

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Pondok Pesantren di Indonesia

Pondok Pesantren merupakan institusi pendidikan islam yang di kenal dengan pola pendidikan berbasis asrama, selain itu pesantren menjadi salah satu lembaga pendidikan paling tua di Indonesia, yang keberadaannya telah tercatat sejak abad ke-15. Pesantren muncul sebagai kombinasi dari ajaran Islam dengan kearifan setempat, sehingga dapat memainkan peran penting sebagai pusat pendidikan agama serta perkembangan masyarakat. Dalam konteks sejarah, pesantren merupakan lembaga non-formal yang berkonsentrasi pada kajian islam, terutama pada karya-karya klasik islam (kitab kuning). Seiring berjalannya waktu, pesantren telah berkembang untuk meliputi sistem serta kurikulum pendidikan modern (Lutfiyah & Maarif, 2025). Singkatnya, pesantren mengalami perkembangan dari lembaga keagamaan konvensional menjadi sistem pendidikan yang fleksibel serta responsif terhadap perubahan zaman, dengan tetap menjaga nilai-nilai Islam . Lebih dari sekadar institusi pendidikan, pesantren juga berfungsi sebagai tempat tinggal bagi para siswa melalui sistem asrama. Lingkungan ini memungkinkan proses pembinaan karakter, nilai moral, dan kehidupan sosial berlangsung secara berkelanjutan, sehingga siswa tidak hanya berkembang secara intelektual, tetapi juga memiliki peran moral dalam kehidupan masyarakat (Firmansyah, 2021). Oleh karena itu, keberadaan hunian asrama yang nyaman, aman, dan layak menjadi aspek penting dalam mendukung terciptanya lingkungan belajar yang kondusif di dalam pesantren.

Akan tetapi, dalam praktiknya, pondok pesantren di Indonesia masih mengalami berbagai tantangan, salah satunya adalah kurangnya fasilitas yang mendukung kebutuhan siswa, sehingga membuat siswa merasa tidak nyaman untuk menetap di dalamnya (Sulthan & Saifuddin, 2023). Merujuk pada hasil penelitian, pondok pesantren menghadapi berbagai tantangan yang berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan hunian dan kesejahteraan santri. Permasalahan

tersebut terlihat pada aspek infrastruktur dan fasilitas, di mana tingkat kepadatan hunian yang tinggi seringkali menimbulkan kondisi lingkungan yang kurang kondusif (Kholid & Tiarawati, 2022). Selain itu, keterbatasan dalam penyediaan kebutuhan dasar seperti tempat tinggal, ruang belajar, serta ruang lainnya yang memadai turut memengaruhi kenyamanan dan kualitas hidup siswa (Thaariq et al., 2024).

Dari berbagai penelitian dapat disimpulkan bahwasannya kondisi pondok pesantren di Indonesia masih belum sepenuhnya terpenuhi dalam standarisasi serta regulasi yang tepat. Banyak pondok pesantren yang tidak memiliki ruangan yang memadai atau bahkan kekurangan ruangan tempat tinggal sehingga tidak dapat memberikan kenyamanan pada kualitas hidup siswa maupun santri.

2.2 Kebutuhan Ruang Bangunan Pondok Pesantren

Ketersediaan dan pengelolaan ruang pada pondok pesantren menjadi faktor utama dalam menunjang kenyamanan serta efektivitas kegiatan santri. Di sisi lain, kebutuhan dan penyediaan ruang pada setiap pondok pesantren dapat berbeda-beda, tergantung pada skala, jumlah santri, serta sistem pendidikan yang diterapkan. Sebagai lembaga pendidikan berbasis hunian, pondok pesantren tidak hanya membutuhkan ruang belajar, tetapi juga ruang ibadah, hunian santri, ruang pengelola, serta berbagai fasilitas penunjang lainnya. Ruang-ruang tersebut diperlukan untuk mendukung kegiatan pendidikan, pembinaan karakter, aktivitas sosial, hingga kebutuhan sehari-hari siswa maupun santri yang berlangsung secara terus-menerus. Adapun beberapa kebutuhan ruang pada pondok pesantren dapat dilihat pada tabel berikut.

Kelompok Ruang	Jenis Ruang	Fungsi Ruang
Ruang Ibadah	Masjid	Tempat ibadah, pengajian, dan kegiatan keagamaan
Ruang Pembelajaran	Ruang Kelas	Kegiatan belajar mengajar formal dan nonformal

Kelompok Ruang	Jenis Ruang	Fungsi Ruang
	Perpustakaan	Sarana membaca dan menunjang kegiatan belajar
	Ruang Laboratorium	Mendukung pembelajaran keterampilan dan teknologi
Ruang Hunian	Asrama Santri	Tempat tinggal dan pembinaan kehidupan komunal santri
	Kamar mandi/WC	Fasilitas sanitasi dan kebersihan
	Area Cuci dan Jemur	Mendukung aktivitas kebutuhan sehari-hari santri
Ruang Pengelola	Kantor Administrasi	Pengelolaan administrasi dan operasional
	Ruang Guru	Ruang kerja pengajar
	Ruang Tamu/Rapat	Kegiatan penerimaan tamu dan koordinasi
Ruang Pendukung	Dapur Umum	Menyiapkan kebutuhan konsumsi santri
	Ruang Makan	Tempat makan bersama
	Koperasi/Supermarket	Menunjang kebutuhan harian siswa maupun santri
	Ruang Kesehatan	Pelayanan kesehatan
	Aula	Kegiatan seminar, acara, dan aktivitas bersama
	Area Olahraga	Mendukung aktivitas fisik dan rekreasi

Tabel 2.1 Kebutuhan Ruang Pondok Pesantren

Sumber: (Utami & Khalidiyah, 2021)

Berdasarkan tabel kebutuhan ruang tersebut, dapat diketahui bahwa pondok pesantren memerlukan berbagai jenis ruang dengan fungsi yang saling

mendukung satu sama lain. Keberadaan ruang-ruang tersebut bertujuan untuk menunjang aktivitas pendidikan, ibadah, hunian, serta kegiatan penunjang lainnya agar seluruh kegiatan di lingkungan pesantren dapat berjalan dengan baik dan terorganisir.

2.3 Standarisasi Pondok Pesantren

Dalam perancangan pondok pesantren, diperlukan standar perencanaan dan perancangan sebagai acuan untuk menciptakan lingkungan pesantren yang layak, aman, nyaman, dan mampu mendukung seluruh aktivitas santri. Standarisasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan ruang, kapasitas pengguna, dimensi ruang, sistem zonasi, hingga kenyamanan bangunan pada kawasan pondok pesantren. Selain itu, penerapan standarisasi juga bertujuan agar perancangan pesantren dapat memenuhi aspek fungsional, kesehatan, keamanan, serta efektivitas pendidikan dan hunian.

Standarisasi ruang pada pondok pesantren dalam penelitian ini mengacu pada dua acuan sumber utama. Standarisasi bangunan pendidikan dan fasilitas penunjang menggunakan acuan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2007 mengenai standar sarana dan prasarana sekolah. Sementara itu, standar ruang asrama santri mengacu pada *Time-Saver Standards for Building Types* karya Joseph De Chiara, dikarenakan belum terdapat peraturan khusus yang mengatur standar dimensi dan kebutuhan ruang asrama pondok pesantren secara rinci.

2.3.1 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2007

Regulasi ini mengatur ketentuan tentang standar fasilitas dan infrastruktur pendidikan untuk tingkat Sekolah Dasar/Madrasah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA), yang mencakup beberapa elemen penting sebagai berikut :

2.3.1.1 Lahan

1. Untuk SMA/MA yang memiliki 15-32 peserta didik per rombongan belajar, lahan memenuhi ketentuan rasio minimum luas lahan terhadap peserta didik seperti tercantum pada tabel berikut.

