalam skala besar dinilai menguntungkan (Turbaningsih, Mutaharah, & Saputra, 2022) dan adaptif

terhadap lingkungan (Basuki & Satwiko, 2022), mulai diperkenalkan pada awal 2000-an, terutama melalui program-program perumahan sederhana seperti RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat) oleh Kementerian PUPR. Teknologi ini terus berkembang dengan munculnya inovasi seperti Mobox, WG Flatpack, dan Ruspun yang menawarkan solusi untuk berbagai kebutuhan konstruksi, termasuk hunian darurat, fasilitas sanitasi, dan ruang belajar. Sejarah panjang dan evolusi teknologi modular ini menegaskan potensi besar sistem ini untuk mendukung kebutuhan infrastruktur modern dan pembangunan berkelanjutan, khususnya di bidang pendidikan.

Dalam konteks pendidikan, konstruksi modular menjadi peluang besar untuk memperkaya pembelajaran interdisipliner baik di bidang arsitektur, teknik sipil, maupun teknik elektro.

Desain laboratorium terapan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dilakukan bertahap untuk menghasilkan desain fasilitas laboratorium terpadu yang relevan, fungsional, dan memenuhi kebutuhan semua pihak yang terlibat. Proses diskusi awal bersama mitra pengguna, pengukuran lokasi, penyusunan *draft* dokumen pradesain hingga finalisasi gambar pradesain. Hal ini dilakukan secara kolaboratif melibatkan pihak eksternal: Kementerian PUPR, PT. Adhi Karya, dan PT. Wijaya Karya.

Sebagai bagian dari pengabdian kepada masyarakat, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya telah merancang fasilitas laboratorium terapan konstruksi modular di Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Rancangan meliputi tata letak konstruksi, pembagian zonasi, pemanfaatan ruang, dan pemilihan bahan. Artikel ini membahas penerapan empat jenis teknologi modular, yaitu Mobox, WG Flatpack, Ruspun, dan Risha, serta manfaat yang diperoleh bagi dunia pendidikan.

### Mobox

Mobox (Mobile Box) adalah sistem modular volumetrik yang dirancang untuk transportasi dan pemasangan cepat. Secara teknis, Mobox menggunakan material

berkualitas tinggi, seperti baja ringan atau baja galvanis untuk kerangka, *sandwich* panel dengan inti isolasi untuk dinding, pelat baja atau beton pra cetak untuk lantai, serta pelat UPVC atau metal *sheet* untuk atap. Tiga tipe utama Mobox—6x6 meter, 3x6 meter, dan 3x3 meter—memungkinkan konfigurasi fleksibel yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Sistem knock-down yang digunakan membuat Mobox mudah dirakit di lapangan tanpa memerlukan alat berat, sementara desain modularnya mempermudah transportasi ke seluruh wilayah Indonesia

Keunggulan Mobox mencakup efisiensi waktu dan biaya, fleksibilitas desain, transportasi yang mudah, dan ketahanan terhadap bencana. Proses konstruksi Mobox terbukti lebih cepat dibandingkan metode konvensional, sebagaimana ditunjukkan dalam pembangunan hunian pekerja konstruksi (HPK) di Ibu Kota Nusantara (IKN) yang mencatat rekor MURI dengan penyelesaian seluas 3240 m<sup>2</sup> dalam waktu 29 jam 26 menit 51 detik. Selain itu, Mobox telah diuji tahan gempa hingga magnitudo 9 SR oleh Puslitbang Kementerian PUPR, menunjukkan ketangguhan dalam kondisi ekstrem. Teknologi ini minim limbah konstruksi, mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Mobox telah diterapkan di berbagai proyek strategis di Indonesia. Salah satu proyek signifikan adalah pembangunan fasilitas hunian pekerja di IKN, yang dirancang untuk mendukung kebutuhan infrastruktur kota baru tersebut. Di lokasi bencana seperti Desa Candipuro dan Dusun Gentengan, Mobox digunakan untuk membangun fasilitas sanitasi darurat seperti toilet dan kamar mandi bagi para pengungsi. Selain itu, Mobox telah digunakan untuk membangun kantor sementara di kawasan industri, seperti Direksi Keet di JIPE Manyar, Gresik, yang menunjukkan fleksibilitas teknologi tersebut.

