

BAB II

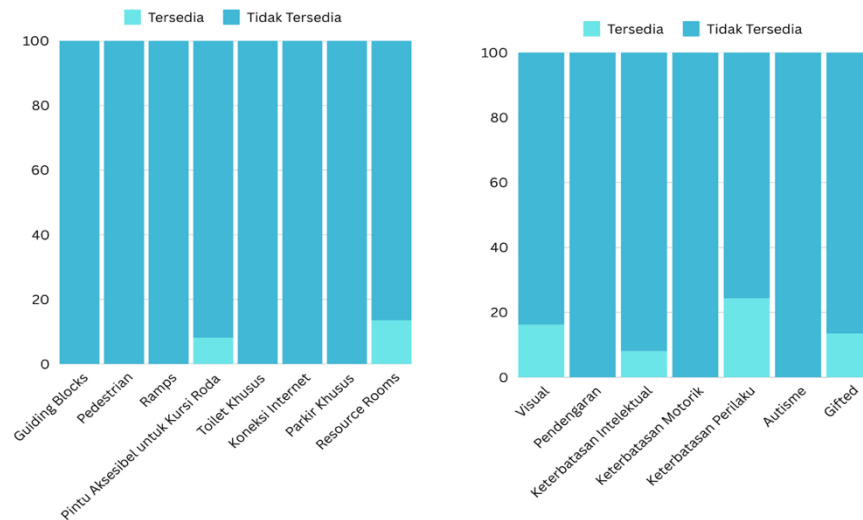
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Sekolah Luar Biasa di Indonesia

Sekolah Luar Biasa (SLB) merupakan institusi pendidikan yang dibentuk oleh beberapa unsur didalamnya dan dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan siswa berkebutuhan khusus, termasuk tunanetra, tunarungu, tunadaksa, tunagrahita, dan tunawicara (Fauziah N, Lili Y.A, 2022). Pendidikan Inklusif atau dalam hal ini SLB terus berkembang seiring dengan berbagai kebijakan dan regulasi yang mendukung kesejahteraan bagi siswa berkebutuhan khusus. Komitmen pemerintah terhadap pendidikan inklusif tercermin dalam beberapa regulasi, seperti Peraturan Menteri Pendidikan Nomor 70 Tahun 2009 tentang pendidikan inklusif dan Undang Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang penyandang disabilitas, yang bertujuan untuk memastikan non-diskriminasi dan kesempatan pendidikan yang setara bagi semua peserta didik (Notoprayitno & Jalil, 2019; Sunardi et al., 2020). Selain itu, berbagai program telah diluncurkan melalui kolaborasi antara pemerintah, sekolah, akademisi profesional, serta organisasi internasional guna meningkatkan kualitas pendidikan inklusif di seluruh Indonesia (Notoprayitno & Jalil, 2019).

Namun dalam praktiknya, sarana SLB di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu kendala utama adalah kurangnya infrastruktur fisik yang mendukung kebutuhan siswa berkebutuhan khusus. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sunardi et al., 2024) pada jurnal nya yang berjudul *“Typical Challenges Faced by Sub-Urban State Primary Schools Implementing Inclusive Education in Indonesia”*, dilakukan penelitian terhadap 5 Sekolah Dasar yang menerapkan pendidikan Inklusif di Provinsi Jawa Tengah dengan 37

responden yang terdiri dari kepala sekolah, siswa, dan orang tua/wali siswa. Temuan ini ditampilkan pada Gambar II.1 sebagai berikut.



Gambar II.1 Data Ketersediaan Fasilitas, Aksesibilitas & Material Pendukung Sekolah Luar Biasa
Sumber : Sunardi, 2024

Catatan :

1. Material untuk penyandang keterbatasan visual diantaranya *braille* dan media *sensory play*.
2. Material untuk penyandang keterbatasan Pendengaran meliputi alat bantu dengar, isyarat untuk tunarungu, guru bahasa isyarat.
3. Material untuk penyandang keterbatasan *motoric* meliputi kursi roda.
4. Material untuk penyandang keterbatasan perilaku meliputi area bermain dan ruang terapi
5. Material untuk penyandang autisme meliputi ruang khusus
6. Material untuk penyandang *gifted* meliputi sumber belajar beragam

Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi SLB di Indonesia masih belum sepenuhnya siap dalam menyediakan akses pendidikan yang layak bagi siswa berkebutuhan khusus. Banyak sekolah yang tidak memiliki fasilitas yang diperlukan untuk mendukung siswa berkebutuhan khusus, seperti bangunan dengan aksesibilitas baik dan peralatan pendukung

pembelajaran (Efendi et al., 2022; Sunardi et al., 2024). Selain itu, terdapat kesenjangan kualitas pendidikan inklusif antar wilayah, di mana beberapa sekolah telah menerapkan fasilitas yang baik, sementara yang lain masih menghadapi ketebatasan (Efendi et al., 2022).

2.2 Standarisasi Sekolah Luar Biasa di Indonesia

Pemerintah Indonesia telah menetapkan sejumlah peraturan untuk menjamin tersedianya fasilitas pendidikan yang memadai bagi anak-anak berkebutuhan khusus, termasuk standar bangunan Sekolah Luar Biasa (SLB). Dalam studi ini, peneliti mengacu pada dua regulasi sebagai landasan utama, yakni Permendiknas Nomor 33 Tahun 2008 dan Permendikbudristek Nomor 22 Tahun 2023. Kedua kebijakan tersebut dirancang untuk menjamin bahwa infrastruktur SLB mampu mendukung secara optimal aktivitas belajar mengajar bagi peserta didik.