No.	Banyak rombongan belajar	Rasio minimum luas lahan terhadap peserta didik (m ² /peserta didik)		
		Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai	Bangunan tiga lantai
1.	3	36,5	19,3	-
2.	4-6	22,8	12,2	8,1
3.	7-9	18,4	9,7	6,5
4.	10-12	16,3	8,7	5,9
5.	13-15	14,9	7,9	5,3
6.	16-18	14,0	7,5	4,9
7.	19-21	13,5	7,2	4,8
8.	22-24	13,2	7,0	4,7
9.	25-27	12,8	6,8	4,6

Tabel 2.2 Luas Lantai Bangunan Minimum SMA/MA untuk 15-32 Siswa

Sumber: Permendiknas Nomor 24 Tahun 2007

2. Untuk SMA/MA yang memiliki <15 peserta didik per rombongan belajar, lahan memenuhi ketentuan luas minum seperti tercantum pada tabel berikut.

No.	Banyak rombongan belajar	Luas minimum lahan (m ²)		
		Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai	Bangunan tiga lantai
1.	3	2140	1360	-
2.	4-6	2570	1420	1290
3.	7-9	3040	1640	1340
4.	10-12	3570	1890	1390

5.	13-15	4000	2150	1440
6.	16-18	4440	2390	1590
7.	19-21	5000	2670	1780
8.	22-24	5570	3000	2020
9.	25-27	6040	3240	2170

Tabel 2.3 Luas Lantai Bangunan Minimum SMA/MA untuk <15 Siswa

Sumber: Permendiknas Nomor 24 Tahun 2007

Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 menjelaskan bahwa banyaknya rombongan belajar yang direncanakan pada sebuah SMA/MA berdasarkan luas lahan minimum. Selain itu, terdapat beberapa peraturan terkait lahan yang terikat pada peraturan tersebut, diantaranya :

1. Luas lahan yang dimaksud pada kedua tabel tersebut merupakan luas lahan efektif yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan prasarana sekolah/madrasah, meliputi bangunan serta area bermain.
2. Lahan harus terbebas dari potensi bahaya yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan jiwa, serta memiliki akses yang memadai untuk proses evakuasi dan penyelamatan pada kondisi darurat.
3. Lahan memiliki kemiringan rata-rata kurang dari 15% serta tidak berada pada kawasan garis sempadan sungai maupun jalur kereta api.
4. Lahan terhindar dari gangguan-gangguan berikut.
 - a. Pencemaran air, sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
 - b. Kebisingan, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 94/MENKLH/1992 tentang Baku Mutu Kebisingan.
 - c. Pencemaran udara, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02/ MEN KLH/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.
5. Pemanfaatan lahan harus mengacu pada peruntukan yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota atau peraturan tata ruang lain yang berlaku, serta didukung oleh izin pemanfaatan tanah yang diterbitkan oleh Pemerintah Daerah setempat.

6. Lahan harus memiliki status hak atas tanah yang sah dan/atau izin pemanfaatan dari pemegang hak atas tanah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku untuk jangka waktu paling singkat 20 tahun.

2.3.1.2 Bangunan

1. Untuk SMA/MA yang memiliki 15-32 peserta didik per rombongan belajar, lahan memenuhi ketentuan rasio minimum luas lahan terhadap peserta didik seperti tercantum pada tabel berikut.

No.	Banyak rombongan belajar	Rasio minimum luas lantai bangunan terhadap peserta didik (m ² /peserta didik)		
		Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai	Bangunan tiga lantai
1.	3	10,9	11,6	-
2.	4-6	6,8	7,3	7,3
3.	7-9	5,5	5,8	5,8
4.	10-12	4,9	5,2	5,3
5.	13-15	4,5	4,7	4,8
6.	16-18	4,2	4,5	4,5
7.	19-21	4,1	4,3	4,3
8.	22-24	3,9	4,2	4,2
9.	25-27	3,8	4,1	4,1

Tabel 2.4 Rasio Minimum Luas Lantai Bangunan 15-32 Siswa
Sumber: Permendiknas Nomor 24 Tahun 2007

2. Untuk SMA/MA yang memiliki <15 peserta didik per rombongan belajar, lahan memenuhi ketentuan luas minum seperti tercantum pada tabel berikut.

No.	Banyak rombongan belajar	Luas minimum lantai bangunan (m ²)		
		Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai	Bangunan tiga lantai
1.	3	640	710	-
2.	4-6	770	830	860
3.	7-9	910	980	1010
4.	10-12	1070	1130	1160
5.	13-15	1200	1290	1290
6.	16-18	1330	1430	1430
7.	19-21	1500	1600	1600
8.	22-24	1670	1800	1810
9.	25-27	1810	1940	1950

Tabel 2.5 Luas Minimum Lantai Bangunan <15 Siswa
Sumber: Permendiknas Nomor 24 Tahun 2007

Beberapa ketentuan tambahan yang terkait dengan pembangunan fisik SMA/MA juga diatur dalam dalam perundang-undangan, meliputi :

1. Ketentuan Tata Bangunan :
 - a. Koefisien dasar bangunan maksimal 30%.
 - b. Koefisien lantai bangunan dan ketinggian maksimum bangunan yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah.
 - c. Jarak bebas bangunan yang meliputi garis sempadan bangunan dengan as jalan, tepi sungai, tepi pantai, jalan kereta api, dan/atau jaringan tegangan tinggi, jarak antara bangunan dengan batas-batas persil, dan jarak as jalan dan pagar halaman yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah.
2. Persyaratan Keselamatan :

- a. Memiliki konstruksi yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban muatan hidup dan beban muatan mati, serta untuk daerah/zona tertentu kemampuan untuk menahan gempa dan kekuatan alam lainnya.
 - b. Dilengkapi sistem proteksi pasif dan/atau proteksi aktif untuk mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan petir.
3. Persyaratan Kesehatan :
 - a. Memiliki fasilitas untuk ventilasi udara dan pencahayaan yang mencukupi.
 - b. Memiliki sanitasi di dalam maupun di luar bangunan seperti saluran air bersih, saluran air kotor, tempat sampah, dan saluran air hujan.
 - c. Bahan bangunan yang dipakai, aman bagi Kesehatan pengguna bangunan dan tidak menimbulkan dampak kurang baik bagi lingkungan.
4. Bangunan menyediakan fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, dan nyaman termasuk bagi penyandang disabilitas.
5. Persyaratan Kenyamanan :
 - a. Bangunan dapat meredam kebisingan dan getaran yang mengganggu kegiatan belajar mengajar.
 - b. Memiliki pengaturan penghawaan yang cukup pada setiap ruangan.
 - c. Dilengkapi lampu penerangan di setiap ruangnya.
6. Persyaratan Bangunan Bertingkat :
 - a. Maksimum terdiri dari tiga lantai.
 - b. Dilengkapi dengan tangga yang mempertimbangkan keamanan, keselamatan, kemudahan, dan kesehatan pengguna.
7. Bangunan dilengkapi sistem keamanan berikut :
 - a. Peringatan bahaya bagi pengguna, pintu keluar darurat, dan jalur evakuasi apabila terjadi bencana kebakaran maupun bencana lainnya.
 - b. Akses evakuasi yang dapat dicapai dengan mudah dan dilengkapi penunjuk arah yang jelas.
8. Bangunan dilengkapi dengan instalasi listrik daya minimum 1300 watt.

9. Pembangunan Gedung atau ruang baru harus dirancang, dilaksanakan, dan diawasi secara profesional.
10. Kualitas pada bangunan minimum permanen kelas B, sesuai dengan PP No. 19 Tahun 2005 Pasal 45, dan mengacu pada Standar PU.
11. Bangunan sekolah/madrasah dapat bertahan minimum selama 20 tahun.
12. Pemeliharaan bangunan sebagai berikut :
 - a. Pemeliharaan ringan, meliputi pengecatan ulang, perbaikan sebagian daun jendela/pintu, penutup lantai, penutup atap, plafon, instalasi air dan listrik, dilakukan paling setidaknya sekali dalam 5 tahun.
 - b. Pemeliharaan berat, meliputi penggantian rangka atap, rangka plafon, rangka kayu, kusen, dan seluruh penutup atap, dilakukan paling setidaknya sekali dalam 20 tahun.
13. Bangunan dilengkapi dengan izin mendirikan bangunan dan izin penggunaan sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku.