**STRUCTURE**

- 3 WAYS JOINT
- BEAM
- COLUMN
- 3 WAYS JOINT

BAHAN LANGKA GAMPANG DILAKUKAN BAHAN BANGUNAN SEMPURNA & LAYAK  
 DAPAT DIGUNAKAN SAMPAH & LAYAK  
 GUNAKAN PRASANGKAPAN MULAI DARI 30 TON

ITEM	CAPACITY
Tebal	500 kg
Maks. Storey	3
Floor Live Load	200 kg/m <sup>2</sup>
Roof Live Load	100 kg/m <sup>2</sup>
Wind Load	25 kg/m <sup>2</sup>
Life Product	20 tahun
Tahanan Terhadap Api	Kelas A1

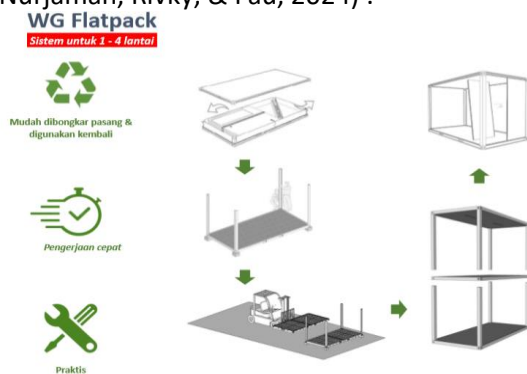
SISTEM SAMBUNGAN MENGGUNAKAN BAIT

Copyright © 2022 MOBBOX. All Rights Reserved

apg

**Gambar 1. Konstruksi Moduler Mobox (PUPR, 2023)****WG FlatPack**

Teknologi moduler ini menggunakan sistem moduler berbasis rangka baja dan panel yang dirancang untuk menghasilkan bangunan dengan fleksibilitas tinggi, efisiensi waktu, dan keberlanjutan. Sistem WG Flatpack mengintegrasikan seluruh elemen bangunan, termasuk dinding, lantai, dan atap, yang diproduksi di pabrik sebelum dirakit di lokasi proyek. Secara teknis, Kerangka utamanya terbuat dari baja ringan atau baja galvanis yang tahan korosi, sementara dindingnya terdiri dari *sandwich* panel dengan inti isolasi seperti EPS atau *polyurethane*. Panel-panel ini menawarkan isolasi termal dan akustik yang baik serta tahan api. Lantainya menggunakan pelat baja atau beton pra cetak untuk menahan beban berat, sementara atapnya dilapisi material seperti UPVC atau metal *sheet* untuk melindungi bangunan dari cuaca ekstrem. Dimensi unit standar WG Flatpack biasanya adalah 6x2,4 meter dengan tinggi antara 2,5 hingga 3 meter, dan sistem knock-down yang digunakan memungkinkan unit dikirim dalam bentuk datar (*flatpack*), sehingga mempermudah transportasi. Jenis konstruksi telah digunakan dalam berbagai fungsi di IKN (Nurjaman, Rivky, & Fau, 2024).

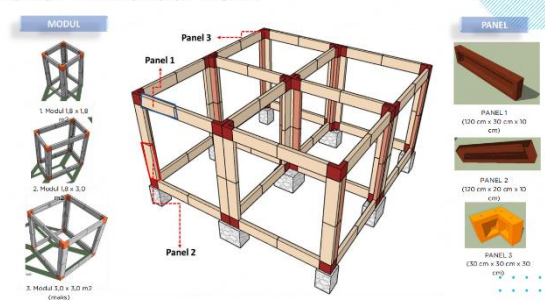
**Gambar 2. Konstruksi Moduler WG Flatpack (Wika Gedung, 2023)****Risha**

