

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

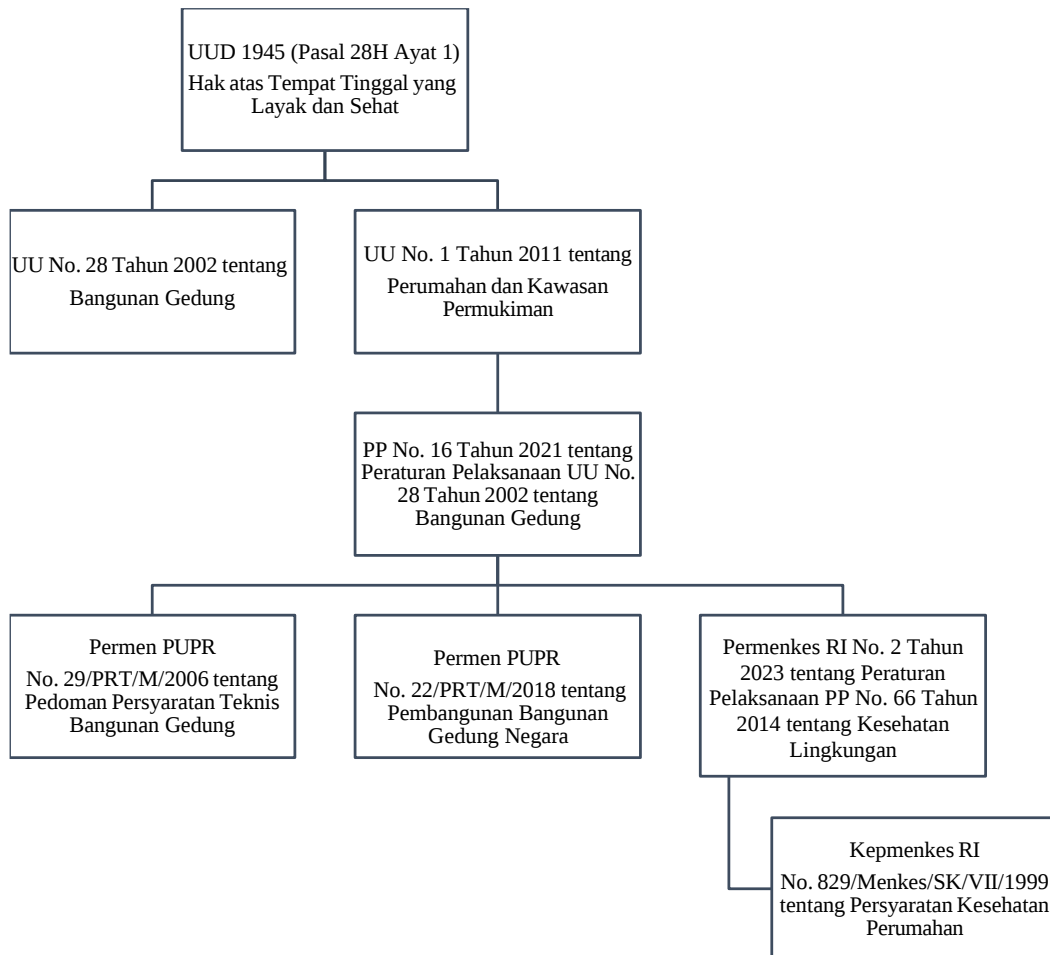
2.1 Standar Rumah Sehat

Rumah sehat pada dasarnya adalah hunian yang mampu menjamin kesehatan fisik, mental, dan sosial penghuninya melalui pemenuhan standar lingkungan, konstruksi, serta sarana sanitasi. Di Indonesia, standar rumah sehat telah diatur melalui berbagai regulasi, antara lain Kepmenkes RI No. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan, yang mencakup syarat pencahayaan, penghawaan, air bersih, sanitasi, dan kepadatan hunian (Kepmenkes, 1999). Lebih lanjut, Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan menekankan pentingnya kualitas udara dalam ruang, seperti pengaturan suhu, kelembapan, batasan polutan, serta mengatur standar ventilasi dan pencahayaan alami, dengan ketentuan rasio luas bukaan minimal 20% dari luas lantai agar cahaya dan udara dapat masuk secara optimal (Permenkes, 2023). Beberapa penelitian menegaskan bahwa rumah sehat berpengaruh besar terhadap kualitas hidup, produktivitas, dan menurunkan risiko penyakit akibat lingkungan (keslan.kemkes.go.id, 2023). Sehingga penerapan standar ini menjadi penting, khususnya pada hunian sederhana atau relokasi pasca bencana. Dengan demikian, standar rumah sehat di Indonesia tidak hanya menekankan aspek fisik bangunan, tetapi juga bagaimana rumah mampu mendukung kesehatan dan kesejahteraan penghuninya.

2.1.1 Peraturan Rumah Sehat di Indonesia

Rumah sehat di Indonesia diatur melalui berbagai regulasi yang disusun pemerintah untuk menjamin kualitas hunian yang layak, aman, dan mendukung kesehatan penghuninya, dapat dilihat pada gambar 2.1. Regulasi tersebut mencakup

aspek fisik bangunan, lingkungan, hingga sanitasi dasar yang harus dipenuhi agar rumah dapat dikategorikan sebagai rumah sehat.



Gambar 2. 1 Bagan Regulasi Rumah Sehat di Indonesia

2.1.1.1 UUD 1945 (Pasal 28H Ayat 1) Hak Atas Tempat Tinggal yang Layak dan Sehat

Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UUD 1945), khususnya Pasal 28H Ayat 1, merupakan landasan filosofis dan yuridis tertinggi yang menjamin hak fundamental setiap warga negara atas hunian yang sehat. Pasal ini menjadi sumber bagi seluruh peraturan perumahan dan kesehatan di bawahnya. Standar rumah sehat dalam konteks UUD 1945 ini dijabarkan melalui beberapa prinsip fundamental, yaitu:

- Hak atas Kesehatan Lingkungan

Setiap warga negara berhak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat, yang berarti hunian harus bebas dari faktor risiko penyakit, memiliki kualitas udara dan air yang baik, serta didukung oleh sanitasi yang memadai untuk menunjang kesehatan fisik.

2.1.1.2 UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung

Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung merupakan landasan hukum yang mengatur seluruh aspek teknis dan administratif dari setiap bangunan di Indonesia, dari perencanaan hingga pembongkaran. UU ini memastikan bahwa setiap bangunan, termasuk rumah tinggal, harus memenuhi standar keandalan minimum.

Standar rumah sehat dalam konteks UU ini dijabarkan melalui beberapa prinsip persyaratan keandalan bangunan gedung, yaitu:

- Persyaratan Kesehatan

UU ini secara eksplisit mewajibkan bangunan untuk memiliki sistem penghawaan (ventilasi) yang memadai untuk sirkulasi udara, sistem pencahayaan yang cukup, akses terhadap air bersih, serta sistem sanitasi dan pembuangan air limbah yang baik untuk mencegah timbulnya penyakit (Pasal 25 & 26).

2.1.1.3 UU No. 1 Tahun 2011 tentang Perumahan & Kawasan Permukiman

Undang-Undang No. 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman merupakan landasan hukum utama dalam penyelenggaraan perumahan di Indonesia, termasuk terkait standar rumah sehat. Dalam UU ini, ditegaskan bahwa setiap orang berhak menempati dan/atau menikmati rumah yang layak dan sehat sebagai bagian dari hak dasar warga negara (Pasal 5). Rumah sehat dalam konteks UU ini dijabarkan melalui beberapa prinsip, yaitu:

- Kelayakan Huni

Rumah harus memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, serta kecukupan luas ruang untuk mendukung aktivitas keluarga (Pasal 21 ayat 1).

- Persyaratan Teknis

Bangunan harus memiliki konstruksi yang kuat, ventilasi udara, pencahayaan alami, akses air bersih, sanitasi memadai, dan bebas dari ancaman bahaya lingkungan (Pasal 22 ayat 2).