2.2.1 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 33 Tahun 2008

Regulasi ini menetapkan ketentuan mengenai standar sarana dan prasarana pendidikan untuk jenjang Sekolah Dasar Luar Biasa (SDLB), Sekolah Menengah Pertama Luar Biasa (SMPLB), dan Sekolah Menengah Atas Luar Biasa (SMALB), dengan cakupan beberapa aspek penting sebagai berikut :

2.2.1.1 Lahan

Tabel II.1 Luas Lahan Minimum SDLB

No.	Banyak Rombongan Belajar	Jenis Ketunaan	Luas Lahan Minimum (m ²)	
			Bangunan satu lantai	Bangunan dua lantai
1.	6	1	1170	640
2.	12	1-2	1700	900
3.	18	1-3	2200	1150
4.	24	1-4	2670	1390

Sumber : Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 33 Tahun 2008

Tabel II.1 menjelaskan banyak rombongan belajar dan jenis ketunaan yang direncanakan pada sebuah SLB berdasarkan luas lahan minimum. Selain itu, terdapat pula beberapa peraturan terkait lahan yang terikat pada undang undang tersebut, diantaranya :

1. Luas lahan yang tercantum dalam tabel 2.3 merujuk pada area efektif yang dapat dimanfaatkan untuk bangunan serta fasilitas bermain atau olahraga.
2. Lokasi lahan harus bebas dari potensi risiko yang membahayakan kesehatan maupun keselamatan, serta memiliki akses evakuasi darurat yang dapat dilalui kendaraan roda empat.
3. Tingkat kemiringan lahan secara umum tidak boleh melebihi 15% dan tidak berada di zona sempadan sungai maupun jalur rel kereta api.

2.2.1.2 Bangunan

Tabel II.2 Luas Lantai Bangunan Minimum SDLB

No.	Banyak Rombongan Belajar	Jenis Ketunaan	Luas Lantai Bangunan Minimum (m ²)	
			Bangunan Satu Lantai	Bangunan Dua Lantai
1.	6	1	350	380
2.	12	1-2	510	540
3.	18	1-3	660	690
4.	24	1-4	800	830

Sumber : Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 33 Tahun 2008

Tabel II.2 menyajikan luas lantai bangunan minimum yang diperlukan, yang kemudian menjadi acuan dalam merencanakan banyak rombongan belajar dan jenis ketunaan sebuah SLB.

Tabel II.3 Luas Lantai Bangunan Minimum SDLB, SMPLB, dan/atau SMALB yang Bergabung

No.	Banyak Rombongan Belajar	Jenis Ketunaan	Luas Lantai Bangunan Minimum (m ²)	
			Bangunan Satu Lantai	Bangunan Dua Lantai
1.	SDLB dan SMPLB	9	480	510
2.	SDLB, SMPLB dan SMALB	12	540	570
3.	SMPLB dan SMALB	6	430	460

Sumber : Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 33 Tahun 2008

Lebih lanjut, Tabel II.3 merinci kebutuhan luas lantai jika beberapa jenjang pendidikan SLB digabung dalam suatu area.

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

1. Persyaratan Tata Bangunan :
 - a. Batas maksimal luas dasar bangunan (KDB) sebesar 30%
 - b. Ketentuan mengenai koefisien lantai bangunan (KLB) dan tinggi maksimum gedung yang diatur oleh pemerintah daerah setempat.
 - c. Area bebas bangunan yang mencakup garis sempadan terhadap jalan utama, badan air, jalur rel kereta api, serta jaringan listrik tegangan tinggi, termasuk jarak minimum antara bangunan dengan batas tanah serta jarak antara jalan utama dan pagar perimeter yang ditentukan oleh peraturan daerah.
2. Standar Keamanan Bangunan :
 - a. Struktur bangunan harus memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban maksimum, baik beban mati maupun beban hidup, serta memiliki ketahanan terhadap gempa bumi dan bencana alam lainnya khusus untuk wilayah rawan.

- b. Penyediaan sistem pengamanan baik pasif maupun aktif sebagai perlindungan terhadap risiko kebakaran dan sambaran petir.
- 3. Kriteria Kesehatan Bangunan :
 - a. Penyediaan sistem ventilasi udara dan pencahayaan alami yang memenuhi standar kecukupan.
 - b. Kelengkapan sarana sanitasi meliputi jaringan air bersih, sistem pembuangan air limbah, pengelolaan sampah, dan drainase air hujan.
 - c. Penggunaan material konstruksi yang ramah kesehatan dan lingkungan, serta tidak menimbulkan dampak negatif bagi penghuni maupun ekosistem sekitar.
- 4. Standar Aksesibilitas Bangunan
 - a. Menyediakan sarana yang mudah diakses, aman, dan nyaman bagi penyandang disabilitas, termasuk jalur khusus untuk pengguna kursi roda.
 - b. Memiliki jalur pemandu (*guiding block*) sebagai navigasi bagi penyandang tunanetra.
- 5. Kriteria Kenyamanan Bangunan
 - a. Desain bangunan mampu menyerap getaran dan mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu proses belajar mengajar.
 - b. Sistem ventilasi yang memadai di setiap ruangan untuk sirkulasi udara optimal.
 - c. Pencahayaan buatan yang memenuhi standar penerangan di semua area pembelajaran.
- 6. Bangunan berlantai banyak harus menyediakan :
 - a. Tangga dengan desain ergonomis
 - b. *Ramp* dengan kemiringan sesuai standar untuk kursi roda.
 - c. Pertimbangan faktor keamanan dan kemudahan akses.
- 7. Sistem keamanan bangunan yang harus dilengkapi dengan
 - a. Sistem peringatan dini
 - b. Pintu darurat

- c. Jalur evakuasi yang memenuhi standar keselamatan kebakaran dan bencana.