Risha, singkatan dari Rumah Instan Sederhana Sehat, adalah salah satu sistem konstruksi moduler yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan hunian sederhana dengan biaya yang terjangkau, waktu konstruksi yang cepat, dan efisiensi material (Wimala, Bonardo, Perceka, & Carissa,

2022)(Nelza et al., 2021). Teknologi ini dikembangkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Indonesia, sebagai solusi untuk menyediakan hunian layak bagi masyarakat, khususnya di daerah pasca-bencana (Sulistiana et al., 2024) atau wilayah yang membutuhkan pembangunan cepat. Risha telah digunakan untuk menyediakan hunian sementara dan permanen di daerah terdampak bencana seperti Lombok dan Palu. Kementerian PUPR memanfaatkan Risha untuk proyek perumahan massal di berbagai daerah, mendukung program **Satu Juta Rumah** untuk masyarakat berpenghasilan rendah juga program 2000 bangunan huntap (hunian tetap) bagi keluarga terdampak letusan gunung Semeru tahun 2021.

Secara teknis Risha menggunakan panel beton pra cetak digunakan sebagai rangka balok dan kolom struktur. Beton ini diproses dengan standar kualitas tinggi untuk memastikan kekuatan dan daya tahan terhadap lingkungan. Setiap panel memiliki dimensi standar untuk mempermudah produksi massal dan perakitan di lapangan. Sambungan antar panel menggunakan baut khusus yang memungkinkan instalasi cepat tanpa memerlukan alat berat.

Modul Risha memungkinkan berbagai konfigurasi sesuai kebutuhan, seperti hunian tipe 36, tipe 45, hingga bangunan dengan desain yang lebih kompleks. Risha dapat dirakit dalam waktu singkat, hanya membutuhkan waktu sekitar **1-7 hari** untuk membangun satu unit rumah sederhana.

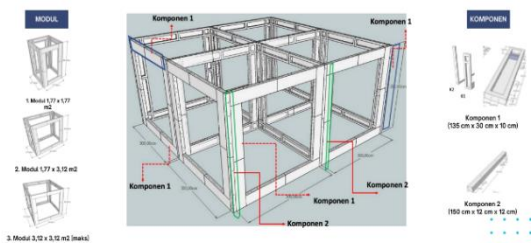
**MODUL TEKNOLOGI RISHA****Gambar 3. Konstruksi Moduler Risha (PUPR, 2023)****Ruspin**

Ruspin (Rumah Sistem Panel Instan) merupakan solusi cepat untuk membangun

ruang dengan panel beton pra cetak. Sistem ini memerlukan tenaga kerja minimal, menjadikannya ideal untuk proyek seperti ruang seminar, ruang diskusi komunitas, atau asrama mahasiswa. Panel RUSPIN memiliki dimensi standar, biasanya panjang sekitar 120 cm dan tinggi 240 cm, dengan ketebalan yang bervariasi sesuai kebutuhan. Setiap unit panel dilengkapi dengan sistem sambungan *interlocking*, tanpa perekat tambahan atau bantuan alat berat sehingga memungkinkan pemasangan yang cepat dan mudah.

Sistem ini memungkinkan pembangunan hunian sederhana hanya dalam waktu 3-7 hari untuk satu unit rumah, menjadikannya ideal untuk situasi darurat seperti pasca-bencana (Sulistiana et al., 2024). RUSPIN telah digunakan untuk membangun hunian sementara dan permanen di daerah terdampak bencana seperti Palu, Lombok, dan Aceh.

**TEKNOLOGI RUMAH SISTEM PANEL INSTAN (RUSPIN)**



**Gambar 4. Konstruksi Modular Ruspin (PUPR, 2023)**

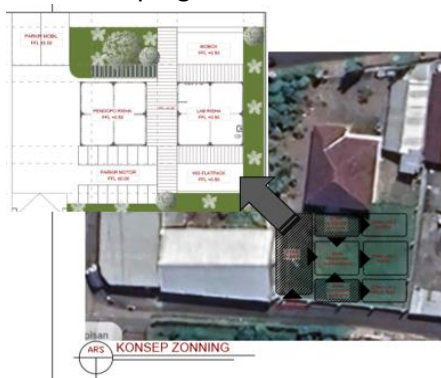
**KONSEP**

Konsep peletakan perencanaan konstruksi modular dilakukan dengan penerapan 4zonasi fungsi, antara lain:

- Zona 1 difungsikan untuk lahan parkir.
- Zona 2 difungsikan sebagai pendopo penerimaan tamu/ mahasiswa dimana konstruksi ruspin ditempatkan, terbuka tanpa dinding.
- Zona 3 difungsikan sebagai fasilitas terbuka (*outdoor*) untuk berbagai kegiatan di luar ruang.
- Zona 4 difungsikan sebagai fasilitas laboratorium terapan, dimana konstruksi *mobox*, *wg flatpack* dan risha ditempatkan.

Keempat zona tersebut diterapkan sesuai dengan aliran urutan aktivitas penghuni yakni kedatangan, peletakan kendaraan, registrasi

kehadiran, aktivitas, registrasi ulang saat usai aktivitas dan kepergian.



**Gambar 5. Konsep Zonasi Peruntukan**

Konsep pemilihan bahan bangunan berdasarkan keberadaan vendor rekanan, dimana bahan struktur utama sesuai dengan spesifikasi pabrik konstruksi modular, material dinding dan lantai disesuaikan dengan ketersediaan vendor. Vendor yang telah dihubungi menyatakan ketertarikan dengan mengirimkan sampel bahan bangunan untuk diterapkan konstruksi modular.

**Tabel 1. Pemilihan Bahan Bangunan**

	<b>WG Flat</b>	<b>Mobox</b>	<b>Risha</b>	<b>Ruspin</b>
Kolom	Built in	Built in	Built in	Built in
Balok	Built in	Built in	Built in	Built in
Dinding	<i>Sandwich</i> panel	<i>Sandwich</i> panel	WPC, <i>Sandwich</i> panel, Glass brick Vrspace	EPS Tanpa dinding
Pintu	PVC	PVC	Aluminium panel	-
Jendela			Metal Clip	UPVC
Penutup Atap	Built in	Baja Ringan		
Rangka Atap	Built in	Baja	Baja Ringan (Pelana)	Baja Ringan Limasan
Lantai	Built in	Built in	Viridi dark beton kerayon, Romand Hardrock, Romand dTerazzo	Deck brown, dak Decking Granit SPC, Epoxy, Decking Granit Bone

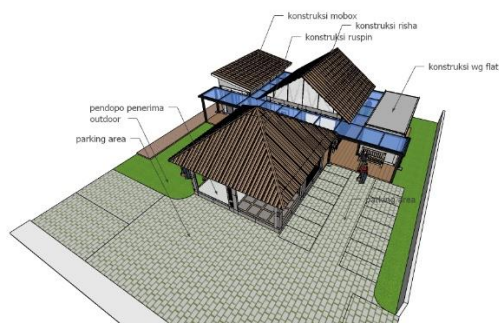
**PENDEKATAN DISAIN**

Rencana peletakan empat struktur modular, yaitu Mobox, WG Flatpack, Risha, dan

Ruspin, mengintegrasikan pendekatan desain adaptif terhadap konteks lokasi dan fungsi bangunan. Setiap modul dirancang dengan empat jenis atap berbeda: atap datar untuk kesan modern minimalis, atap miring untuk efisiensi drainase di wilayah curah hujan tinggi, atap pelana untuk mengoptimalkan ventilasi dan sirkulasi udara, serta atap perisai untuk ketahanan terhadap angin kencang. Selain fungsionalitas, keempat jenis atap ini juga menjadi media pembelajaran bagi mahasiswa untuk memahami detail konstruksi, teknik pemasangan, serta jenis bahan yang digunakan, seperti baja ringan, kayu, atau material komposit, secara langsung di lapangan.

## HASIL DESAIN

Perencanaan tata letak masa bangunan sedemikian agar setiap struktur modular memiliki fungsi yang jelas; dan pemilihan material, memilih material yang sesuai untuk setiap jenis struktur modular, dengan mempertimbangkan faktor kebaruan dan ketersediaan.