2.1.1.4 PP No. 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung

Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 merupakan aturan pelaksana dari UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, yang menetapkan persyaratan teknis dan administratif bangunan, termasuk rumah tinggal. PP ini menekankan pentingnya standar keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan yang wajib dipenuhi. Beberapa poin penting terkait rumah sehat dalam PP ini antara lain:

- **Persyaratan Kesehatan**

Rumah harus memiliki ventilasi alami atau mekanis yang cukup untuk pertukaran udara segar, mendapatkan pencahayaan alami maupun buatan yang sesuai standar untuk aktivitas penghuni, memiliki akses air bersih yang memenuhi syarat Kesehatan, dilengkapi sistem sanitasi dan pembuangan limbah domestik yang tidak mencemari air tanah maupun lingkungan (Pasal 16 ayat 2).

2.1.1.5 Permen PU No. 29/PRT/M/2006 Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung merupakan aturan pelaksana teknis dari UU Bangunan Gedung. Regulasi ini berfungsi sebagai panduan bagi para perancang dan pelaksana konstruksi untuk memastikan setiap detail bangunan memenuhi standar keandalan yang ditetapkan, termasuk aspek-aspek yang berkaitan langsung dengan kesehatan dan kenyamanan.

Standar rumah sehat dalam konteks Permen PUPR ini dijabarkan melalui beberapa prinsip persyaratan teknis, yaitu:

- **Sistem Sirkulasi Udara dan Pencahayaan**

Peraturan ini memberikan panduan teknis mengenai desain bukaan dan ventilasi untuk memastikan sirkulasi udara segar dan pencahayaan alami yang optimal.

- Sistem Sanitasi dan Air Bersih

Persyaratan teknis mengenai sistem plambing, instalasi jaringan air bersih, serta sistem pembuangan air kotor dan air bekas. Bagian ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pencemaran dan penyebaran kuman penyakit di dalam rumah.

2.1.1.6 Permen PUPR No. 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 22/PRT/M/2018 mengatur mengenai Standar Pelayanan Minimal (SPM) di bidang pekerjaan umum dan penataan ruang, yang salah satunya berkaitan langsung dengan penyediaan rumah sehat dan layak huni. Regulasi ini menekankan bahwa pemerintah daerah wajib menjamin akses masyarakat terhadap infrastruktur dasar yang menjadi prasyarat terciptanya hunian sehat.

Adapun beberapa poin penting terkait rumah sehat dalam Permen ini antara lain:

- Pelayanan Air Minum

Setiap rumah tangga harus mendapatkan akses air minum aman dengan standar minimal kebutuhan 60 liter per orang per hari, sesuai dengan ketentuan pelayanan dasar (Pasal 4 huruf a).

- Pengelolaan Air Limbah Domestik

Rumah sehat wajib memiliki akses terhadap sistem pengelolaan air limbah domestik skala rumah tangga atau komunal, sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar (Pasal 4 huruf d).

Dengan demikian, Permen PUPR No. 22/PRT/M/2018 menekankan bahwa rumah sehat tidak hanya dilihat dari bangunan fisiknya, tetapi juga dari akses penghuninya terhadap pelayanan dasar, seperti air bersih, sanitasi, drainase, serta pengelolaan sampah yang terintegrasi. Regulasi ini sekaligus memperkuat komitmen pemerintah dalam mewujudkan lingkungan hunian yang sehat, aman, dan berkelanjutan.

2.1.1.7 Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Regulasi ini menekankan bahwa kualitas udara dalam ruang harus memenuhi standar kesehatan agar tidak menimbulkan gangguan bagi penghuni rumah.

Adapun beberapa ketentuan utama dalam Permenkes ini antara lain:

➤ Kualitas Udara Dalam Ruang

Udara di dalam rumah harus bebas dari pencemaran kimia, biologis, maupun partikel debu yang berlebihan. Konsentrasi polutan seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), formaldehida, serta partikulat (PM10 dan PM2.5) harus berada di bawah ambang batas yang ditentukan (Pasal 3–5).

➤ Ventilasi dan Pertukaran Udara

Rumah harus memiliki sistem ventilasi alami atau mekanis yang menjamin pertukaran udara dengan baik. Ventilasi silang sangat dianjurkan untuk menjaga sirkulasi udara sehingga kadar oksigen tetap mencukupi (Pasal 6).

➤ Kelembapan dan Suhu Ruangan

Kelembapan relatif ideal di dalam rumah berkisar 40–60%, sedangkan suhu ruang sebaiknya berada pada rentang 18–30°C sesuai dengan iklim tropis Indonesia. Hal ini untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme berbahaya seperti jamur dan bakteri (Pasal 7).

➤ Pencahayaan Alami

Selain ventilasi, pencahayaan alami juga berperan dalam menjaga kualitas udara karena sinar matahari dapat mengurangi kelembapan dan mematikan mikroorganisme patogen di dalam rumah (Pasal 8).

➤ Perawatan dan Kebersihan

Rumah harus dijaga kebersihannya dengan rutin membersihkan debu, memperhatikan saluran udara, dan memastikan tidak ada sumber pencemar dari aktivitas domestik seperti asap dapur atau asap rokok (Pasal 9–10).

2.1.1.8 Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 Persyaratan Kesehatan Perumahan

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829/Menkes/SK/VII/1999 merupakan regulasi penting yang menetapkan persyaratan kesehatan perumahan sebagai acuan penyelenggaraan rumah sehat di Indonesia. Regulasi ini memberikan pedoman teknis mengenai syarat rumah tinggal dan lingkungan sekitarnya agar mendukung kesehatan penghuninya serta mencegah timbulnya penyakit berbasis lingkungan, detail kriteria rumah sehat dapat dilihat pada tabel 2.1.

Beberapa ketentuan utama dalam regulasi ini meliputi:

- **Persyaratan Fisik Rumah**

Rumah wajib memiliki ventilasi memadai, dengan luas bukaan minimal 10% dari luas lantai, pencahayaan alami yang cukup, kelembapan dan suhu dalam ruang yang nyaman, serta konstruksi yang memenuhi standar keselamatan (Pasal 3).

- **Ketersediaan Air Bersih**

Setiap rumah wajib memiliki akses air bersih dengan kebutuhan minimal 60 liter per orang per hari, serta kualitas air yang sesuai standar kesehatan (Pasal 4).

- **Sistem Pembuangan Limbah Domestik**

Rumah harus dilengkapi fasilitas pembuangan air limbah dan kotoran manusia (septic tank atau sistem komunal) yang aman, tidak mencemari air tanah, serta mudah dipelihara (Pasal 5).

- **Pengelolaan Sampah Rumah Tangga**

Sampah harus dikumpulkan dalam wadah tertutup dan dibuang secara teratur ke tempat pembuangan akhir, untuk mencegah penyebaran vektor penyakit (Pasal 6).

- **Persyaratan Ruang dalam Rumah**

Setiap ruang harus memiliki fungsi jelas (tidur, dapur, kamar mandi), luas memadai untuk jumlah penghuni, serta memenuhi standar kenyamanan visual, termal, dan sirkulasi udara (Pasal 7).

Tabel 2. 1 Kriteria Rumah Sehat Berdasarkan Kemenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999
Persyaratan Kesehatan Perumahan

Parameter	Ketentuan Teknis
Bahan Bangunan	• Tidak terbuat dari bahan yang dapat melepaskan zat berbahaya bagi kesehatan (misal: debu asbes, timbal dari cat). • Tidak menjadi tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme patogen.
Ventilasi Alami	• Luas lubang ventilasi permanen (seperti jalusi/lubang angin) minimal 5% dari luas lantai ruangan. • Harus ada aliran udara silang (<i>cross-ventilation</i>) yang lancar di seluruh rumah.
Pencahayaan Alami	• Luas bukaan jendela kaca yang dapat ditembus cahaya minimal 10% dari luas lantai ruangan. • Pencahayaan tidak boleh terhalangi oleh bangunan atau halangan lain di depannya.
Kepadatan Hunian	• Luas lantai ruang tidur minimal 8 m². • Ruang tidur seluas 8 m² tidak dianjurkan untuk dihuni lebih dari 2 orang (tidak termasuk anak di bawah 5 tahun).
Lantai	• Harus kedap air dan mudah dibersihkan. • Ketinggian lantai minimal 10 cm di atas permukaan tanah pekarangan.
Dinding	• Harus rapat air, mudah dibersihkan, dan di area basah (kamar mandi) harus kedap air. • Dilengkapi ventilasi.
Langit-langit	• Harus kuat, mudah dibersihkan, dan tidak rawan kecelakaan. • Ketinggian dari lantai minimal 2,4 meter.
Dapur	• Wajib memiliki sarana pembuangan asap.
Kebisingan	• Kebisingan yang dianjurkan untuk ruang tidur adalah < 45 dBA.