8. Ketahanan Bangunan harus dirancang dengan

- a. masa pakai minimal 20 tahun
- b. menggunakan material dan konstruksi tahan lama.

2.2.1.3 Kelengkapan Sarana dan Prasarana

Setiap SDLB wajib memiliki minimal ruang pembelajaran umum, ruang pembelajaran khusus, serta ruang penunjang yang disesuaikan dengan jenjang pendidikan dan jenis ketunaan peserta didik yang dilayani, dengan rincian yang telah ditetapkan dalam peraturan terkait. Penjabaran tentang kelengkapan ruang ditampilkan pada Tabel II.4 yang mengklasifikasikan kebutuhan ruang untuk berbagai jenis ketunaan.

Tabel II.4 Kelengkapan Sarana dan Prasarana SLB

	Komponen Sarana dan Prasarana	SDLB				
		Tuna netra	Tuna rungu	Tuna grahita	Tuna daksa	Tuna laras
1.	R. Pembelajaran Umum					
1.1	R. Kelas	v	v	v	v	v
1.2	R. Perpustakaan	v	v	v	v	V
2.	R. Pembelajaran Khusus					
2.1	R. OM	V				
2.2	R. BKPBI					
2.2.1	R. Bina Wicara		V			
2.2.2	R. Bina Persepsi Bunyi dan Irama		V			
2.3	R. Bina Diri			V		
2.4	R. Bina Diri dan Bina Gerak				V	
2.5	R. Bina Pribadi dan Sosial					v
2.6	R. Keterampilan					

3	R. Penunjang					
3.1	R. Pimpinan	v	v	v	v	v
3.2	R. Guru	v	v	v	V	v
3.3	R. Tata Usaha	v	v	v	v	v
3.4	Tempat Beribadah	v	v	v	v	V
3.5	R. UKS	v	v	v	v	V
3.6	R. Konseling/Asesmen	v	v	v	v	V
3.7	R. Organisasi Kesiswaan	v	v	v	v	V
3.8	Jamban	v	v	v	v	V
3.9	Gudang	v	v	v	v	V
3.10	R. Sirkulasi	v	v	v	v	V
3.11	Tempat Bermain/Olahraga	v	v	v	v	v

Sumber : Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 33 Tahun 2008

A. Ruang Pembelajaran Inti

A.1 Ruang Kelas Utama

- Berfungsi sebagai area pembelajaran teori dan praktik
- Kapasitas maksimal 5 siswa perkelas untuk SDLB
- Luas minimum 15 m² (3 m² per siswa)
- Lebar minimum ruangan 3 meter
- Memungkinkan penggunaan dinding semi – permanen pada salah satu sisi

A.2 Ruang Perpustakaan

- Berfungsi sebagai pusat informasi dan literasi bagi siswa, guru, dan orang tua
- Luas minimum 30 m² dengan lebar minimal 5 meter
- Dilengkapi sistem pencahayaan alami melalui jendela.

B. Ruang Pembelajaran Khusus

B.1 Ruang Orientasi dan Mobilitas (OM) untuk Tunanetra (A)

- Ruang Orientasi & Mobilitas (15 m² minimum)

- Berfungsi untuk melatih keterampilan gerak dan postur tubuh
- Dapat difungsikan untuk kebutuhan serupa lainnya.

B.2 Ruang Bina Komunikasi, Persepsi Bunyi dan Irama (BKPI) untuk Tunarungu (B)

- Ruang BKPI (30 m² minimum) untuk pelatihan persepsi bunyi
- Ruang Bina Wicara (4 m² minimum) untuk terapi bicara individual

B.3 Ruang Bina Diri untuk Tunagrahita (C)

- Ruang Bina Diri (24 m² minimum)
- Dilengkapi kamar mandi khusus
- Untuk melatih keterampilan dasar sehari-hari

B.4 Ruang Bina Diri dan Bina Gerak untuk Tunadaksa (D)

- Ruang Terapi Gerak (30 m² minimum)
- Untuk terapi fisik dan okupasional
- Dilengkapi fasilitas sanitasi khusus

B.5 Ruang Bina Pribadi dan Sosial untuk Tunalaras (E)

- Ruang Pengembangan Sosial (9 m² minimum)
- Untuk terapi perilaku dan sosialisasi
- Sekolah yang melayani peserta didik SDLB tunalaras memiliki minimum satu ruang bina pribadi dan sosial dengan luas minimum 9 m²

B.6 Ruang Keterampilan (F)

- Luas minimum 24 m² dengan lebar 4 meter
- Untuk kegiatan vokasional sesuai kebutuhan pembelajaran.