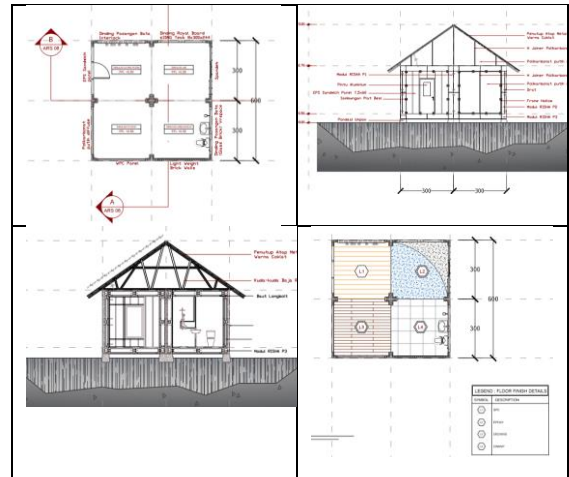


Gambar 6. Rencana Peletakan Konstruksi Modular

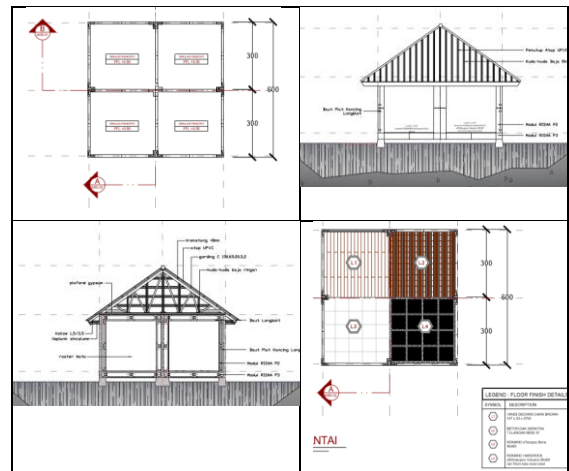
Hasil desain meliputi denah, tampak, potongan, dan rencana lantai untuk bangunan penerima dan laboratorium terapan yang menggunakan struktur modular Risha dan Ruspin. Bangunan penerima dirancang dengan fungsi utama sebagai area penyambutan, dilengkapi ruang lobi dan ruang tunggu, menggunakan struktur Risha yang ringan dan mudah disesuaikan. Struktur ini memungkinkan fleksibilitas tata ruang dengan efisiensi bahan konstruksi.

Laboratorium terapan dirancang dengan fokus pada fungsionalitas untuk mendukung kegiatan praktikum. Menggunakan struktur

Ruspin yang kokoh dan modular, bangunan ini menyediakan ruang eksperimen, area penyimpanan alat, dan ruang instruktur. Rencana lantai memperhatikan sirkulasi yang optimal, pencahayaan alami, dan ventilasi silang, serta memungkinkan adaptasi untuk kebutuhan teknis masa depan.



Gambar 7. Desain Bangunan Laboratorium Terapan Struktur Ruspin



Gambar 8. Desain Bangunan Penerima Struktur Risha

## PENERAPAN HASIL DISAIN DAN MANFAAT BAGI DUNIA PENDIDIKAN

Penerapan hasil desain dilakukan secara bertahap, saat ini telah dilakukan tahap pertama yaitu konstruksi Mobox dan WGFlatpack dengan pelibatan pihak vendor, menyusul kedepan direncanakan penerapan konstruksi Risha dan Ruspin. Pelaksanaan Instalasi konstruksi modular di lingkungan Fakultas Teknik UB, secara langsung berpeluang memberikan *insight* bagi

pembelajaran mahasiswa dan berpeluang membuka cakrawala penelitian baik oleh dosen maupun mahasiswa.