Penyediaan Air Bersih	• Ketersediaan air bersih minimal 60 liter/orang/hari. • Kualitas air harus memenuhi standar yang berlaku (mengacu pada Permenkes tentang Kualitas Air).
Pembuangan Air Limbah	• Saluran pembuangan harus menggunakan sistem saluran tertutup, kedap air, dan lancar. • Jarak sumber air limbah dengan sumur air bersih minimal 10 meter.
Jamban (WC)	• Setiap rumah wajib memiliki fasilitas jamban keluarga yang privat. • Tipe jamban yang disarankan adalah leher angsa (water seal). • Wajib dilengkapi dengan tangki septik.
Pembuangan Sampah	• Setiap rumah harus memiliki sarana pembuangan sampah rumah tangga. • Wadah sampah harus terbuat dari bahan kedap air, tidak mudah berkarat, dan memiliki tutup.

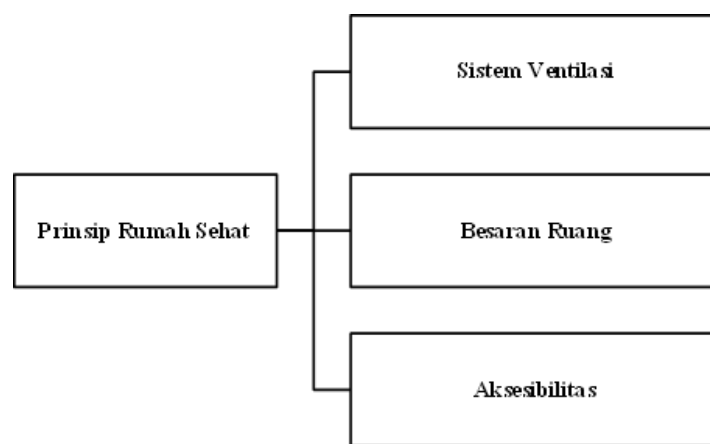
Sumber: Diolah dari Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 Persyaratan Kesehatan Perumahan, 1999

Suatu rumah tidak hanya memenuhi ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 Persyaratan Kesehatan Perumahan, tetapi juga perlu adanya peran penting penghuni dalam menjaga agar rumah tetap sehat, diantaranya:

- Membuka jendela dan pintu setiap pagi.
- Membersihkan rumah dan halaman secara rutin.
- Membuang sampah pada tempatnya.
- Menjaga kebersihan kamar mandi dan jamban.

Dengan demikian, Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 mempertegas bahwa rumah sehat tidak hanya menyangkut aspek bangunan fisik, tetapi juga mencakup akses air bersih, sanitasi, pengelolaan limbah, dan kualitas lingkungan. Regulasi ini menjadi salah satu rujukan utama dalam perencanaan dan evaluasi rumah layak huni di Indonesia.

Berdasarkan penjabaran di atas terlihat jelas bahwa regulasi rumah sehat di Indonesia merupakan sebuah sistem terpadu yang saling menguatkan, mulai dari jaminan hak dasar dalam konstitusi, penjabaran dalam undang-undang, hingga ke pedoman teknis yang spesifik. Dapat dilihat pada gambar 2.2 yang mengilustrasikan prinsip-prinsip rumah sehat berdasarkan regulasi yang dapat diterapkan pada unit hunian relokasi bencana menggunakan RUSPIN di Bumiayu, Brebes.



Gambar 2. 2 Kesimpulan Regulasi yang Dapat Diterapkan pada Desain Unit Hunian Relokasi Bencana Menggunakan RUSPIN di Bumiayu, Brebes

2.1.2 Penerapan Rumah Sehat

Penerapan rumah sehat secara umum merupakan langkah penting untuk menciptakan hunian yang mendukung kesehatan fisik maupun psikologis penghuninya. Konsep rumah sehat tidak hanya menekankan pada kekuatan struktur bangunan, tetapi juga mencakup aspek kenyamanan fisiologis melalui optimalisasi pencahayaan, sirkulasi udara, ruang gerak yang aman dan terhindar dari kebisingan. Dari sisi psikologis, desain ruang harus mampu memfasilitasi privasi penghuni sekaligus mendukung interaksi keluarga yang sehat dalam lingkungan yang nyaman. Aspek preventif menjadi krusial untuk mencegah penularan penyakit melalui sanitasi yang memadai, pengelolaan limbah yang sistematis, serta perlindungan dari vektor dan polutan debu (keslan.kemkes.go.id, 2023). Selain faktor teknis, penerapan rumah sehat juga mempertimbangkan aspek lingkungan permukiman, seperti ketersediaan ruang terbuka hijau, sistem drainase yang baik,

serta kebersihan lingkungan sekitar (Risma dkk., 2023). Studi lain menegaskan bahwa rumah sehat berkontribusi langsung terhadap penurunan risiko penyakit berbasis lingkungan, seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), tuberkulosis, dan penyakit kulit akibat kelembapan berlebih (Keman, 2005).

2.1.2.1 Sistem Ventilasi

Ventilasi berfungsi untuk mengganti udara dalam ruang yang telah jenuh dengan CO₂, uap air, dan polutan dengan udara segar dari luar. Sirkulasi udara yang baik juga krusial untuk menciptakan kenyamanan termal dengan membuang panas dan memberikan efek pendinginan pada kulit. Regulasi Utama; Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 Persyaratan Kesehatan Perumahan adalah acuan kuantitatif utama, yang mensyaratkan luas lubang ventilasi permanen minimal 5% dari luas lantai ruangan dan luas bukaan minimal 10% dari luas lantai ruangan. Standar Teknis; SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi memberikan pedoman untuk merancang sistem ventilasi yang efektif, dapat dilihat pada tabel 2.2. Prinsip ini bertujuan untuk memastikan bahwa udara di dalam rumah selalu segar dan bebas polutan, serta menjaga kondisi suhu dan kelembapan pada tingkat yang nyaman bagi penghuni untuk beraktivitas dan beristirahat.

Tabel 2. 2 Prinsip Perancangan Teknis Sistem Ventilasi dari SNI 03-6572-2001

Kaidah Teknis	Deskripsi	Rincian Ketentuan Teknis
Ventilasi Silang (Cross-Ventilation)	Prinsip terpenting untuk ventilasi alami. Udara harus bisa mengalir masuk dari satu sisi dan keluar di sisi lain untuk "membilas" udara di dalam ruangan.	• Penempatan bukaan (jendela/ventilasi) harus berada pada dinding yang berbeda, idealnya saling berhadapan. • Efektivitas ventilasi silang sangat dipengaruhi oleh perbedaan tekanan antara sisi masuk dan keluar.
Kualitas Udara Masuk	Udara yang masuk ke dalam bangunan	Hindari menempatkan bukaan masuk udara berdekatan dengan tempat

	harus bersih dan tidak berasal dari sumber pencemar.	sampah, area parkir, atau ventilasi dapur/kamar mandi tetangga.
--	--	---

Sumber: Diolah dari SNI 03-6572-2001, 2001

Di iklim tropis, fokus utamanya adalah mereduksi panas yang masuk ke dalam bangunan (perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi). Regulasi Pendukung dari tingkat kenyamanan thermal atau kondisi suhu dan kelembapan pada tingkat yang nyaman; Permenkes RI No. 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang merekomendasikan rentang suhu ideal untuk ruang tinggal di Indonesia adalah 18- 30°C dengan kelembapan 40-60%. Standar Teknis; SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan menjadi acuan teknis utama untuk mengendalikan panas. Standar ini mengatur bagaimana "selubung bangunan" (dinding, atap, jendela) harus dirancang untuk meminimalkan perpindahan panas, misalnya melalui penggunaan peneduh (shading device) untuk jendela yang menghadap timur-barat, peneduh vertikal lebih efektif. Sebaliknya penggunaan peneduh horizontal (tritisan) lebih efektif untuk jendela menghadap utara-selatan, serta orientasi bangunan yang tepat untuk mengurangi paparan sinar matahari langsung.