C. Ruang Penunjang

C.1 Ruang Pimpinan

- Berfungsi sebagai pusat administrasi sekolah dan ruang pertemuan dengan *staff* pengajar, orangtua siswa, serta tamu institusi

- Memiliki luas minimal 12 m² dengan lebar ruangan minimal 3 meter

C.2 Ruang Guru

- Digunakan sebagai ruang kerja, istirahat, dan menerima konsultasi siswa.
- Luas disesuaikan dengan jumlah guru (4m² per guru) dengan total minimal 32 m².

C.3 Ruang Tata Usaha

- Pusat pengelolaan administrasi akademik dan keuangan sekolah.
- Luas disesuaikan dengan jumlah *staff* (4 m² per orang) dengan total minimal 16 m².

C.4 Tempat Beribadah

- Tempat pelaksanaan kegiatan keagamaan warga sekolah.
- Jumlah dan ukuran disesuaikan kebutuhan dengan luas minimal 12 m² per unit.

C.5 Ruang UKS

- Fasilitas penanganan medis dasar bagi siswa.
- Luas minimal 12 m² dengan perlengkapan P3K dasar.

C.6 Ruang Konseling/Asesmen

- Tempat konsultasi psikologis dan asesmen perkembangan siswa.
- Luas minimal 9 m² untuk menjaga privasi konseling.

C.7 Ruang Organisasi Kesiswaan

- Pusat aktivitas organisasi dan ekstrakurikuler siswa.
- Luas minimal 9 m² untuk kegiatan administratif organisasi.

C.8 Jamban

- Setiap sekolah menyediakan minimal 2 unit toilet.
- Khusus untuk siswa tunagrahita/tunadaksa dilengkapi fasilitas khusus

- Setiap toilet memiliki luas minimal 2 m² dengan aksesibilitas penuh.

C.9 Gudang

- Gudang multifungsi untuk peralatan belajar, arsip, dan perlengkapan sekolah
- Luas minimal 18 m² untuk memenuhi kebutuhan penyimpanan.

C.10 Ruang Sirkulasi

- Koridor penghubung dengan lebar minimal 1.8 meter dan tinggi 2.5 meter.
- Mencakup 30% dari total luas bangunan.
- Untuk bangunan bertingkat dilengkapi tangga dan *ramp* dengan kemiringan maksimal 1:12 dan setiap tangga memiliki lebar minimal 1.5 meter dengan tinggi anak tangga maksimal 17 cm.

C.11 Tempat Bermain/Berolahraga

- Lapangan multifungsi ukuran minimal 20x10 meter.
- Permukaan rata dengan sistem drainase yang baik.
- Bebas dari penghalang fisik yang membahayakan.
- Digunakan untuk kegiatan pendidikan jasmani, upacara sekolah, terapi mobilitas bagi siswa berkebutuhan khusus, kegiatan ekstrakurikuler

2.2.2 Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 22 Tahun 2023

Peraturan ini menyempurnakan standar sarana dan prasarana pada berbagai jenjang pendidikan. Selain itu, peraturan ini juga menegaskan pentingnya fasilitas yang inklusif bagi semua peserta didik. Beberapa aspek yang ditekankan antara lain :

- a. Pada SDLB (Sekolah Dasar Luar Biasa) terdapat ruangan yang harus tersedia dengan luasan dimensi yang sudah diatur. Pada Tabel II.5, dijelaskan bahwa setiap ruang memiliki ukuran minimum tertentu.

Tabel II.5 Standar Ruang SDLB

No.	Ruang	Dimensi Minimal
1.	R. Kelas	3m ² / siswa
2.	R. Perpustakaan	Sama dengan luas 1 ruang kelas
3.	R. Pengembangan Kekhususan	Mengacu pada regulasi sebelumnya
5.	R. Adminitrasi	Mengacu pada regulasi sebelumnya
6.	R. Kesehatan	Mengacu pada regulasi sebelumnya
7.	Tempat Beribadah	Mengacu pada regulasi sebelumnya
8.	Tempat Bermain atau Berolahraga	Mengacu pada regulasi sebelumnya
9.	Kantin	Mengacu pada regulasi sebelumnya
10.	Toilet	Mengacu pada regulasi sebelumnya

Sumber : Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 22 Tahun 2023

2.3 Studi Tipologi Bangunan Sekolah Dasar Luar Biasa

Dalam perancangan Sekolah Luar Biasa (SLB), pemahaman terhadap tipologi bangunan (SLB) menjadi aspek fundamental untuk menciptakan lingkungan belajar yang optimal bagi siswa berkebutuhan khusus. Setiap jenis ketunaan memiliki karakteristik dan kebutuhan yang berbeda, sehingga desain bangunan harus disesuaikan untuk mendukung proses belajar serta mobilitas siswa. Oleh karena itu, studi tipologi SLB diperlukan untuk mengidentifikasi *layout*, sirkulasi, serta zonasi, yang dapat meningkatkan aksesibilitas dan kenyamanan dalam bangunan SLB.

Siswa dengan kebutuhan khusus umumnya memiliki hambatan dalam berfikir abstrak, memproses informasi, serta berorientasi terhadap ruang. Oleh karena itu, desain bangunan harus mengakomodasi kebutuhan mereka dengan menciptakan *layout* ruang yang sederhana, minim distraksi, serta memiliki hirarki ruang yang jelas agar mudah dipahami dan digunakan. Pemisahan zona belajar, terapi, dan rekreasi juga menjadi elemen penting untuk mendukung keteraturan serta membantu siswa dalam memahami lingkungan sekitarnya.