2.3.1.3 Kelengkapan Sarana dan Prasarana

Berdasarkan standar sarana dan prasarana pendidikan tingkat SMA/MA, sebuah bangunan sekolah sekurang-kurangnya harus memiliki fasilitas yang mendukung kegiatan pembelajaran, administrasi, pengembangan peserta didik, serta aktivitas penunjang lainnya. Prasarana tersebut meliputi ruang pembelajaran, ruang administrasi, fasilitas laboratorium, fasilitas pelayanan siswa, hingga area penunjang kegiatan sosial dan olahraga. Adapun prasarana minimal yang harus tersedia pada bangunan SMA/MA adalah sebagai berikut :

1. Ruang Kelas
 - Jumlah minimum ruang kelas sama dengan banyak rombongan belajar
 - Kapasitas maksimal ruang kelas adalah 32 peserta didik.
 - Rasio minimum luas ruang kelas adalah 2 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang kelas adalah 30 m². Lebar minimum ruang kelas adalah 5 m.
2. Ruang Perpustakaan

- Luas minimum ruang perpustakaan dengan satu setengah kali ruang kelas. Lebar minimum ruang perpustakaan adalah 5 m.
3. Ruang Laboratorium Biologi
 - Ruang laboratorium biologi dapat menampung minimal satu rombongan belajar
 - Rasio minimal ruang laboratorium biologi adalah 2,4 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48 m² termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m². Lebar minimum ruang laboratorium biologi adalah 5 m.
 4. Ruang Laboratorium Fisika
 - Ruang laboratorium fisika dapat menampung minimal satu rombongan belajar
 - Rasio minimal ruang laboratorium fisika adalah 2,4 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48 m² termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m². Lebar minimum ruang laboratorium fisika adalah 5 m.
 5. Ruang Laboratorium Kimia
 - Ruang laboratorium kimia dapat menampung minimal satu rombongan belajar
 - Rasio minimal ruang laboratorium kimia adalah 2,4 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium adalah 48 m² termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m². Lebar minimum ruang laboratorium kimia adalah 5 m.
 6. Ruang Laboratorium Komputer
 - Ruang laboratorium komputer dapat menampung minimal satu rombongan belajar yang bekerja dalam kelompok yang terdiri dari 2 orang.
 - Rasio minimal luas ruang laboratorium komputer adalah 2 m²/peserta didik. Untuk rombongan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimal

ruang laboratorium komputer adalah 30 m². Lebar minimal ruang laboratorium komputer adalah 5 m.

7. Ruang Laboratorium Bahasa

- Ruang laboratorium bahasa dapat menampung minimal satu rombongan belajar.
- Rasio minimal luas ruang laboratorium bahasa adalah 2 m²/peserta didik. Untuk rombongan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimal ruang laboratorium bahasa adalah 30 m². Lebar minimal ruang laboratorium bahasa adalah 5 m.

8. Ruang Pimpinan

- Luas minimal ruang pimpinan adalah 12 m² dan lebar minimalnya adalah 3 m.

9. Ruang Guru

- Rasio minimal luas ruang guru adalah 4 m²/pendidik dan luas minimum adalah 56 m².

10. Ruang Tata Usaha

- Rasio minimal luas ruang tata usaha adalah 4 m²/petugas dan luas minimum adalah 16 m².

11. Tempat Beribadah

- Banyaknya tempat beribadah sesuai dengan kebutuhan tiap SMA/MA, dengan luas minimal adalah 12 m².

12. Ruang konseling

- Luas minimal ruang konseling adalah 9 m².
- Ruang konseling dapat memberikan kenyamanan suasana dan menjamin privasi peserta didik.

13. Ruang UKS

- Ruang UKS berfungsi sebagai tempat untuk penanganan dini peserta didik yang mengalami gangguan kesehatan di sekolah/madrasah.
- Luas minimal ruang UKS adalah 12 m².

14. Ruang Organisasi Kesiswaan

- Ruang organisasi kesiswaan berfungsi sebagai tempat melakukan kegiatan kesekretariatan pengelolaan organisasi kesiswaan.
- Luas minimal ruang organisasi kesiswaan adalah 9 m².

15. Jamban

- Minimal terdapat 1 unit jamban untuk setiap 40 peserta didik pria, 1 unit jamban untuk setiap 30 peserta didik wanita, dan 1 unit jamban untuk guru. Jumlah minimal jamban di setiap sekolah/madrasah adalah 3 unit.
- Luas minimal 1 unit jamban adalah 2 m².

16. Gudang

- Gudang berfungsi sebagai tempat menyimpan peralatan pembelajaran di kelas, tempat menyimpan sementara peralatan sekolah/madrasah yang tidak/belum berfungsi, dan tempat menyimpan arsip sekolah/madrasah yang telah berusia lebih dari 5 tahun.
- Luas minimal gudang adalah 21 m².

17. Ruang Sirkulasi

- Ruang sirkulasi horizontal berupa koridor yang menghubungkan ruang-ruang di dalam bangunan dengan luas minimal adalah 30% dari luas total seluruh ruang pada bangunan, lebar minimal adalah 1,8 m, dan tinggi minimal adalah 2,5 m.
- Ruang sirkulasi horizontal dapat menghubungkan ruang-ruang dengan baik, beratap, serta mendapat pencahayaan dan penghawaan yang cukup.
- Koridor tanpa dinding pada lantai atas bangunan bertingkat dilengkapi pagar pengaman dengan tinggi 90-110 cm.
- Bangunan bertingkat dilengkapi dengan tangga. Bangunan bertingkat dengan panjang lebih dari 30 m dilengkapi minimal dua buah tangga.
- Jarak tempuh terjauh untuk mencapai tangga pada bangunan bertingkat tidak lebih dari 25 m.
- Lebar minimal tangga adalah 1,8 m, tinggi maksimal anak tangga adalah 17 cm, lebar anak tangga adalah 25-30 cm, dan dilengkapi pegangan tangan yang kokoh dengan tinggi 85-90 cm.

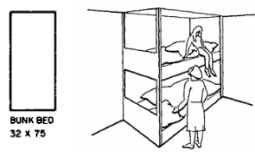
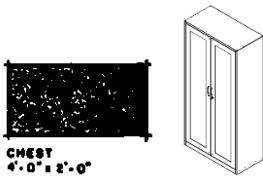
- Tangga yang memiliki lebih dari 16 anak tangga harus dilengkapi bordes dengan lebar minimum sama dengan lebar tangga.

18. Tempat bermain/berolahraga

- Rasio minimal luas tempat bermain/berolahraga adalah 3 m²/peserta didik. Jika banyak peserta didik kurang dari 334 orang, maka luas minimal tempat bermain/berolahraga adalah 1000 m².
- Di dalam luasan tersebut terdapat tempat berolahraga berukuran minimal 30 m x 20 m yang memiliki permukaan datar, drainase baik, dan tidak terdapat pohon, saluran air, serta benda-benda lain yang mengganggu kegiatan berolahraga.

2.3.2 Time-Saver Standards for Building Types

Buku *Time-Saver Standards for Building Types* karya Joseph De Chiara menjadi landasan dalam perancangan furnitur kamar asrama sekolah tersebut, dengan memberikan pedoman mengenai kebutuhan ruang dan ukuran furnitur. Pedoman ini dipilih karena terdapat persyaratan yang lebih tepat mengenai furnitur, termasuk tempat tidur dan lemari pakaian, serta luas area yang diperlukan. Jumlah pengguna dan luas area kamar asrama menjadi pertimbangan dalam memodifikasi pedoman tersebut.