Prioritas utama dalam hunian sehat adalah memaksimalkan pencahayaan alami. Dengan pencahayaan yang masuk cukup, baik alami maupun buatan, membuat penghuninya dapat melakukan aktivitas tanpa menyebabkan kelelahan mata. SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung menjadi acuan teknis, misalnya seperti distribusi bukaan agar cahaya alami dapat tersebar merata ke seluruh ruangan, dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 3 Ketentuan Teknis Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung SNI 03-2396-2001

Kaidah Teknis	Deskripsi	Rincian Ketentuan Teknis
Geometri Ruang dan	SNI ini memberikan	• Posisi Jendela: Jendela yang diletakkan lebih tinggi akan

Kaidah Teknis	Deskripsi	Rincian Ketentuan Teknis
Bukaan	panduan bahwa desain bukaan (jendela) dan interior ruangan sangat memengaruhi hasil akhir pencahayaan.	menyebarkan cahaya lebih jauh ke dalam ruangan. • Kedalaman Ruangan: Kedalaman ruangan yang efektif diterangi oleh jendela samping umumnya tidak lebih dari 2,5 kali tinggi jendela.
Reflektansi Permukaan Interior	Warna pada permukaan interior (dinding, plafon, lantai) sangat berpengaruh dalam memantulkan dan menyebarkan cahaya alami ke seluruh ruangan.	• Plafon: Direkomendasikan memiliki daya pantul cahaya 70% - 80% (warna sangat terang seperti putih). • Dinding: Direkomendasikan memiliki daya pantul 50% - 70% (warna terang). • Lantai: Direkomendasikan memiliki daya pantul 20% - 40% (warna medium).

Sumber: Diolah dari SNI 03-2396-2001, 2001

2.1.2.2 Besaran Ruang

Aspek ini berkaitan langsung dengan kepadatan hunian (occupancy density). Ruang yang terlalu sempit untuk jumlah penghuninya dapat meningkatkan stres, mempercepat penularan penyakit, dan menghambat aktivitas serta tumbuh kembang keluarga. Regulasi Utama; Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 memberikan standar kuantitatif yang jelas, yaitu luas lantai ruang tidur minimal 8 m² dan tidak dianjurkan untuk dihuni lebih dari 2 orang (kecuali anak di bawah 5 tahun). Standar Teknis; SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan mendukung prinsip ini dengan memberikan pedoman mengenai standar luas minimal unit rumah untuk menjamin tersedianya ruang gerak

yang memadai bagi penghuni adalah luas lantai bangunan minimal 36 m² (Tipe 36) untuk Rumah Sederhana (RS) dan luas lantai minimal 21 m² (Tipe 21) untuk Rumah Sangat Sederhana (RSS).

2.1.2.3 Aksesibilitas (Kemudahan Akses dan Gerak)

Aksesibilitas memastikan bahwa semua penghuni tanpa terkecuali, dapat bergerak dan menggunakan fasilitas di dalam rumah dengan mudah dan aman. Hal ini sangat penting dalam hunian relokasi yang mungkin dihuni oleh korban bencana yang mengalami cedera atau memiliki anggota keluarga dengan kebutuhan khusus. Prinsip-prinsip aksesibilitas dirinci dalam Permen PUPR No.14/PRT/M/2017 yang melengkapi pilar kesehatan fisik dengan pilar kesehatan sosial, psikologis, dan keselamatan, dapat dilihat pada tabel 2.5. Rumah yang memiliki hambatan fisik seperti pintu sempit, tangga curam, dan toilet tidak aman dapat menyebabkan stres, isolasi, dan risiko cedera. Dengan memenuhi standar ini, sebuah rumah menjadi layak, aman, dan nyaman bagi seluruh anggota keluarga tanpa terkecuali. SNI 03-1733-2004 dalam perencanaan lingkungan perumahan secara menyeluruh, standar ini memastikan bahwa lingkungan hunian dirancang secara inklusif dan tidak menciptakan hambatan fisik. Misalnya minimal harus ada satu kamar mandi di dalam rumah yang dapat diakses, berada di lantai yang sama dengan akses masuk utama dan memiliki pintu yang cukup lebar. Selain itu, perbedaan ketinggian antara lantai ruang dalam dan kusen pintu harus dibuat seminimal mungkin untuk menghindari risiko tersandung. Serta semua ruangan pada lantai yang memiliki akses masuk utama harus dapat dicapai tanpa melalui tangga.

Tabel 2. 4 Ketentuan Teknis Aksesibilitas Sesuai Permen PUPR No.14/PRT/M/2017

Aspek Aksesibilitas	Deskripsi	Ketentuan Teknis (Ukuran dan Syarat)
Akses Rumah Masuk	Jalur masuk utama ke dalam rumah harus dapat diakses oleh semua orang,	Jalur masuk: Harus berupa bidang datar atau jika ada perbedaan ketinggian, wajib

Aspek Aksesibilitas	Deskripsi	Ketentuan Teknis (Ukuran dan Syarat)
	termasuk pengguna kursi roda.	menggunakan ramp (bidang miring).
Ramp	Jalur alternatif pengganti tangga untuk mengatasi perbedaan ketinggian lantai, krusial untuk pengguna kursi roda	Kemiringan: Kemiringan ideal adalah 1:12 (sekitar 5°). Untuk ramp pendek, kemiringan maksimal yang diizinkan adalah 1:8 (sekitar 7°).
Pintu	Akses keluar-masuk antar ruang yang harus dapat dilalui oleh semua pengguna	• Lebar Buka Bersih: Minimal 85 cm. • Ambang Pintu (Threshold): Dibuat serata mungkin dengan lantai, tinggi maksimal yang diizinkan adalah 1,25 cm.
Toilet Aksesibel	Kamar mandi yang dirancang khusus untuk kemudahan dan keamanan pengguna dengan mobilitas terbatas	Ruang Gerak: Harus memiliki ruang bebas berdiameter minimal 150 cm di dalamnya.

Sumber: Diolah dari Permen PUPR No.14/PRT/M/2017, 2017

2.2 Hunian Relokasi Bencana

Hunian relokasi bencana merupakan bentuk penyediaan tempat tinggal baru bagi masyarakat yang terdampak bencana alam, seperti banjir, gempa bumi, tanah longsor, atau tsunami, ketika hunian asal mereka sudah tidak layak huni atau berada di kawasan rawan bencana. Relokasi menjadi salah satu strategi mitigasi struktural yang dilakukan pemerintah untuk mengurangi risiko bencana di masa mendatang sekaligus memastikan pemenuhan hak dasar warga negara atas hunian yang layak dan sehat (BNPB, 2022). Hunian relokasi bencana biasanya dirancang dengan

mempertimbangkan keamanan lokasi, yaitu lahan yang bebas dari potensi bahaya bencana, serta kelayakan teknis, seperti ketersediaan infrastruktur dasar, akses transportasi, dan fasilitas umum (Kementerian PUPR, 2018). Selain itu, kualitas bangunan harus memperhatikan prinsip hunian sehat sesuai standar nasional, meliputi pencahayaan alami, ventilasi silang, sanitasi memadai, serta penggunaan material yang aman dan tahan terhadap kondisi iklim setempat (multisite.itb.ac.id, 2016).

Di Indonesia, salah satu contoh hunian relokasi bencana adalah Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) yang digunakan sebagai hunian tetap bagi korban banjir dan gempa. Sistem ini dipilih karena keunggulannya dalam hal kemudahan perakitan, kecepatan konstruksi, efisiensi biaya, serta fleksibilitas desain sehingga dapat menampung kebutuhan masyarakat dalam waktu singkat (clearinghouse.pu.go.id, 2022). Namun, penerapan hunian relokasi tidak lepas dari tantangan, antara lain keterbatasan lahan, keterpisahan dengan sumber mata pencaharian, serta kebutuhan adaptasi sosial budaya masyarakat di tempat baru. Oleh karena itu, keberhasilan relokasi tidak hanya diukur dari aspek fisik bangunan, tetapi juga dipengaruhi oleh jaminan kelangsungan ekonomi warga, ketersediaan akses fasilitas dasar, serta keterlibatan masyarakat secara langsung dalam tahapan perencanaan hingga realisasi proyek (Asyifa Rahmadani dkk., 2025).

Hunian relokasi bencana tidak sekadar berfungsi sebagai tempat tinggal pengganti, tetapi juga sebagai bagian dari upaya rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana yang berkelanjutan, dengan menekankan pada integrasi aspek teknis, sosial, ekonomi, dan lingkungan.