Dari beberapa *group discussion* yang melibatkan mahasiswa dan peneliti di lingkungan Fakultas Teknik, beberapa manfaat yang didapat dari penerapan konstruksi modular antara lain:

**Pengembangan Pemahaman Teknis.**

Konstruksi modular memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari berbagai aspek teknis, mulai dari fabrikasi komponen hingga proses perakitan di lapangan. Mahasiswa arsitektur dapat memahami bagaimana modul dirancang untuk saling terhubung secara efisien, dengan memperhatikan detail seperti sambungan struktur, sistem mekanikal-elektrikal, hingga pemanfaatan material ramah lingkungan. Teknologi Ruspin dan Mobox memungkinkan mahasiswa Teknik Sipil mempelajari sistem sambungan struktur modular, uji kekuatan material, dan analisis beban. Pengalaman ini membantu mereka memahami aplikasi praktis dari teori struktur yang diajarkan di bangku perkuliahan. Sedangkan dibidang elektro, Mahasiswa dapat belajar bagaimana merancang sistem kelistrikan yang hemat energi dan sesuai dengan kebutuhan modular, memberikan wawasan praktis tentang efisiensi energi dalam konstruksi



**Gambar 9. Pemahaman Teknis Instalasi Konstruksi Mobox di Lapangan**

**Peluang Eksplorasi Desain Inovatif.**

Sistem modular seperti RISHA, RUSPIN, MOBOX, dan WG Flat memberikan fleksibilitas dalam eksplorasi desain.



**Gambar 10. Pemahaman Teknis metoda Instalasi konstruksi WG Flatpack di lapangan**

Mahasiswa dapat mengeksplorasi bagaimana setiap sistem modular dapat diadaptasi untuk kebutuhan tertentu, seperti hunian pasca-bencana, bangunan komersial sementara, atau fasilitas pendidikan berkelanjutan. Teknologi ini juga membuka peluang untuk menggabungkan estetika dengan fungsi secara optimal. Lebih jauh, Teknologi modular seperti WG Flatpack dan Risha mencerminkan tren global dalam desain bangunan hemat energi dan ramah lingkungan. Mahasiswa dapat memahami bagaimana desain modular diterapkan untuk memenuhi kebutuhan fungsional sekaligus mempertahankan nilai estetika.

**Pengalaman Praktis.**

Keterlibatan langsung mahasiswa dalam proyek berbasis modular memberikan pengalaman yang tidak bisa didapatkan melalui pembelajaran di ruang kelas saja. Mereka dapat merancang, mengawasi, dan bahkan melakukan instalasi komponen modular. Pengalaman ini meningkatkan keterampilan praktis sekaligus memperkuat pemahaman tentang penerapan teori arsitektur dalam dunia nyata.



**Gambar 11. Pengalaman Praksis Instalasi konstruksi WG Flatpack di lapangan**

### Pemahaman Efisiensi Waktu dan Biaya.

Dalam proses pembelajaran, sistem modular mempercepat pembangunan proyek pendidikan, seperti laboratorium lapangan atau fasilitas penelitian. Efisiensi ini tidak hanya mendukung penghematan biaya, tetapi juga memungkinkan mahasiswa untuk segera menggunakan fasilitas tersebut untuk kegiatan akademik. Sistem modular yang dirancang untuk instalasi cepat, seperti Ruspin dan mobox, memberikan wawasan tentang bagaimana proyek dapat diselesaikan lebih efisien dengan tenaga kerja minimal. Hal ini relevan untuk kebutuhan proyek di lokasi terpencil atau dalam situasi darurat.

**Keberlanjutan dan Ketahanan.** Sistem modular dirancang untuk lebih tahan terhadap gempa, banjir, atau kondisi cuaca ekstrem. Hal ini memberikan wawasan kepada mahasiswa tentang bagaimana arsitektur dapat berkontribusi pada mitigasi bencana dan pembangunan berkelanjutan. Mahasiswa teknik sipil dapat melakukan penelitian tentang material yang digunakan dalam konstruksi modular, seperti panel beton pra cetak pada Risha atau *sandwich* panel pada WG Flatpack, untuk mengembangkan inovasi material baru yang lebih efisien dan berkelanjutan. Lebih jauh,