Perancangan Sekolah Luar Biasa (SLB) harus mempertimbangkan karakteristik kognitif, motorik, dan sosial siswa. Sebagai contoh, siswa dengan tuna grahita ditandai dengan keterbatasan dalam berpikir abstrak, memproses informasi, serta orientasi terhadap ruang, sehingga lingkungan belajar harus memiliki *layout* yang jelas, minim distraksi, serta mendukung pemahaman ruang yang mudah. Selain itu, perlu diperhatikan juga adanya *subspace* dalam lingkungan belajar, yaitu ruang – ruang kecil di dalam ruang utama yang memungkinkan transisi bertahap bagi siswa dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru (Koga et al., 2019).

Di lain sisi, pengaturan ruang SLB harus mengakomodasi kebutuhan individu dan kelompok. Contohnya untuk siswa tuna grahita yang memiliki tingkat perhatian yang lebih rendah dibandingkan anak-anak pada umumnya, mereka memerlukan ruang belajar yang dapat mengarahkan fokus ke dalam pembelajaran. Selain itu, penggunaan warna, pencahayaan, dan material yang ramah sensorik juga mendukung perkembangan kognitif siswa (Kuznetsova et al., 2022). Beberapa prinsip utama dalam tipologi bangunan SLB untuk siswa tuna grahita adalah sebagai berikut :

1. Hirarki dan Struktur Ruang yang Jelas

Siswa dengan kebutuhan khusus seringkali mengalami kesulitan dalam memahami tata ruang yang kompleks, sehingga lingkungan belajar harus memiliki alur sirkulasi yang sederhana dan mudah dipahami. Penyusunan ruang dengan pola linier atau bentuk *loop* lebih efektif dibandingkan *layout* yang memiliki percabangan yang terlalu kompleks. Penggunaan

penanda visual, tekstur lantai yang berbeda, serta warna yang tidak mencolok juga dapat membantu siswa dalam bermobilitas (Maknun et al., 2018).

2. Kontrol Lingkungan dan Keamanan

Beberapa siswa dengan kebutuhan khusus cenderung memiliki tingkat kecemasan yang lebih tinggi apabila berada di lingkungan yang tidak terstruktur dengan baik. Oleh karena itu, desain sekolah harus menghindari perubahan level lantai yang drastis, penggunaan cermin/kaca berlebihan, serta sudut-sudut tajam yang dapat menyebabkan kebingungan atau cedera. Selain itu, diperlukan ruang tenang atau *cooling down space* untuk membantu siswa yang mengalami overstimulasi sensorik atau kecemasan tinggi. (Kuznetsova et al., 2022)

3. Pemisahan Zona Aktivitas dan Pembelajaran

Siswa berkebutuhan khusus lebih mudah terdistraksi oleh lingkungan sekitar, sehingga pemisahan antara ruang belajar dan ruang lainnya harus diterapkan dengan jelas. Ruang kelas sebaiknya diletakkan di area yang lebih tenang, untuk menghindari gangguan suara. Selain itu, adanya zona transisi juga penting untuk memungkinkan siswa berpindah dari satu aktivitas ke aktivitas lain tanpa perubahan lingkungan yang terlalu tiba-tiba.

4. Optimasi Pencahayaan dan Ventilasi

Kondisi pencahayaan yang optimal berperan dalam meningkatkan kenyamanan belajar siswa tuna grahita. Pencahayaan alami lebih disarankan dibandingkan pencahayaan buatan, karena dapat menciptakan suasana yang lebih nyaman dan membantu sensorik siswa. Penggunaan lampu dengan efek kedip (*flicker*) harus dihindari karena dapat memicu overstimulasi sensorik. Selain itu, perlu dipastikan juga adanya ventilasi untuk mendukung kualitas udara yang sehat dan nyaman.

5. Material dan Warna yang Ramah Sensorik

Penggunaan warna yang terlalu mencolok atau kontras tinggi dapat menyebabkan *overstimulasi* sensorik pada siswa berkebutuhan khusus, oleh

karena itu, warna-warna yang lembut dan netral lebih direkomendasikan. Selain itu, material yang digunakan pada lantai dan dinding harus memiliki sifat peredam suara, sehingga dapat mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu konsentrasi siswa.

6. Fleksibilitas dan Adaptasi Ruang

Dalam desain Sekolah Luar Biasa, ruang yang fleksibel memberikan kesempatan bagi siswa untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan belajar yang lebih nyaman. Penggunaan partisi dan *furniture* yang dapat dikonfigurasi ulang menjadi solusi efektif dalam menciptakan lingkungan yang dapat beradaptasi dengan berbagai metode pembelajaran. Selain itu, ruang pembelajaran khusus dan ruang keterampilan harus memiliki *layout* yang dapat disesuaikan, sehingga dapat digunakan untuk berbagai jenis aktivitas yang diperlukan oleh siswa.

2.4 Sistem Prefabrikasi

Perkembangan teknologi dalam dunia konstruksi telah mendorong munculnya berbagai inovasi dalam metode pembangunan. Salah satu metode yang semakin banyak diterapkan adalah sistem modular prefabrikasi. Sistem ini menawarkan solusi konstruksi yang lebih cepat, efisien, dan ramah lingkungan dibandingkan metode konvensional. Sistem modular prefabrikasi telah digunakan dalam berbagai sektor, termasuk hunian, perkantoran, hingga fasilitas pendidikan, untuk menjawab tantangan kebutuhan bangunan yang cepat dan berkualitas (Sipil, n.d.)