2.2.1 Studi Kasus

Studi kasus mengenai hunian relokasi bencana di Indonesia memberikan gambaran nyata mengenai bagaimana konsep hunian sehat dan layak huni diterapkan dalam kondisi darurat maupun pascabencana. Relokasi sering kali menjadi pilihan strategis pemerintah ketika kawasan asal masyarakat sudah tidak memungkinkan lagi untuk dihuni akibat kerusakan fisik maupun risiko bencana

berulang. Melalui berbagai kasus di lapangan, dapat dipelajari beragam pendekatan yang digunakan, baik yang menekankan pada kecepatan pembangunan, partisipasi masyarakat, maupun adaptasi terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan budaya setempat.

2.2.1.1 Relokasi Komunitas Nelayan Tambakrejo, Semarang, Jawa Tengah

Relokasi warga Kampung Tambakrejo, Kelurahan Tanjung Mas, dipicu oleh proyek normalisasi Sungai Banjir Kanal Timur (BKT) yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan banjir dan rob di wilayah Semarang Timur (Mughis, 2020). Meskipun terdampak penggusuran sejak tahun 2019, warga sempat menolak relokasi ke Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) karena lokasinya yang jauh dari pesisir, mengingat mayoritas mata pencaharian mereka adalah sebagai nelayan (disperkim.semarangkota.go.id, 2021). Melalui proses komunikasi yang intensif, Pemerintah Kota Semarang akhirnya mencapai kesepakatan dengan membangun 97 unit rumah deret di kawasan bekas bantaran Kalimati yang tetap berdekatan dengan lokasi kerja warga (Mughis, 2020). Proses pembangunan fisik dimulai dengan skema pinjam pakai lahan milik Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali-Juana dan menggunakan teknologi Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN) tipe 21 yang kuat dan cepat perakitan (disperkim.semarangkota.go.id, 2021). Dimulai dengan penataan lahan seluas 139 x 53 meter melalui Dinas Perumahan dan Permukiman (Disperkim). Di atas lahan tersebut, direncanakan pembangunan 96 unit hunian dengan ukuran masing-masing 8 x 6 meter persegi (Nugroho, 2020). Selama masa konstruksi, warga bersedia menempati hunian sementara (huntara) hingga akhirnya pada Februari 2021, seluruh warga secara resmi pindah ke rumah baru tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3, dengan antusiasme tinggi melalui prosesi tasyakuran (halosemarang.id, 2021). Kini, kawasan tersebut telah bertransformasi menjadi kampung nelayan yang lebih tertata dan diproyeksikan sebagai destinasi wisata bahari baru di Kota Semarang (halosemarang.id, 2021).



Gambar 2. 3 Rumah Relokasi Komunitas Nelayan Tambakrejo, Semarang, Jawa Tengah
Sumber: Disperkim Kota Semarang, 2021

2.2.1.2 Relokasi Masyarakat Korban Banjir Rob Pekalongan, Jawa Tengah

Kabupaten Pekalongan memfokuskan relokasi pada warga yang paling terdampak banjir rob, terutama dari Desa Semut (Dusun Simonet dan Semut) di Kecamatan Wonokerto serta bantaran Sungai Mrican. Warga direlokasi ke Desa Tratebang di Kecamatan Wonokerto, dengan lahan seluas 1 hektare disiapkan dan tiap KK mendapat kavling sekitar 64 meter persegi (Sekda M. Yulian Akbar). Tahap awal relokasi dimulai dengan hibah tanah dan pengundian kavling pada 24 Juni 2023, dan pembangunan hunian direncanakan dimulai tahun 2024. Kolaborasi multi-pihak juga diupayakan, terdapat pembangunan sekitar 98 unit rumah dapat dilihat pada gambar 2.4, yang dibangun oleh Pemprov Jateng dan Pemkab Pekalongan masing-masing membiayai sebagian dengan skim bantuan dari Kementerian PUPR, serta didukung oleh Lazismu dan Lazisnu. Instalasi sanitasi, drainase, listrik, air minum, dan sertifikasi lahan pun ditambahkan sebagai bagian dari fasilitas permukiman baru. Serangkaian proses pembangunan dilaksanakan: peletakan batu pertama pembangunan 100 unit rumah dilaksanakan pada akhir Juni 2024 dengan anggaran sekitar Rp 14,7 miliar atas tanah hibah lebih dari satu hektare. Pemerintah juga menyiapkan fasilitas pendukung seperti jalan, sanitasi, air, dan listrik supaya masyarakat bisa hidup mandiri dan produktif Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah (Nugroho, 2024).



Gambar 2. 4 Rumah Relokasi Masyarakat Korban Banjir Rob, Pekalongan, Jawa Tengah
Sumber: jatengprov.go.id, 2024

2.2.1.3 Relokasi Masyarakat Korban Banjir Rob Demak, Jawa Tengah

Di Kabupaten Demak, relokasi para korban rob juga menjadi perhatian. Namun, kendala seperti keterbatasan anggaran APBD dan warga yang tidak memiliki lahan sendiri membuat prosesnya sulit. Pemerintah daerah bekerjasama dengan BKK Jateng untuk memfasilitasi tanah dan pembangunan rumah bagi warga yang bersedia relokasi, di antara kecamatan terdampak seperti Sayung dan Bonang. Alternatif lain juga ditawarkan: pembangunan rumah panel instan (RUSPIN) bagi warga yang tidak ingin relokasi dapat dilihat pada gambar 2.5, yaitu rumah panggung guna mengantisipasi banjir. Pemerintah Provinsi Jateng menyatakan siap membantu relokasi jika masyarakat bersedia dan telah berbicara mengenai kemungkinan membangun model hunian vertikal (seperti rusun) untuk memenuhi kebutuhan ruang yang lebih efisien (Wijayanto, 2023).



Gambar 2. 5 Rumah Relokasi Masyarakat Korban Banjir Rob, Demak, Jawa Tengah
Sumber: Wijayanto, 2023

2.2.1.4 Relokasi Warga Korban Banjir Dukuhturi, Bumiayu, Brebes, Jawa Tengah

Program relokasi 32 unit rumah di Dukuhturi, Bumiayu, Brebes merupakan inisiatif pemerintah untuk memberikan hunian baru yang aman bagi warga yang terdampak langsung oleh bencana banjir. Pembangunan hunian ini menggunakan teknologi RUSPIN (Rumah Unggul Sistem Panel Instan), yaitu sistem konstruksi beton pracetak yang dikembangkan oleh Kementerian PUPR. Tujuan utama proyek ini adalah memindahkan warga dari lokasi rawan banjir (zona merah) ke area yang lebih aman dan layak huni. Penggunaan struktur RUSPIN dipilih karena beberapa keunggulan utama:

- Kecepatan Konstruksi; Pembangunan dapat diselesaikan dalam waktu yang sangat singkat, krusial untuk penanganan pasca-bencana.
- Tahan Bencana; Strukturnya dirancang kokoh dan tahan gempa, memberikan rasa aman bagi penghuni.
- Standar Kualitas; Mutu bangunan lebih terjamin karena komponen panelnya dicetak di pabrik.

Secara keseluruhan, proyek ini adalah solusi permanen untuk mitigasi bencana, di mana 32 keluarga penerima bantuan diberikan hunian Tipe 36 yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat berlindung, tetapi juga sebagai rumah sehat yang dirancang untuk meningkatkan kualitas hidup mereka pasca-bencana.



Gambar 2. 6 Rumah Relokasi Warga Korban Banjir Dukuhturi, Bumiayu, Brebes, Jawa Tengah

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

2.3 Struktur Panel RUSPIN

Pada periode awal 2010-an, para peneliti di Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (Puskim) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mengembangkan sebuah sistem yang berfilosofi pracetak (precast) untuk mengatasi masalah kecepatan dan mutu. Fokusnya adalah memindahkan sebagian besar proses konstruksi dari lapangan (on-site) yang tidak terkontrol ke dalam pabrik (off-site) yang terkontrol (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019).