Gambar	Keterangan	Dimensi
	Tempat tidur dua susun	Memiliki ukuran 32" x 75" atau sekitar 81 cm x 190 cm. Ukuran ini digunakan sebagai acuan kebutuhan ruang tidur santri pada asrama.
	Lemari dua pintu	Memiliki ukuran sekitar 4'-0" x 2'-0" atau sekitar 120 cm x 60 cm, digunakan sebagai

Gambar	Keterangan	Dimensi
		tempat penyimpanan pakaian dan barang pribadi santri. Setiap lemari digunakan oleh 2 santri.

Tabel 2.6 Acuan Pada Asrama Pondok Pesantren

Sumber: *Time-Saver Standards for Building Types*, Joseph De Chiara

2.4 Sistem Prefabrikasi

Perkembangan teknologi pada sektor konstruksi mendorong lahirnya berbagai macam inovasi baru dalam metode konstruksi bangunan. Salah satu metode konstruksi yang sekarang semakin populer adalah sistem modular yang berbasis prefabrikasi. Sistem modular prefabrikasi merupakan cara dalam konstruksi yang menggunakan proses pembuatan elemen bangunan secara modular di luar lokasi pembangunan, sehingga dapat menjadikan proses di lapangan lebih berfokus pada tahap perakitan bagian komponen (Nurhariyadi & Trihamdani, 2024). Sistem modular prefabrikasi utamanya pada konstruksi bangunan memiliki karakteristik utama yakni efisiensi, keberlanjutan, serta memiliki kemampuan beradaptasi pada lingkungan sekitar (Sumarto et al., 2023).

Penerapan sistem modular prefabrikasi telah di terapkan dalam sektor pendidikan, yaitu SD Kidang Kencana dan SD Cibantala 1 Cianjur (Khoirunnisa, 2022). Sekolah ini merupakan hasil rekonstruksi karena kerusakan yang disebabkan oleh bencana alam. Sistem ini dinilai dapat diterapkan pada bangunan sekolah maupun pesantren karena mampu mempercepat proses pembangunan, meningkatkan efisiensi konstruksi, serta memberikan fleksibilitas dalam pengembangan ruang. Contoh sistem prefabrikasi tersebut yakni Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA), Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN) , BRIKON, dan Mobox.

2.4.1 Sistem Prefabrikasi Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA)

Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA) merupakan sebuah teknologi bangunan dari beton yang dibuat secara pracetak menggunakan sistem *knock-down* yang dikembangkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman pada tahun 2004. Sistem ini memanfaatkan elemen yang memungkinkan untuk dipasang dan dibongkar kembali, sehingga mempercepat dan membuat proses Pembangunan menjadi lebih efisien (Joan et al., 2023).



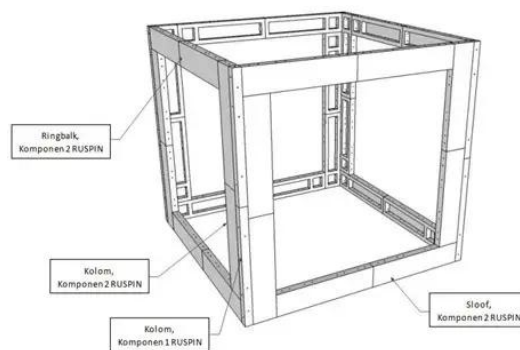
Gambar 2.1 Sistem Prefabrikasi RISHA

Sumber: *Google*

RISHA menggunakan konsep modular pracetak dengan sistem grid terstandarisasi yang dirakit menjadi struktur bangunan (Joan et al., 2023). RISHA terdiri dari panel P1 dan P2 sebagai elemen struktur, serta panel P3 sebagai simpul sambungan antar komponen (Simanjuntak & Meilawaty, 2024). RISHA memiliki kelebihan berupa proses Pembangunan cepat, tahan gempa, efisien, dan ramah lingkungan, namun memiliki keterbatasan pada bentang struktur serta membutuhkan tenaga kerja khusus dalam pemasangannya (Mia Wimala, Benjamin Bonardo, Wisena Perceka, 2022).

2.4.2 Sistem Prefabrikasi Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN)

Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN) merupakan sistem rumah instan modular berbasis panel pracetak yang dikembangkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (Petrojayan, 2026). RUSPIN adalah teknologi modular pembaruan dari RISHA. RUSPIN menggunakan konsep modular berbasis panel pracetak yang di produksi di pabrik kemudian dirakit di lokasi proyek menggunakan sistem sambungan tertentu (Carissa; Dewi, 2025).



Gambar 2.2 Sistem Prefabrikasi RUSPIN
Sumber: *Google*

2.4.3 Sistem Prefabrikasi BRIKON

BRIKON merupakan sistem konstruksi modular pracetak berbasis beton ringan yang dirancang untuk mempercepat proses Pembangunan. BRIKON menggunakan konsep modular berbasis panel dan komponen pracetak yang dirakit secara sistematis untuk membentuk struktur bangunan secara cepat dan efisien. Komponen utama BRIKON terdiri dari panel dinding pracetak, elemen struktur modular, serta sistem sambungan antar komponen bangunan (Petrojayan, 2026).



Gambar 2.3 Sistem Prefabrikasi BRIKON
Sumber: Google

2.4.4 Sistem Prefabrikasi MOBOX

MOBOX merupakan sistem bangunan modular berbentuk *box* atau kontainer pracetak yang dirancang untuk menciptakan proses pembangunan yang cepat, fleksibel, dan mudah dipindahkan (Barton et al., 2024). MOBOX menggunakan konsep modular volumetrik dengan unit berbentuk *box* yang diproduksi di pabrik kemudian dirakit menjadi bangunan utuh di lokasi proyek. Komponen utama MOBOX terdiri dari modul *box* struktural, panel dinding, lantai, atap, serta sistem utilitas yang telah terintegrasi di dalam modul (Li et al., 2024).



Gambar 2.4 Sistem Prefabrikasi MOBOX
Sumber: Google

Jenis Sistem Prefabrikasi	Komponen Prefabrikasi	Pemakaian pada Bangunan beserta Contoh Gambar	Karakteristik
RISHA	Panel P1, P2, dan P3	Kolom, balok, dan sambungan struktur. 	Sistem <i>knock-down</i> berbasis beton pracetak
RUSPIN	Panel pracetak (K1 dan K2)	Kolom dan balok 	Sistem panel pracetak
Brikon	Panel dinding dan elemen struktur pracetak	Dinding dan elemen struktur 	Beton ringan modular
Mobox	Modul box volumetrik	Unit ruang lengkap (hunian, kantor, sekolah, dll.) 	Modul tiga dimensi siap dirakit

Tabel 2.7 Karakteristik Sistem Prefabrikasi

Tabel 2.7 menunjukkan bahwa setiap sistem prefabrikasi memiliki karakteristik penggunaan yang berbeda pada elemen bangunan. RISHA lebih berfokus pada penggunaan panel beton pracetak sebagai elemen struktur utama, sedangkan RUSPIN mengembangkan sistem panel yang dapat diaplikasikan pada struktur maupun elemen bangunan lainnya. BRIKON memanfaatkan panel beton ringan sebagai komponen konstruksi modular, sementara MOBOX

menggunakan modul volumetrik yang telah terintegrasi menjadi satu kesatuan ruang. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa setiap sistem prefabrikasi dikembangkan sesuai dengan kebutuhan fungsi dan metode konstruksi yang berbeda.