Sistem modular prefabrikasi merupakan metode konstruksi yang memanfaatkan komponen bangunan berbentuk modul dalam sebuah *workshop* atau pabrik sebelum dipasang pada suatu lokasi konstruksi (Halim et al., 2023). Modul-modul tersebut dapat berupa elemen struktural dan arsitektural yang bertujuan untuk mengurangi kebutuhan pekerjaan di lapangan. Sistem modular prefabrikasi juga dapat dideskripsikan sebagai sebuah komponen atau bagian dari suatu bangunan yang dirakit di pabrik sebagai bentuk 3 dimensi atau panel kotak dengan cara pemasangan yang

sederhana dan saling berhubungan antar panel (Susanto, 2019). Karakteristik utama dari penggunaan sistem modular prefabrikasi dapat diidentifikasi melalui beberapa aspek penting dalam proses konstruksi. Salah satu aspek yang paling menonjol adalah kecepatan pembangunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional, karena komponen bangunan telah diproduksi sebelumnya di pabrik dan hanya perlu dirakit di lokasi proyek. Selain itu, sistem ini dirancang sedemikian rupa agar pemasangan setiap modul dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien, sehingga mengurangi kompleksitas pekerjaan di lapangan. Tidak hanya itu, penggunaan metode ini juga memastikan bahwa kualitas dan mutu bangunan tetap terjaga, karena setiap modul diproduksi dalam lingkungan yang terkontrol dengan standar yang ketat, sehingga meminimalkan resiko kesalahan konstruksi dan memastikan hasil akhir yang lebih presisi serta tahan lama (Nelza et al., 2021). Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa sistem modular prefabrikasi sebagai metode konstruksi yang mengandalkan produksi modul di pabrik sebelum dirakit di lokasi proyek yang memungkinkan percepatan proses pembangunan, mempermudah instalasi, serta memastikan kontrol produksi yang lebih terstandarisasi.

Kelebihan dari adanya sistem modular prefabrikasi dibandingkan dengan penggunaan sistem konvensional adalah modelnya memiliki dimensi yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan atau fleksibel (Puspa Rani & Lahji, 2021). Selain itu, berdasarkan studi yang dilakukan di Universitas Cambridge menunjukkan bahwa penggunaan metode konvensional menghasilkan CO₂ yang cukup tinggi dibandingkan dengan penggunaan sistem modular prefabrikasi, yaitu berada pada angka 41-45%. Oleh karena itu, sistem modular prefabrikasi dapat mengurangi dampak dari perubahan iklim dan mampu meminimalisir energi serta limbah sehingga dapat dikatakan bahwa sistem ini merupakan sistem yang ramah lingkungan (Novita & Afgani, 2024).

Dengan berbagai keunggulan yang ditawarkan oleh sistem prefabrikasi, sistem ini kerap kali diterapkan dalam berbagai sektor pembangunan di Indonesia sebagai solusi konstruksi yang cepat, efisien, dan

memiliki kualitas yang terkontrol. Penerapannya tidak hanya terbatas pada perumahan, tetapi juga mencakup sektor kesehatan, komersial, dan pendidikan. Dengan metode ini, berbagai bangunan dapat dibangun dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan metode konvensional, sehingga cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan respons cepat, seperti pembangunan rumah bagi korban bencana, rumah sakit darurat, hingga fasilitas pendidikan (Al Bani & Agustapraja, 2020).

Salah satu sektor yang sangat merasakan manfaat dari sistem modular prefabrikasi adalah sektor pendidikan. Dalam konteks ini, penerapan teknologi modular memungkinkan pembangunan sekolah dan ruang kelas dengan lebih cepat, terutama di daerah-daerah yang mengalami keterbatasan fasilitas atau terdampak bencana. Salah satunya contoh penerapan sistem modular prefabrikasi dalam pembangunan fasilitas pendidikan di Indonesia adalah Sekolah Indonesia Cepat Tanggap (SICT) yang dibangun sebagai sekolah darurat untuk korban bencana di beberapa daerah di Indonesia (Yatmo et al., 2021).

Selain itu, salah satu contoh penerapan sistem modular prefabrikasi di Indonesia adalah sistem RUSPIN (Rumah Unggul Sistem Panel Instan), yang dikembangkan sebagai solusi konstruksi cepat dengan sistem panel pracetak. RUSPIN dirancang untuk mempercepat proses pembangunan dengan tetap mempertahankan kualitas struktur yang baik, sehingga dapat menjadi alternatif dalam *project* infrastruktur, termasuk perumahan.