### PENUTUP

Penerapan konstruksi modular Mobox, WG Flatpack, Ruspin, dan Risha dalam dunia pendidikan memberikan manfaat besar, baik bagi dosen maupun mahasiswa. Teknologi ini mendukung pembelajaran interdisipliner, meningkatkan keterampilan praktis, dan mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi tantangan industri modern. Bagi pendidikan dibidang Arsitektur khususnya di Departemen Arsitektur FTUB, fasilitas konstruksi modular kedepan dapat difungsikan sebagai bengkel kerja dan *showroom* tempat mahasiswa menampilkan karya. Beberapa kendala diperkirakan muncul, di antaranya biaya awal, ketersediaan tenaga kerja terampil, dan resistensi terhadap teknologi baru, hal ini harus dikelola dengan baik melalui kolaborasi antara institusi pendidikan, pemerintah, dan industri. Dengan pendekatan yang tepat,

konstruksi modular dapat menjadi model inovasi dalam pendidikan yang mendukung keberlanjutan dan efisiensi pembangunan di Indonesia.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al Bani, F., & Agustapraja, H. R. (2020). Model Rumah Modular Sebagai Perumahan Rakyat Di DaerahGempa Madiun. *Jcebt*, 4(2), 2549–6387.
- Basuki, B., & Satwiko, P. (2022). Sistem Teknologi Bangunan Dan Mode Adaptif Ditengah Perubahan Lingkungan Post Pandemi Covid-19. *JoDA Journal of Digital Architecture*, 1(2), 79–89. <https://doi.org/10.24167/joda.v1i2.4304>
- Boafo, F. E., Kim, J.-H., & Kim, J.-T. (2016). Performance of Modular Prefabricated Architecture: Case Study-Based Review and Future Pathways. *Sustainability*, Vol. 8. <https://doi.org/10.3390/su8060558>
- Hunter, R. L. (2012). *Mail Order Homes: Sears Home and Other Kit Houses*. Bloomsbury Publishing.
- Li, N., Feng, Y., Liu, J., Ye, X., & Xie, X. (2023). Research on the Modular Design and Application of Prefabricated Components Based on KBE. *Buildings*, Vol. 13. <https://doi.org/10.3390/buildings13122980>
- Nelza, M., Iqbal, M., Arsitektur, D. P., Ujianto, B. T., Arsitektur, D. P., & Tumbuh, R. (2021). *ALTERNATIF DESAIN RUMAH TUMBUH MODULAR SISTEM PREFABRIKASI RISHA Laju pertumbuhan penduduk Republik Indonesia berdasarkan catatan BPS , pada tahun 2010-2020 berkisar pada angka 1 , 31 persen ( BPS , 2020 ). pertumbuhan penduduk pada 2010-2010 mencapai ki. V*, 53–62.
- Nurjaman, H. N., Rivky, R., & Fau, M. N. (2024). Planning and implementation of the flatpack modular system for construction worker residents in the Indonesian national capital. *AIP Conference Proceedings*, 3215(1), 60004. <https://doi.org/10.1063/5.0235650>
- Seidu, R., Young, B. E., Thayaparan, M., & Appiah-Kubi, J. (2021). *Modular Construction Innovation in the UK: The*

*Case of Residential Buildings.*

Sulistiana, P. D., Bili, H. T., Ayu, D., Silvia, R., Teknik, F., Perencanaan, D., ... Panel, S. (2024). EFEKTIVITAS SISTEM PREFABRIKASI RISHADAN RUSPINDALAM PEMBANGUNAN PERUMAHAN BERKELANJUTAN: STUDI KOMPARATIF. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1).

Turbaningsih, O., Mutaharah, U., & Saputra, P. (2022). The Study of Potential Application of Modular Construction in The Development of Indonesia's New Capital City. *Jurnal Teknik Sipil*, 29(3), 207–216. <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.3.1>

Wimala, M., Bonardo, B., Perceka, W., & Carissa, C. (2022). Keunggulan Kompetitif Teknologi Modular Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA) Jayagiri. *Arsitektura*, 20(2), 327. <https://doi.org/10.20961/arst.v20i2.60111>