Berdasarkan uraian diatas, sistem prefabrikasi menawarkan keuntungan signifikan dalam konstruksi bangunan, seperti peningkatan efisiensi, keberlanjutan, hingga fleksibilitas arsitektur (Training, n.d.) sehingga sesuai untuk proyek berskala besar, sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan melalui efisiensi energi, pengurangan limbah, dan perlindungan lingkungan, serta memberikan peluang dalam penyesuaian desain melalui sistem modular yang terstandar namun tetap adaptif (Buildings, 2024). Dengan berbagai keunggulan yang ada salah satu sektor yang sangat merasakan manfaat dari sistem modular prefabrikasi adalah sektor pendidikan. Teknologi modular ini mampu membantu dalam meningkatkan kecepatan serta efektivitas konstruksi bangunan khususnya pada lokasi dengan kondisi terdampak atau keterbatasan infrastruktur. Pemanfaatan sistem modular prefabrikasi dalam dunia pendidikan di Indonesia menjadi salah satu acuan dalam rekonstruksi atau perbaikan bangunan sekolah dengan memanfaatkan teknologi modular prefabrikasi seperti RISHA, RUSPIN, dan BRIKON. Sistem prefabrikasi ini dibuat oleh pemerintah Indonesia untuk menangani kerusakan gedung sekolah yang biasa terjadi akibat bencana alam serta kebutuhan untuk melakukan rekonstruksi secara cepat. Dimana panel modular prefabrikasi telah diterapkan untuk menjamin proses pembangunan yang lebih cepat, penghematan biaya, dan kemampuan beradaptasi dengan kondisi setempat (Carissa; Dewi, 2025).

2.5 Rumah Instan Sehat Sederhana (RISHA)

Pemilihan sistem RISHA pada perancangan pondok pesantren ini didasarkan pada kemampuannya dalam mendukung proses pembangunan yang lebih cepat, terukur, serta fleksibel terhadap kebutuhan ruang pendidikan. Sistem ini juga memungkinkan pengembangan bangunan dilakukan secara

bertahap tanpa mengurangi keterpaduan desain antar unit. Selain itu, penggunaan komponen modular pada RISHA dinilai mampu memberikan efisiensi dalam proses konstruksi dan mempermudah pelaksanaan di lapangan.

Di sisi lain, penerapan RISHA pada bangunan pondok pesantren masih tergolong jarang digunakan, khususnya pada lingkungan pendidikan berbasis asrama. Oleh karena itu, pemilihan sistem ini diharapkan dapat menjadi alternatif pendekatan konstruksi yang lebih inovatif sekaligus memberikan pembaruan dalam pengembangan fasilitas pendidikan pesantren.

Seiring perkembangan waktu, sistem modular prefabrikasi melaju semakin pesat, dengan adanya RISHA teknologi konstruksi berbasis panel pracetak hadir sebagai solusi adaptif terhadap urbanisasi serta kebutuhan hunian yang terjangkau. Teknologi ini mengandalkan produksi komponen di pabrik yang terkontrol dan perakitan di lokasi, sehingga dapat mempercepat waktu pembangunan hingga 60%, efisiensi terhadap biaya tenaga kerja, serta mengurangi limbah dan emisi karbon secara signifikan dibandingkan metode konvensional (Mayo-alvarez et al., 2026). Oleh karena itu, teknologi ini dapat dikerjakan dengan mudah serta diterima oleh masyarakat, sehingga mampu mendukung konstruksi pembangunan yang berkelanjutan (Hia et al., 2024).

Singkatnya, RISHA merupakan inovasi teknologi konstruksi modular yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui sistem knockdown berbasis panel beton bertulang (Panel 1, 2, dan 3) yang dirakit menggunakan sambungan baut, sehingga menghasilkan tingkat presisi tinggi sebagaimana prinsip modular. Dalam perkembangannya, RISHA telah berevolusi menjadi bagian dari sistem konstruksi modular modern melalui pemanfaatan material inovatif serta integrasi teknologi digital yang memungkinkan fleksibilitas desain. Disamping itu, tantangan utama masih terletak pada standarisasi produksi dan distribusi, yang menuntut peningkatan jumlah produsen dan aplikator bersertifikat di berbagai wilayah guna menekan biaya akomodasi komponen. Di sisi lain, upaya peningkatan literasi masyarakat terkait keandalan dan keamanan rumah modular berbasis beton juga masih

diperlukan, mengingat masih adanya persepsi bahwa konstruksi “instan” bersifat sementara, padahal RISHA dirancang dengan ketahanan jangka panjang yang setara dengan bangunan konvensional. Secara keseluruhan, RISHA merepresentasikan terobosan strategis dalam penyediaan hunian yang efisien, aman, terjangkau, dan berkelanjutan, sekaligus berkontribusi dalam menjawab kebutuhan perumahan serta hunian di Indonesia (Pedoman Teknis Kementerian PUPR, 2024).

2.5.1 Jenis Penerapan RISHA

Beragam keunggulan yang dimiliki RISHA telah mendorong pemakaian yang lebih luas dari sektor perumahan, termasuk dalam pembangunan fasilitas pendidikan, seperti sekolah dasar di Cianjur, Jawa Barat. Dari hasil survei dan pengamatan bersama produsen RISHA di Jawa Tengah, terungkap bahwa sistem modular prefabrikasi ini telah banyak diterapkan di berbagai daerah di Indonesia, terutama di daerah yang terkena bencana sebagai solusi untuk pembangunan yang cepat, aman, dan efisien. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang pelaksanaan tersebut, rincian tentang penggunaan sistem modular prefabrikasi RISHA pada berbagai jenis bangunan disajikan dalam tabel berikut.

No.	Gambar	Lokasi	Kegunaan
1.		Cianjur	Bangunan pendidikan sekolah dasar
2.		Lumajang	Hunian bantuan pasca erupsi gunung semeru

3.		Palu	Hunian pasca bencana
4.		Sukabumi	Hunian pasca bencana
5.		Bandung	Hunian tempat tinggal

Tabel 2.8 Penerapan RISHA di Indonesia

Sumber : Data produsen dan distributor RISHA Jawa Tengah

Penerapan teknologi RISHA pada sektor hunian maupun pendidikan menunjukkan bahwa sistem modular prefabrikasi mampu menjadi solusi konstruksi yang efisien dari segi waktu, biaya, serta tetap menjamin kualitas bangunan. Keunggulan RISHA tidak hanya terletak pada ketahanannya terhadap bencana, tetapi juga memiliki konsep fleksibilitas “rumah tumbuh” yang memungkinkan pengembangan bangunan secara bertahap sesuai kebutuhan pengguna. Melalui sistem modular, penambahan ruang atau peningkatan bangunan hingga dua lantai dapat dilakukan tanpa pembongkaran struktur utama, karena modul tambahan dapat dirakit secara terintegrasi dengan struktur eksisting. Hal ini memberikan keuntungan dalam efisiensi pelaksanaan, penghematan biaya, serta menjaga keberlanjutan fungsi bangunan. Dengan karakteristik tersebut, RISHA berpotensi menjadi alternatif konstruksi yang adaptif, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan fasilitas pendidikan yang menuntut kecepatan pembangunan tanpa mengabaikan aspek kenyamanan dan keamanan. Oleh karena itu, pemanfaatan sistem modular prefabrikasi RISHA

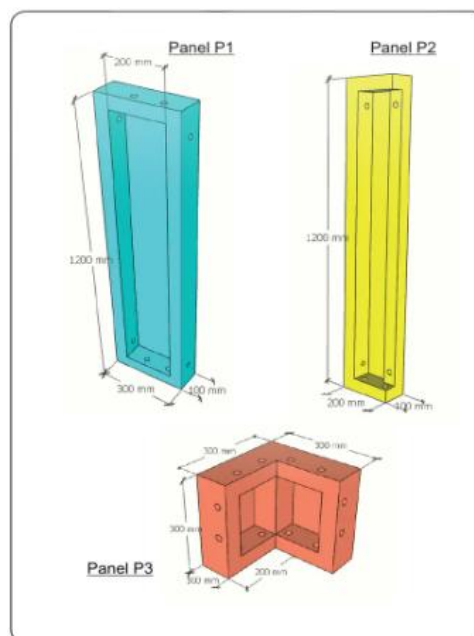
pada sektor pendidikan menjadi pendekatan yang relevan dan penting untuk ditelaah lebih lanjut.