Ide dasarnya adalah menciptakan sistem dinding yang berfungsi sebagai struktur pemikul beban (load-bearing wall) yang terbuat dari panel-panel beton bertulang. Berbeda dengan sistem RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat) yang berbasis komponen rangka (kolom, balok, simpul), RUSPIN didesain sebagai sistem panel dinding yang lebih masif. Inovasi terpenting dari RUSPIN terletak pada sistem sambungannya. Panel-panel beton yang sudah jadi memiliki rongga di sisi vertikalnya. Saat panel-panel ini dirakit di atas pondasi, tulangan baja vertikal dimasukkan ke dalam rongga di antara dua panel, kemudian rongga tersebut dicor dengan adukan beton berkekuatan tinggi (grout). Proses ini secara efektif menciptakan kolom-kolom praktis yang menyatukan seluruh panel menjadi satu kesatuan yang kaku dan monolit, mampu menahan gaya lateral gempa dengan sangat baik. Panel didesain dalam beberapa tipe modular standar: panel dinding utuh (P1), panel dengan bukaan jendela (P2), dan panel dengan bukaan pintu (P3). Modularitas ini memungkinkan pembangunan rumah dengan denah standar (umumnya Tipe 36) dapat dilakukan dengan sangat cepat, seperti menyusun balok-balok lego (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019).

Sebelum diluncurkan secara massal, prototipe RUSPIN melewati serangkaian pengujian laboratorium yang ketat di Puskim. Pengujian yang paling krusial adalah uji kekuatan struktur di atas meja getar (shaking table) untuk menyimulasikan guncangan gempa dengan berbagai skala magnitudo. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sambungan monolit pada RUSPIN mampu bertahan dan melindungi struktur dari keruntuhan. Validasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi ini benar-benar aman dan layak diimplementasikan di seluruh wilayah rawan gempa di Indonesia (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t.). Momen

pembuktian terbesar bagi RUSPIN (bersama RISHA) datang saat terjadi rentetan gempa bumi di Lombok, Nusa Tenggara Barat (2018) dan gempa-tsunami di Palu, Sulawesi Tengah (2018). Dalam proses rehabilitasi dan rekonstruksi pasca-bencana tersebut, pemerintah menjadikan RUSPIN sebagai salah satu teknologi andalan untuk membangun ribuan Hunian Tetap (Huntap) bagi para korban. Satu unit rumah RUSPIN Tipe 36 dapat diselesaikan strukturnya hanya dalam beberapa hari oleh tim kecil yang sudah terlatih. Keberhasilan implementasi massal di Lombok dan Palu menjadikan RUSPIN sebagai salah satu solusi teruji dan terpercaya (Permen PUPR, 2018). Sejak saat itu, teknologi ini tidak hanya digunakan untuk hunian pasca-bencana, tetapi juga diadopsi secara luas dalam program reguler pemerintah seperti Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS) atau "bedah rumah" di seluruh Indonesia. Dengan demikian struktur RUSPIN menghasilkan konstruksi yang ekonomis dan fleksibel, tahan gempa, dan efisien waktu.

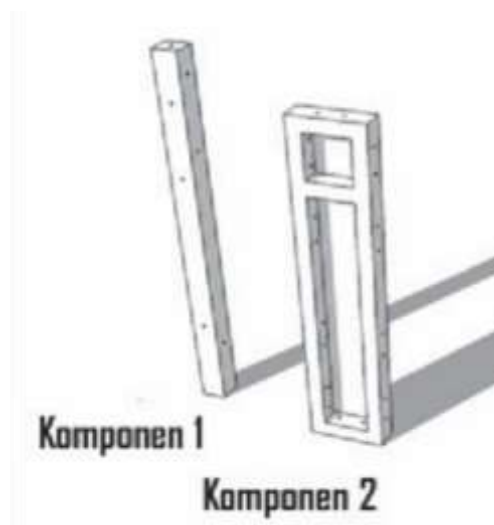
Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t. (2019) menyatakan bahwa RUSPIN merupakan teknologi pabrikasi struktur rumah modular dimana komponennya dicetak di luar area proyek (pre fabrikasi). Oleh karena itu, ada beberapa kelebihan teknologi RUSPIN jika dibandingkan dengan struktur rumah konvensional, antara lain:

- Keseragaman kualitas bahan struktur lebih terkendali, karena dibuat terpusat di workshop yang memungkinkan pengawasan lebih ketat.
- Waktu pelaksanaan perakitan struktur di site bangunan relatif singkat, yakni hanya 3-4 hari untuk struktur rumah Tipe 36 dengan tenaga terlatih.
- Perakitan yang mudah dengan alat bantu utama cukup sederhana (kunci pas, kunci momen dan scaffolding)
- Kemampuan dibongkar pasang sehingga dapat juga dijadikan sebagai hunian sementara.
- Pengembangan ruang ke arah horizontal dapat dilakukan dengan mudah tanpa merusak struktur awal.
- Limbah sisa bahan bangunan di site cenderung dapat direduksi, karena komponen dibuat di workshop.

- Kompatibel jika digabungkan dengan komponen non struktural konvensional.

2.3.1 Spesifikasi Struktur RUSPIN

Struktur RUSPIN terdiri dari dua jenis panel utama (Komponen K1 dan K2), yang dibuat dengan mutu beton $f'c = 25$ MPa dan tulangan internal sesuai standar. Komponen tersebut dirangkai dengan baut dan angkur galvanis yang menjamin koneksi mekanis kering dan praktis (clearinghouse.pu.go.id, 2022). Struktur RUSPIN merupakan sebuah sistem modular yang terbentuk dari dua jenis komponen utama sesuai Gambar 2.7, yang dirangkai menggunakan sambungan baut. Komponen pertama (Tipe 1) adalah balok berdimensi 12 cm x 12 cm x 150 cm yang berfungsi sebagai kolom di setiap titik pertemuan struktur. Komponen utama kedua (Tipe 2) memiliki dimensi keseluruhan 10 cm x 30 cm x 135 cm dan dibentuk oleh sebuah bingkai beton bertulang yang mengelilingi dua rongga. Komponen Tipe 2 ini dapat difungsikan secara fleksibel, baik sebagai kolom maupun balok penyusun modul bangunan. Untuk menjamin keandalannya, sistem RUSPIN telah melalui berbagai pengujian di laboratorium serta analisis simulasi numerik guna mengetahui kinerja dan respons strukturnya secara keseluruhan terhadap potensi beban gempa (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019).



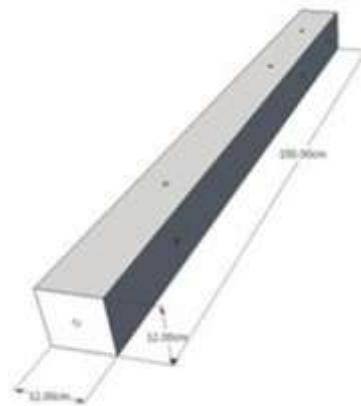
Gambar 2. 7 Komponen RUSPIN Tipe 1 dan Tipe 2

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

Menurut BPTPT, 2015 dalam (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019) menyatakan bahwa pada tahun 2015, penelitian dilanjutkan untuk mengembangkan sistem RUSPIN agar dapat diaplikasikan pada bangunan hunian dua lantai yang menggunakan pelat lantai beton bertulang. Untuk validasi, rangkaian kolom yang tersusun dari kombinasi komponen tipe 1 dan tipe 2 diuji menggunakan beban siklik guna memahami perilakunya saat menahan beban. Penelitian tersebut terus berlanjut dengan inovasi untuk meningkatkan kinerja struktur secara keseluruhan, yang diwujudkan dengan menambahkan teknologi Rubber Base Isolation (RBI) pada bagian fondasi. Penambahan sistem isolasi ini dirancang khusus untuk mereduksi dampak beban gempa yang diterima oleh bangunan.

2.3.2 Komponen Satu RUSPIN

Komponen satu RUSPIN adalah balok beton bertulang yang berukuran 12 cm x 12 cm x 150 cm sesuai gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Komponen 1 (Satu) Panel Ruspun

Sumber : Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t. (2019) menyatakan bahwa penulangan komponen satu terdiri dari 2 jenis yaitu:

- Tulangan utama/rangka; baja tulangan polos (BjTP) diameter 8 mm yang dipasang pada arah panjang komponen satu. Pemotongan dan pembentukan tulangan sesuai Gambar 2.9 dan dibutuhkan 2 buah tulangan tersebut untuk setiap

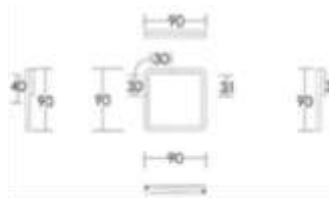
komponen satu. Setiap ujung tulangan diberikan panjang tekukan sesuai gambar untuk memperkuat daya lekatan tulangan terhadap beton.