2.5 Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN)

RUSPIN (Rumah Unggul Sistem Panel Instan) merupakan teknologi konstruksi berbasis panel pracetak yang dirancang untuk mempercepat proses pembangunan dengan tetap menjaga kualitas struktur bangunan. Sistem ini terdiri dari panel-panel dengan ukuran dan bentuk yang berbeda dibandingkan dengan panel yang digunakan dalam teknologi RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat). Meskipun kedua sistem memiliki konsep dasar yang serupa dalam hal modularitas dan efisiensi konstruksi, perbedaan

utama terletak pada dimensi serta jenis panel yang diaplikasikan pada masing-masing sistem. Salah satu keunggulan dari teknologi RUSPIN adalah fleksibilitasnya dalam dikombinasikan dengan RISHA, sehingga memungkinkan pengembangan ukuran modul yang lebih bervariasi serta menciptakan pola *grid* baru yang lebih adaptif terhadap kebutuhan desain dan fungsi bangunan. Integrasi antara kedua teknologi ini membuka peluang untuk inovasi dalam sistem konstruksi modular, khususnya dalam penyediaan hunian atau fasilitas publik yang cepat, efisien, dan terjangkau (Natasha, 2022).

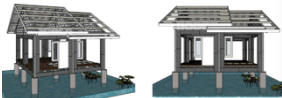
RUSPIN merupakan teknologi konstruksi modular yang dikembangkan oleh aplikator yang telah memiliki Perjanjian Kerjasama (PKS) dengan Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan. Teknologi ini telah diimplementasikan secara luas di berbagai wilayah di Indonesia melalui program yang didukung oleh Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, serta sektor swasta. Sistem konstruksi RUSPIN memiliki fleksibilitas dalam desain, sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai tipologi hunian, seperti rumah panggung, rumah tapak, maupun rumah bertingkat dua. Untuk bangunan dua lantai, diperlukan spesifikasi khusus dengan tambahan perkuatan sesuai dengan pedoman teknis yang berlaku (Kementerian PUPR, 2023).

2.5.1 Macam Penggunaan RUSPIN

Banyaknya sisi positif dari penggunaan RUSPIN, kini penggunaannya tidak hanya berfokus pada pembangunan rumah tinggal. Beberapa sektor telah menerapkan teknologi RUSPIN. Contohnya pada bangunan kantor dan fasilitas publik seperti pembangunan bangunan pasca bencana alam, fasilitas nyata yang telah dibangun oleh pemerintah adalah rekonstruksi bangunan rumah sakit hingga kantor di Kota Palu pasca bencana gempa dan tsunami (Antara News, 2022). Selain itu, berdasarkan wawancara

dengan *produsen* RUSPIN di Jawa Tengah, telah diperoleh data mengenai implementasi sistem RUSPIN yang telah dikembangkan di beberapa wilayah. Untuk memberikan gambaran yang lebih sistematis, rincian penggunaan sistem RUSPIN disajikan dalam tabel II.6

Tabel II.6 Macam Penggunaan RUSPIN

No.	Gambar	Lokasi	Kegunaan
1.		Badung, Bali	<i>Cottage Villa</i>
2.		Paguyangan, Brebes	Hunian Bantuan Pemerintah
3.		Tinalan, Surakarta	Hunian Relokasi
4.		Pekalongan	Hunian Perumahan Komersil
5.		Sayung, Demak	Hunian Bantuan Anti Rob dan Banjir

Sumber : Data Produsen & Aplikator RUSPIN Jawa Tengah

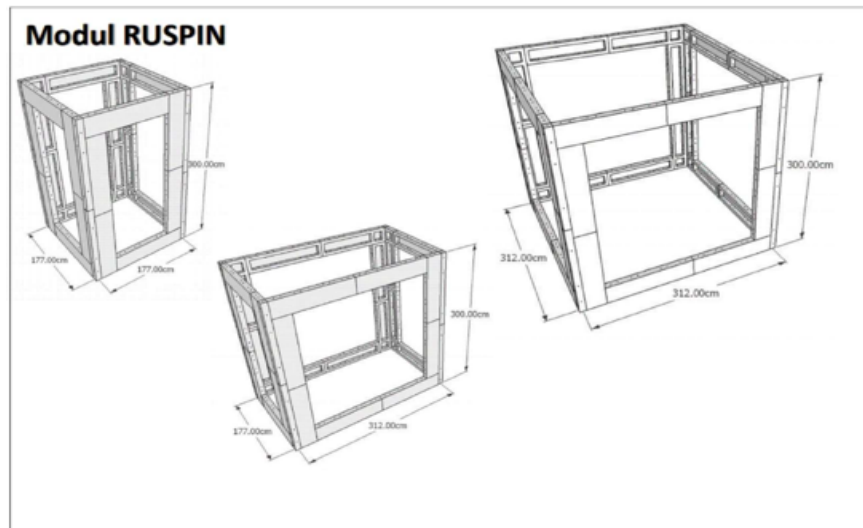
Dengan berbagai penerapan teknologi RUSPIN di sektor perumahan, perkantoran, dan fasilitas publik, terbukti bahwa sistem ini mampu menghadirkan solusi konstruksi yang cepat, efisien, dan berkualitas. Keunggulan utama RUSPIN, seperti kemudahan dalam perakitan, ketahanan terhadap gempa, serta biaya yang lebih terjangkau, menjadikannya alternatif yang ideal untuk berbagai kebutuhan infrastruktur, termasuk sektor pendidikan. Dalam konteks pembangunan sekolah, RUSPIN menawarkan jawaban atas tantangan kebutuhan fasilitas pendidikan yang cepat dibangun namun tetap memenuhi standar keamanan dan kenyamanan bagi siswa dan pengguna lainnya. Oleh karena itu, penerapan teknologi RUSPIN dalam pembangunan sekolah menjadi solusi yang relevan dan perlu dikaji lebih lanjut.