2.5.2 Spesifikasi Teknis RISHA

Komponen penting dalam sistem modular prefabrikasi untuk RISHA mencakup panel-struktural yang diproduksi sebelumnya, termasuk komponen sloof, kolom, dan ring balok yang dilengkapi dengan penghubung antar panel seperti baut dan mur, serta pelat konektor.



Gambar 2.5 Produksi di Workshop Panel RISHA dan RUSPIN Jawa Tengah
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 2.6 Spesifikasi Modul RISHA
Sumber: Pedoman Teknis RISHA Kementerian PUPR, 2024

2.5.2.1 Spesifikasi Komponen Utama Panel Struktur

Modul RISHA dibuat dalam berbagai ukuran yang sesuai dengan gambar, yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan desain bangunan yang fleksibel. Dengan demikian, spesifikasi dimensi modul yang ada meliputi panel struktural 1 (P1) yang memiliki panjang 1200 mm, lebar 300 mm, ketebalan 100 mm, dan dikelilingi oleh kerangka beton berukuran 60 mm x 100 mm. Ketebalan beton yang ditetapkan untuk panel ini adalah 10 mm. Panel P1 juga memiliki lubang untuk baut di sisi-sisinya dengan diameter lubang baut sebesar 16 mm. Panel struktural 2 (P2) hampir sama ukurannya dengan Panel P1. Panel P2 memiliki panjang 1200 mm, lebar 200 mm, dan ketebalan 100 mm dan 60 mm. Ketebalan lapisan beton pada panel ini juga 10 mm. Sementara itu, panel struktural 3 (P3) berbentuk seperti huruf L dan berfungsi sebagai panel sambungan untuk kedua panel sebelumnya. Panel 3 memiliki panjang 300 mm, lebar 300 mm, tinggi 300 mm, dan ketebalan kerangka 100 mm. Ketebalan lapisan beton untuk panel ini tetap 10 mm. Panel 3 juga dilengkapi dengan lubang untuk penempatan baut pada setiap sisi panel. Komponen-komponen panel tersebut akan dihubungkan satu sama lain menggunakan penyambung mekanis yang terdiri dari mur, baut, dan plat penyambung.

A. Panel struktural 1 (P1)

- Berfungsi sebagai komponen utama dalam sistem struktur RISHA pada bangunan
- Memiliki dimensi standar yakni 120 cm x 30 cm x 10 cm
- Setiap sisi bagian lebar panel memiliki 2 buah lubang baut dengan jarak antar lubang 13 cm, sedangkan untuk setiap sisi bagian panjang terdapat 3 buah lubang baut dengan jarak antar lubang 15 cm
- Memiliki kesikuan sebesar 90 derajat
- Ketentuan bahan bangunan Panel struktural 1 (P1) : Tulangan panel menggunakan baja polos mutu BjTP 280 sesuai SNI 2052:2017 dengan kuat leleh minimum 280 MPa.
- Penulangan Panel Struktural 1 (P1) terdiri dari:

1) Tulangan Utama

Menggunakan baja polos diameter 8 mm sebanyak 4 batang. Terdiri dari:

- Rangka besar: ukuran 1170×270 mm sebanyak 2 buah, panjang kait min. 75 mm.
- Rangka kecil: ukuran 1120×220 mm sebanyak 2 buah, panjang kait min. 75 mm.

2) Tulangan Sengkang

a. Sengkang kacamata:

- Dipasang pada bagian tinggi panel.
- Menggunakan baja polos diameter 6 mm sebanyak 5 buah.
- Ukuran 45×80 mm, panjang kait min. 30 mm.

b. Sengkang cincin:

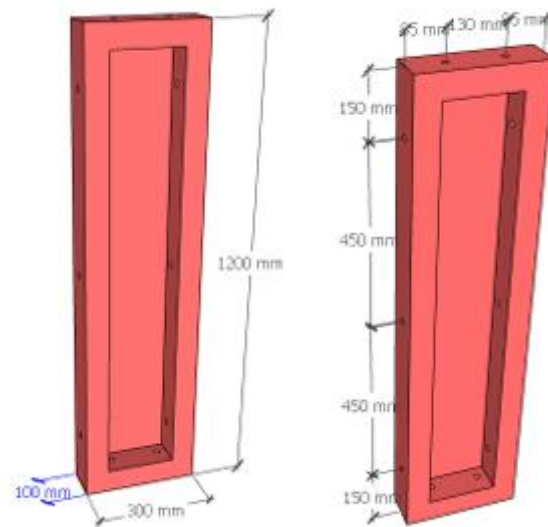
- Dipasang pada bagian lebar panel.
- Menggunakan baja polos diameter 6 mm sebanyak 12 buah.
- Ukuran 45×80 mm, panjang kait min. 30 mm.
- Posisi sengkang pada titik sambungan/kait/overlap dipasang secara berselang-seling.

3) Beton

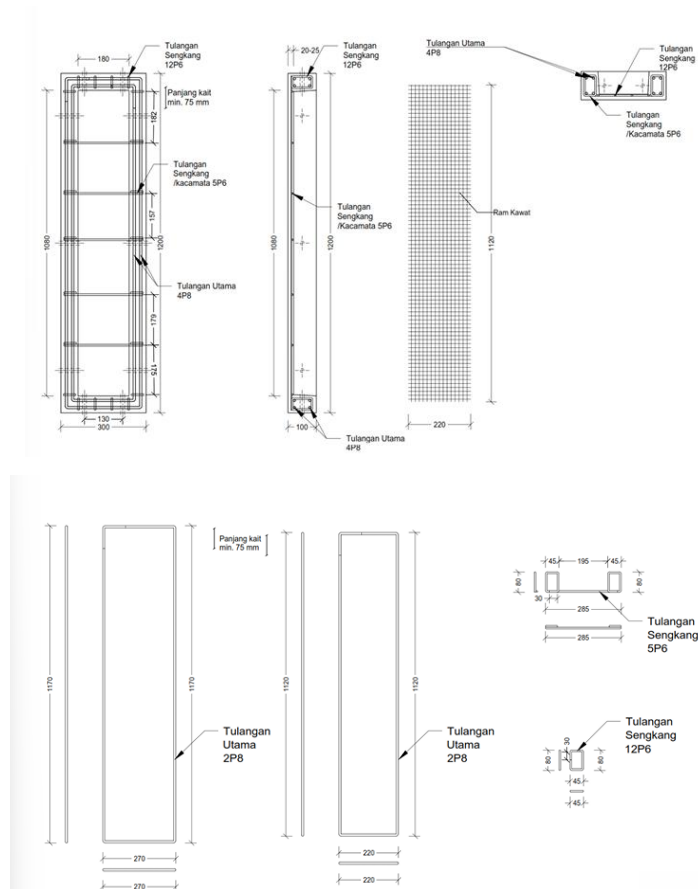
panel RISHA menggunakan mutu f_c' 25 MPa dengan slump 100 ± 20 mm yang dibuktikan melalui uji laboratorium. Komposisinya terdiri dari air, semen, pasir, kerikil, dan bahan aditif sesuai standar.

4) Ram Kawat

Ram kawat yang digunakan berupa baja galvanis berukuran 220×1120 mm dengan diameter minimal 0,5 mm dan ukuran mesh maksimal 1 inci (25,4 mm).