➤ Tulangan sengkang cincin; baja tulangan polos (BjTP) diameter 6 mm yang dibentuk persegi dan dipasang sepanjang tulangan utama/rangka komponen satu. Pemotongan dan pembentukan tulangan sesuai Gambar 2.10 dan dibutuhkan 16 buah tulangan tersebut untuk setiap komponen satu. Setiap ujung tulangan diberikan panjang tekukan sesuai gambar untuk memperkuat daya lekatan tulangan terhadap beton.



Gambar 2. 9 Tampak muka dan samping tulangan utama/rangka komponen satu (ukuran dalam mm)

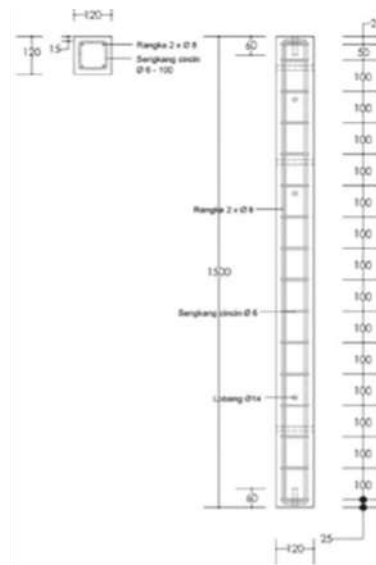
Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019



Gambar 2. 10 Tampak muka dan samping tulangan sengkang cincin komponen satu (ukuran dalam mm)

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

Tulangan utama/rangka dan tulangan sengkang kemudian dirangkai menjadi tulangan komponen sesuai Gambar 2.11. Penempatan tulangan sengkang harus tersebar sesuai gambar sehingga antara lobang baut selalu ada tulangan sengkang untuk memperkuat beton di daerah sekitar lobang baut (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019).

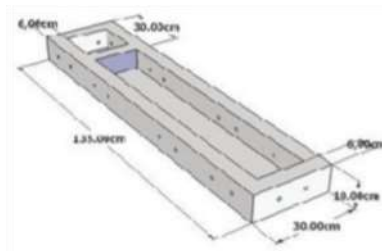


Gambar 2. 11 Penulangan komponen 1 RUSPIN (ukuran dalam mm)

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

2.3.3 Komponen Dua RUSPIN

Komponen 2 RUSPIN adalah panel beton bertulang dengan ukuran 10 cm x 30 cm x 135 cm Sesuai Gambar 2.12.

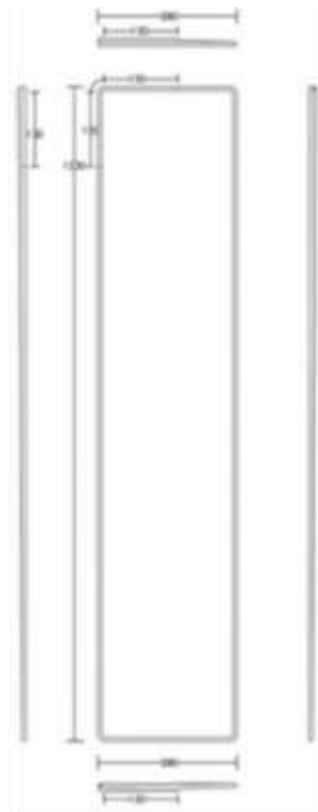


Gambar 2. 12 Komponen 2 (Dua) RUSPIN

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t. (2019) menyatakan bahwa penulangan komponen dua terdiri dari 2 jenis yaitu:

- Tulangan utama/rangka; baja tulangan polos (BjTP) diameter 8 mm yang dipasang sepanjang bingkai komponen berpenampang 6 cm x 10 cm yang mengelilingi komponen dua dan tegak lurus arah panjang komponen dua. Pemotongan dan pembentukan tulangan sesuai Gambar 2.13 sampai Gambar 2.15 dan dibutuhkan 2 buah rangka dalam, 2 buah rangka luar, dan 2 buah rangka tengah untuk setiap komponen dua. Setiap ujung tulangan diberikan panjang tekukan sesuai gambar untuk memperkuat daya lekatan tulangan terhadap beton.



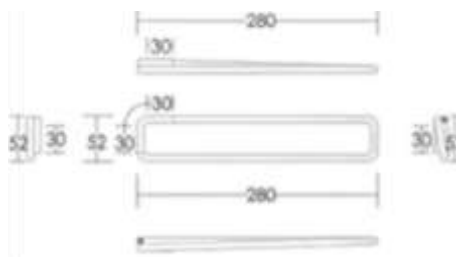
Gambar 2. 13 Tampak muka dan samping tulangan rangka luar komponen dua
(ukuran dalam mm)

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019



Gambar 2. 14 Tampak muka dan samping tulangan rangka dalam komponen dua (ukuran dalam mm)

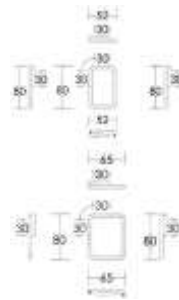
Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019



Gambar 2. 15 Tampak muka dan samping tulangan rangka tengah komponen dua (ukuran dalam mm)

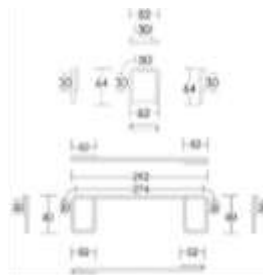
Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019

- Tulangan sengkang; baja tulangan polos (BjTP) diameter 6 mm yang dibentuk persegi dan dipasang sepanjang tulangan utama/rangka komponen dua. Pemotongan dan pembentukan tulangan sesuai Gambar 2.16 sampai Gambar 2.17 dan dibutuhkan 8 buah sengkang cincin ujung, 4 buah cincin sudut, 14 buah sengkang kacmata, dan 4 buah sengkang cincin tengah untuk setiap komponen dua. Setiap ujung tulangan diberikan panjang tekukan sesuai gambar untuk memperkuat daya lekatan tulangan terhadap beton. Tulangan utama/rangka dan tulangan sengkang kemudian dirangkai menjadi tulangan komponen sesuai Gambar 2.18. Penempatan tulangan sengkang harus tersebar sesuai gambar sehingga antara lobang baut selalu ada tulangan sengkang untuk memperkuat beton di daerah sekitar lobang baut.



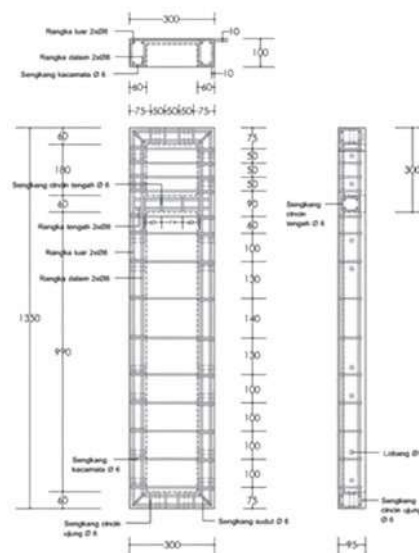
Gambar 2. 16 Tampak muka dan samping sengkang cincin ujung (atas) dan sengkang cincin sudut (bawah) (ukuran dalam mm)

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019



Gambar 2. 17 Tampak muka dan samping sengkang cincin ujung (atas) dan sengkang cincin sudut (bawah) (ukuran dalam mm)

Sumber: Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t., 2019



Gambar 2. 18 Penulangan komponen 2 RUSPIN
Sumber: (Agustiningtyas Rudi Setiadji dkk., t.t.), 2019

2.3.4 Material yang Dapat Diaplikasikan pada Struktur RUSPIN

Sistem RUSPIN menyediakan komponen dinding struktural yang kokoh dan presisi, namun untuk menjadi sebuah bangunan utuh dan fungsional, sistem ini perlu diintegrasikan dengan berbagai material lain yang masing-masing memiliki peran krusial. Material-material pelengkap ini dipilih berdasarkan kemampuannya untuk bersinergi dengan karakteristik sistem RUSPIN, yaitu kecepatan, kekuatan, dan efisiensi.