2.5.2 Spesifikasi Teknis RUSPIN

Komponen utama dalam sistem RUSPIN terdiri dari panel struktural pracetak, yang mencakup komponen sloof, kolom, ring balok, dilengkapi dengan penyambung antar panel berupa baut, mur dan pelat *connector*.



Gambar II.2 Produksi Panel Struktural RUSPIN di workshop RUSPIN Jawa Tengah
Sumber : Dokumentasi Pribadi

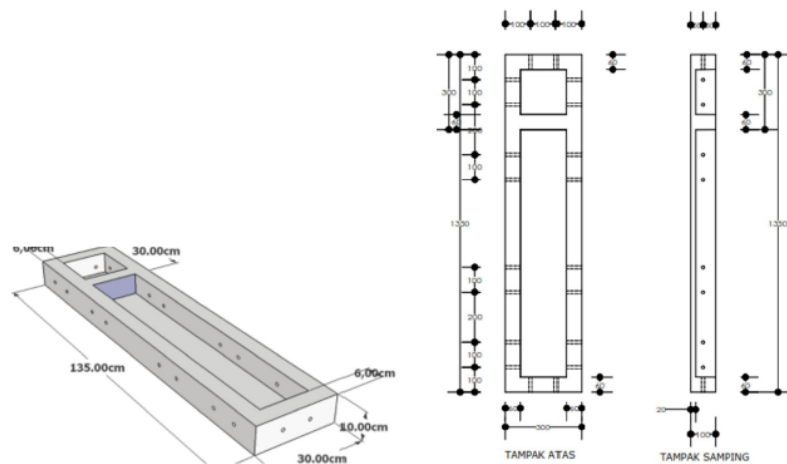


Gambar II.3 Spesifikasi Modul RUSPIN
Sumber : Pedoman Teknis RUSPIN

Modul RUSPIN dirancang dalam beberapa variasi dimensi sebagaimana tercantum pada Gambar II.2 untuk menyesuaikan kebutuhan perancangan bangunan yang fleksibel dan efisien. Adapun spesifikasi dimensi modul yang tersedia adalah modul kecil dengan dimensi 1,7 m x 1,7 m x 3,00 m, modul menengah dengan dimensi 3,1 m x 1,7 m x 3,00 m, dan modul besar dengan dimensi 3,1 m x 3,1 m x 3,00 m. Komponen ini akan disambung antar satu sama lain dengan menggunakan penyambung mekanis yang terdiri dari mur, baut dan pelat penyambung.

a. Komponen Struktural 1 (K1)

- Berfungsi sebagai komponen utama dalam sistem struktur bangunan.
- Dimensi standar (135 cm x 30 cm x 10 cm)
- Dilengkapi lubang sambung berdiameter 16 mm untuk memfasilitasi perakitan.



Gambar II.4 Komponen Struktural 1 (K1)

Sumber : Pedoman Teknis RUSPIN

b. Komponen Struktural 2 (K2)

- Berperan sebagai penghubung antara panel struktural
- Ukuran 150 cm x 12 cm x 12 cm
- Ketebalan selimut beton 1.5 cm
- Sistem pengikat berupa 3 lubang baut pada sisi panjang, 1 lubang pada sisi lebar dengan diameter lubang standar 16mm. memiliki ketebalan selimut beton 1,5 cm. dilengkapi dengan 3 lubang baut pada sisi panjang dan 1 lubang pada sisi lebar/tinggi. Diameter lubang adalah sebesar 16 mm.
- Tulangan
Menggunakan besi polos (BjTP) dengan standar SNI 2052:2017 dengan kuat tarik minimum 280 MPa.
- Beton

l'elr



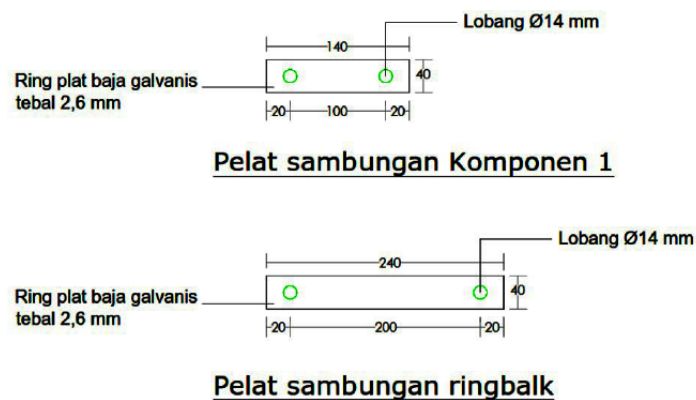
- Baut

39

- Pelat Penyambung



Gambar II.7 Baut & Ring Penyambung
Sumber : Pedoman Teknis RUSPIN



Gambar II.6 Pelat Penyambung
Sumber : Pedoman Teknis RUSPIN

Pelat penyambung sebagaimana tercantum pada Gambar II.6 & Gambar II.7 menggunakan pelat baja jenis galvanis (anti karat) dengan tebal dan lebar $> 2,6 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$, dan memiliki kuat leleh (f_y) minimal 250 MPa. Panjang pelat penyambung yang digunakan terdiri dari 2 jenis ukuran yaitu panjang 14 cm untuk penyambung antar komponen K1 dan panjang 24 cm untuk penyambung ring balok