Gambar 2.7 Komponen Panel Struktural 1 (P1)
Sumber: Pedoman teknis RISHA



Gambar 2.8 Komponen Penulangan Panel Struktural 1 (P1)

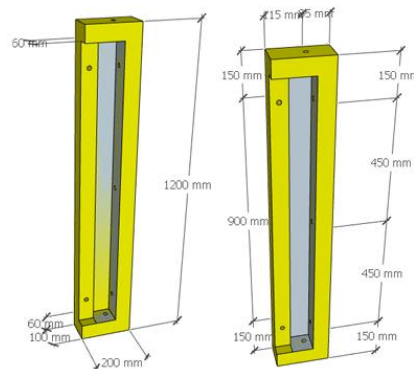
Sumber: Pedoman teknis RISHA

B. Panel struktural 2 (P2)

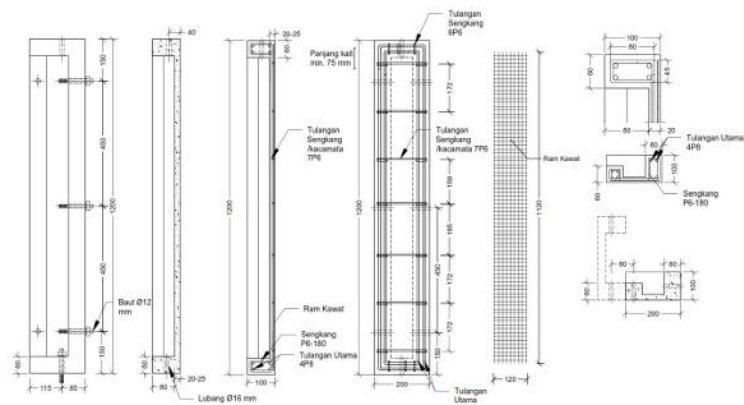
- Berfungsi sebagai komponen penghubung dalam sistem struktur RISHA pada bangunan
- Memiliki dimensi standar yakni 120 cm x 20 cm x 10 cm dan 6 cm
- Setiap sisi bagian lebar panel memiliki 1 buah lubang baut dan sisi bagian panjang terdapat 3 buah lubang baut dengan tebal frame 10 cm dan 2 buah pada sisi panjang dengan tebal frame 6 cm , jarak lubang baut dengan tepi panel sisi lebar sebesar 8,5 cm , sedangkan tepi panel dengan jarak lubang baut pada sisi panjang panel sebesar 15 cm , dan 45 cm . Khusus pada sisi panjang panel dengan tebal frame 6 fm jarak lubang baut tepi panel adalah 15 cm.
- Ketentuan bahan bangunan Panel struktural 2 (P2) :
Tulangan Panel 2 sama dengan Panel 1, menggunakan baja polos mutu BjTP 280 sesuai SNI 2052:2017.
- Penulangan Panel Struktural 1 (P1) terdiri dari:
 - 1) Tulangan Utama
Dipasang mengelilingi panel dengan diameter 8 mm sebanyak 4 (empat) buah. Panjang kait tulangan min. 75 mm.
 - 2) Tulangan Sengkang
 - a. Sengkang kacamata: Baja polos Ø6 mm sebanyak 7 buah, ukuran 45×80 mm dan 45×50 mm, panjang kait min. 30 mm.
 - b. Sengkang cincin: Baja polos Ø6 mm sebanyak 6 buah, ukuran 45×80 mm, panjang kait min. 30 mm.
 - c. Posisi sengkang pada titik sambungan/kait/overlap dipasang secara berselang-seling.
 - 3) Beton
panel RISHA menggunakan mutu f_c' 25 MPa dengan slump 100 ± 20 mm yang dibuktikan melalui uji laboratorium. Komposisinya terdiri dari air, semen, pasir, kerikil, dan bahan aditif sesuai standar.

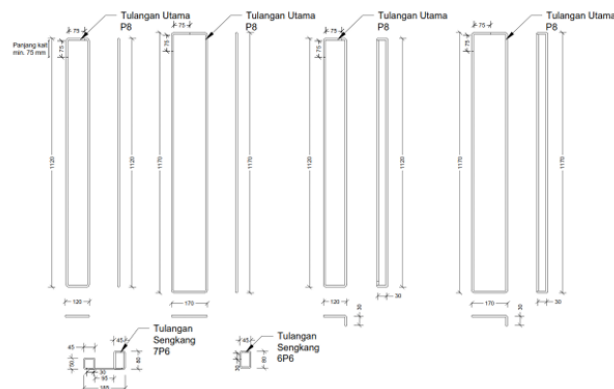
4) Ram Kawat

Ram kawat yang digunakan berupa baja galvanis berukuran 120×1120 mm dengan diameter minimal 0,5 mm dan ukuran mesh maksimal 1 inci (25,4 mm).



Gambar 2.9 Komponen Panel Struktural 2 (P2)
Sumber: Pedoman teknis RISHA





Gambar 2.10 Komponen Penulangan Panel Struktural 2 (P2)
Sumber: Pedoman teknis RISHA

C. Panel struktural 3 (P3)

- Berfungsi sebagai komponen penghubung sikudalam sistem struktur RISHA pada bangunan
- Memiliki dimensi standar yakni 30 cm x 30 cm x 30 cm dan tebal frame 10 cm
- Setiap sisi panel terdapat 2 buah lubang dengan jarak 8,5 cm dan tepi panel 13 cm untuk jarak antar as luang nya. Diameter lubang baut sebesar 1,6 cm
- Memiliki kesikuan sebesar 90 derajat
- Ketentuan bahan bangunan Panel struktural 2 (P2) :
Tulangan Panel 3 sama dengan Panel 1 dan Panel 2, menggunakan baja polos mutu BjTP 280 sesuai SNI 2052:2017.
- Penulangan Panel Struktural 1 (P1) terdiri dari:
 - 1) Tulangan Utama
Menggunakan baja Ø8 mm sebanyak 6 batang yang dipasang mengelilingi panel . Tediri dari 5 tipe :
 - Tipe 1: bentuk L (260×270 mm), 1 buah, sudut 90° , pada rangka sisi luar, kait min. 75 mm.
 - Tipe 2: bentuk L (210×270 mm), 1 buah, sudut 90° , pada rangka sisi dalam, kait min. 75 mm.

- Tipe 3: bentuk L (190×220 mm), 1 buah, sudut 90° , sebagai pengisi sisi dalam, kait min. 75 mm.
- Tipe 4: bentuk kotak (175×220 mm), 2 buah, sebagai pengisi sisi luar, kait min. 75 mm.
- Tipe 5: bentuk kotak (90×290 mm), 1 buah, sebagai pengekan antar rangka, kait min. 75 mm.

2) Tulangan Sengkang

Terdiri dari 3 tipe :

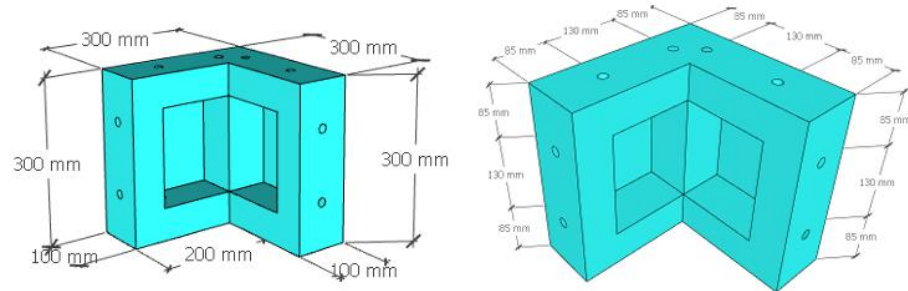
- Sengkang 1: bentuk kotak/cincin, $\varnothing 6$ mm, ukuran 45×80 mm, sebanyak 20 buah, dipasang mengelilingi frame (horizontal & vertikal), kait min. 30 mm.
- Sengkang 2: bentuk kotak/cincin, $\varnothing 6$ mm, ukuran 85×85 mm, sebanyak 4 buah, dipasang pada inti panel (vertikal), kait min. 30 mm.
- Sengkang 3: bentuk L, $\varnothing 6$ mm, ukuran 280×280 mm dengan kait 50 mm, sebanyak 2 buah, sebagai pelengkap sengkang inti panel.

3) Beton

panel RISHA menggunakan mutu f_c' 25 MPa dengan slump 100 ± 20 mm yang dibuktikan melalui uji laboratorium. Komposisinya terdiri dari air, semen, pasir, kerikil, dan bahan aditif sesuai standar.

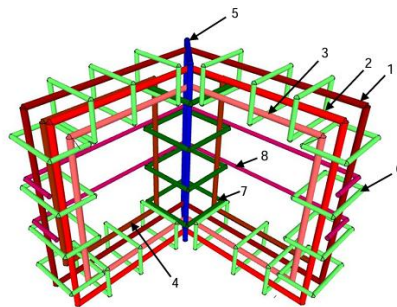
4) Ram Kawat

Ram kawat yang digunakan berupa baja galvanis berukuran 120×1120 mm dengan diameter minimal 0,5 mm dan ukuran mesh maksimal 1 inci (25,4 mm).



Gambar 2.11 Komponen Panel Struktural 3 (P3)

Sumber: Pedoman teknis RISHA



Keterangan: 1) Tulangan utama pertama berwarna coklat tua. 2) Tulangan utama kedua berwarna merah. 3) Tulangan utama ketiga berwarna merah muda. 4) Tulangan utama keempat berwarna coklat muda. 5) Tulangan utama kelima berwarna biru. 6) Sengkang pertama berwarna hijau muda. 7) Sengkang kedua berwarna hijau tua. 8) Sengkang ketiga berwarna magenta.

Gambar 2.12 Komponen Penulangan Panel Struktural 3 (P3)

Sumber: Pedoman teknis RISHA

2.5.2.2 Spesifikasi Komponen Penyambung Mekanis

Sambungan panel RISHA menggunakan sistem kering dengan penyambung mekanis berupa baut, pelat, dan angkur.

A. Baut

- Baut yang digunakan berbahan baja mutu ASTM A307 dengan diameter 12 mm.
- Dilengkapi ring tipe M14 dengan diameter dalam ± 15 mm dan tebal 1,0 mm.
- Memiliki variasi panjang 4 inci ($\pm 101,6$ mm), 6 inci ($\pm 152,4$ mm), dan 7 inci ($\pm 177,8$ mm).
- Baut dilapisi galvanis untuk mencegah korosi.



Gambar 2.13 Komponen Baut sebagai Penyambung Mekanis Panel
Sumber: Pedoman teknis RISHA

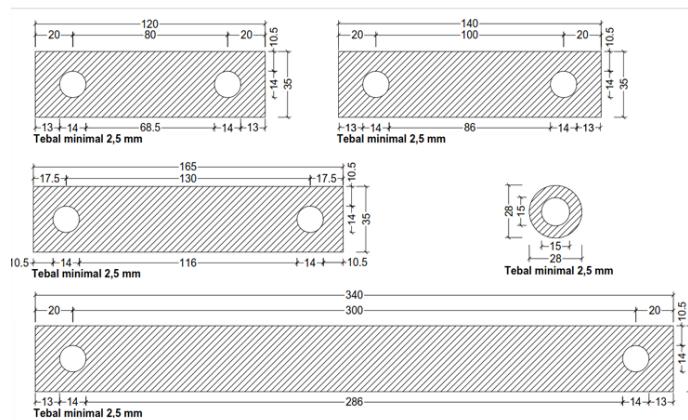
B. Pelat

- Pelat penyambung terbuat dari baja mutu setara A36 kuat leleh minimal 250 Mpa , lebar min. 35 mm dan tebal min. 2,5 mm.
- Memiliki lubang baut berdiameter 14 mm.
- Variasi pelat terdiri dari 5 tipe :
 - Cincin (ring) tipe M14: Ø dalam ± 15 mm, tebal $\geq 2,5$ mm, 1 lubang baut.
 - Panjang 120 mm: jarak as lubang 80 mm, tepi–as 20 mm, 2 lubang.
 - Panjang 140 mm: jarak as lubang 100 mm, tepi–as 20 mm, 2 lubang.
 - Panjang 165 mm: jarak as lubang 130 mm, tepi–as 17,5 mm, 2 lubang.
 - Panjang 340 mm: jarak as lubang 300 mm, tepi–as 20 mm, 2 lubang.
- Seluruh pelat dan cincin dilapisi galvanis agar tahan karat.



Gambar 2.14 Komponen Pelat sebagai Penyambung Mekanis Panel

Sumber: Pedoman teknis RISHA

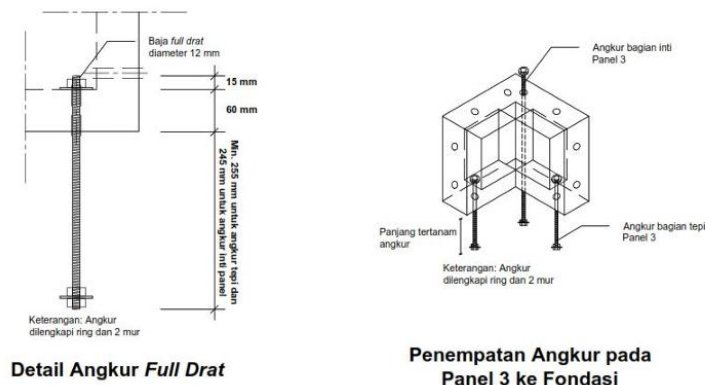


Gambar 2.15 Detail Komponen Pelat Penyambung Mekanis Panel

Sumber: Pedoman teknis RISHA

C. Angkur

- Angkur digunakan untuk menyambungkan Panel 3 (simpul dasar) dengan fondasi.
- Menggunakan baja full drat Ø12 mm mutu ASTM A307.
- Dilengkapi 2 mur dan ring sebagai pengunci.
- Mur dan ring harus berlapis anti karat.
- Angkur dilapisi galvanis agar tahan karat.
- Lubang angkur diisi pasta/mortar dengan mutu minimal sedang.
- Angkur terdiri dari 2 tipe :
 - Angkur tepi Panel 3: panjang min. 330 mm, tertanam min. 255 mm, sebanyak 2 buah/panel.
 - Angkur inti Panel 3: panjang min. 660 mm, tertanam min. 245 mm, sebanyak 1 buah/panel.



Gambar 2.16 Detail Komponen Angkur Penyambung Mekanis Panel
Sumber: Pedoman teknis RISHA

2.5.3 Modul RISHA

RISHA dikembangkan berdasarkan konsep sistem modular yang memanfaatkan perakitan komponen beton pracetak sebagai pembentuk struktur bangunan. Sistem ini terdiri atas panel P1, panel P2, dan panel P3 (simpul) yang berfungsi sebagai elemen balok, kolom, dan sambungan struktur (Joan et al., 2023). Melalui penyusunan komponen tersebut, berbagai konfigurasi ruang dapat dibentuk secara terstandarisasi sehingga mendukung fleksibilitas desain, mempercepat proses Pembangunan, dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan konstruksi.

RISHA menerapkan system modular dengan modul dasar berukuran 3 x 3 m. Menurut (Mia Wimala, Benjamin Bonardo, Wisena Perceka, 2022), kombinasi panel P1, P2, dan P3 dapat menghasilkan beberapa variasi modul ruang, yaitu 3 x 3 m, 3 x 1,8 x 3 m, dan 1,8 x 1,8 x 3 m. Keberagaman konfigurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem RISHA memanfaatkan dua dimensi bentang utama, yakni 3 m dan 1,8 m, sehingga penyusunan ruang dapat disesuaikan dengan kebutuhan fungsional bangunan. Beberapa contoh konfigurasi modul RISHA disajikan pada tabel berikut ini.

No.	Konfigurasi Modul	Dimensi Bangunan (m)	Luas Bangunan (m ²)
1.	1 Modul	3 x 3	9

2.	2 Modul	3 x 6	18
3.	3 Modul	3 x 9	27
4.	4 Modul	6 x 6	36
5.	6 Modul	6 x 9	54
6.	8 Modul	6 x 12	72
7.	9 Modul	9 x 9	81

Tabel 2.9 Modul RISHA

Sumber : Diadaptasi dari Pedoman Teknis RISHA (Kementrian PUPR, n.d.)