2.3.4.1 Penutup Lantai

Dasar lantai pada unit hunian RUSPIN adalah tanah keras yang sudah rata. Pemilihan material penutup lantai di atasnya menjadi krusial karena akan memengaruhi aspek kesehatan, kenyamanan termal, durabilitas, kemudahan perawatan, dan biaya jangka panjang. Untuk material penutup lantai, pilihan padarumah panel Ruspun sangat ditentukan oleh keseimbangan antara biaya, kecepatan, dan standar kelayakan huni yang dituju. Opsi yang paling umum dan menjadi standar penyelesaian akhir adalah lantai keramik. Material ini dipilih karena menawarkan kombinasi terbaik dari segi durabilitas, kemudahan perawatan dan kebersihan, serta harga yang terjangkau. Permukaan keramik yang sejuk juga sangat cocok untuk iklim tropis Indonesia. Di sisi lain, untuk tahap pembangunan awal atau pada proyek dengan anggaran paling minimalis, seringkali digunakan lantai plesteran aci halus. Ini adalah solusi paling dasar di mana plat lantai beton hanya dihaluskan dengan acian semen, terkadang dicat untuk mengurangi debu. Walaupun sangat ekonomis, lantai acian sering dianggap sebagai dasar sebelum nantinya dipasang penutup lain. Sebagai contoh penerapan, sebagian besar rumah bantuan menggunakan panel RUSPIN dari pemerintah Provinsi Jawa Tengah, sudah dilengkapi dengan lantai keramik untuk memberikan kenyamanan dan standar hidup yang layak. Sementara itu, lantai acian halus mungkin masih ditemui pada bagian teras, area servis, atau pada unit hunian yang dibangun secara bertahap oleh pemiliknya.

2.3.4.2 Dinding

Struktur utama rumah panel Ruspín pada dasarnya adalah sistem rangka beton pracetak yang disambung dengan baut, sehingga menciptakan fleksibilitas tinggi dalam pemilihan material dinding pengisi. Pilihan yang paling umum dan efisien adalah menggunakan dinding batako atau bata ringan. Material ini dipilih karena proses pemasangannya relatif cepat, biayanya terjangkau, dan mudah didapatkan di seluruh Indonesia, sejalan dengan konsep rumah ekonomis dari Ruspín. Sebagai contoh penerapan, sebagian besar rumah bantuan menggunakan panel RUSPIN dari pemerintah Provinsi Jawa Tengah menggunakan dinding bata ringan atau hebel. Namun, esensi dari sistem Ruspín yang modular justru memungkinkan penggunaan berbagai material dinding non-struktural lainnya. Pilihan modern yang sering digunakan adalah papan semen fiber (fiber cement board) seperti GRC (Glassfiber Reinforced Cement) atau kalsiboard, yang dipasang pada rangka sekunder. Keunggulan GRC adalah bobotnya yang ringan, permukaannya rata, tahan cuaca, dan proses instalasinya sangat cepat, yang sangat mendukung filosofi "instan" dari Ruspín. Sebagai contoh penerapan, banyak proyek Hunian Tetap (Huntap) pascabencana, seperti untuk korban erupsi Semeru, menggunakan dinding batako untuk kecepatan konstruksi massal, sementara proyek Ruspín lain di berbagai daerah seperti Temanggung kerap memadukan sistem rangka betonnya dengan dinding GRC untuk mendapatkan hasil akhir yang lebih presisi dan modern.

2.3.4.3 Kusen

Material kusen untuk rumah RUSPIN perlu mempertimbangkan beberapa faktor kunci: kemudahan pemasangan pada dinding panel beton, daya tahan terhadap cuaca tropis, kebutuhan perawatan jangka panjang, efisiensi biaya, serta kesesuaian dengan standar kekuatan dan keamanan. Dalam pemilihan kusen pintu dan jendela, rumah panel Ruspín menawarkan dua alternatif utama yang masing-masing merefleksikan prioritas proyek yang berbeda: efisiensi industrial atau sentuhan konvensional. Pilihan pertama adalah kusen baja ringan, yang secara filosofi paling selaras dengan konsep "Sistem Panel Instan". Kusen ini diproduksi di pabrik dengan presisi tinggi, memastikan ukurannya seragam dan pemasangannya sangat cepat

karena menyatu sempurna dengan bukaan pada modul panel. Keunggulan utamanya adalah ketahanannya terhadap rayap dan muai-susut akibat cuaca, sehingga perawatannya sangat minim. Di sisi lain, terdapat pilihan kusen kayu yang juga umum digunakan. Kusen kayu menawarkan nilai estetika yang lebih hangat, natural, dan memberikan kesan hunian yang lebih kokoh dan lazim. Meskipun pemasangannya membutuhkan ketelitian lebih dan materialnya rentan terhadap rayap serta perubahan cuaca yang menuntut perawatan berkala, kayu seringkali dipilih untuk proyek yang ingin menonjolkan tampilan rumah yang lebih familier. Pada akhirnya, keputusan antara baja ringan atau kayu bergantung pada skala dan tujuan proyek: baja ringan diutamakan untuk kecepatan, keseragaman, dan efisiensi perawatan dalam pembangunan massal, sementara kayu dipilih untuk mengejar nilai estetika dan nuansa hunian yang lebih tradisional. Sebagai contoh penerapan, sebagian besar rumah bantuan menggunakan panel RUSPIN dari pemerintah Provinsi Jawa Tengah masih menggunakan kusen kayu, seperti rumah panel RUSPIN yang berada di Kebumen, Pekalongan, Temanggung, Karanganyar, dan Brebes.

2.3.4.4 Plat Lantai

Untuk sistem plat lantai, rumah panel Ruspun konsisten menerapkan prinsip efisiensi, kecepatan, dan keringanan struktur. Pada bangunan satu lantai, sistem lantai kerja atau slab on ground yang menyatu dengan pondasi tetap menjadi pilihan tercepat. Namun, untuk pengembangan menjadi dua lantai, terdapat dua solusi ringan yang umum digunakan. Salah satu solusi yang terbukti efektif dan tidak sedikit diterapkan, seperti pada proyek Ruspun di Bumiayu, adalah penggunaan sistem plat lantai kayu. Struktur ini, yang terdiri dari rangka balok dan gelagar kayu yang ditutup dengan papan lantai atau multipleks tebal, sangat diunggulkan karena bobotnya yang paling ringan, proses pemasangannya sebagai konstruksi kering berlangsung sangat cepat, dan memiliki fleksibilitas yang baik untuk daerah rawan gempa. Sebagai contoh penerapan, sebagian besar unit hunian relokasi bencana menggunakan RUSPIN di Bumiayu, Brebes menggunakan kayu sebagai plat lantainya.

Adapun alternatif modern untuk plat lantai tingkat yang akan ditopang oleh struktur dinding, opsinya berkisar dari sistem basah yang dicor sepenuhnya di lokasi menghasilkan struktur kaku dan menyatu namun memerlukan waktu pengerjaan lama hingga sistem panel lantai beton pracetak yang menggunakan komponen-komponen pabrikan. Sistem-sistem modern berbasis komponen ini menawarkan keunggulan signifikan dalam hal kecepatan pemasangan dan bobot struktur yang lebih ringan, sehingga sangat mendukung efisiensi proses konstruksi secara keseluruhan.

2.3.4.5 Rangka Atap

Material rangka atap untuk rumah RUSPIN sangat krusial. Mengingat RUSPIN adalah sistem bangunan yang mengandalkan kecepatan, presisi, dan ketahanan gempa, maka material rangka atapnya harus mendukung prinsip-prinsip tersebut. Kriteria utama pemilihan adalah bobot ringan, kekuatan, kecepatan pemasangan, daya tahan terhadap hama dan cuaca, serta efisiensi biaya. Rangka atap yang biasa dipakai untuk rumah RUSPIN adalah rangka atap baja ringan. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa alasan teknis yang sangat selaras dengan konsep dan keunggulan dari sistem RUSPIN itu sendiri. Pertama, bobotnya yang sangat ringan tidak membebani struktur panel beton di bawahnya, yang krusial untuk menjaga performa bangunan tahan gempa secara keseluruhan. Kedua, proses perakitannya yang cepat menggunakan sistem baut atau sekrup sangat mendukung efisiensi waktu pembangunan, seiring dengan pemasangan panel dinding yang juga instan. Ketiga, baja ringan memiliki durabilitas jangka panjang yang sangat baik karena bersifat anti-rayap dan tidak akan lapuk oleh cuaca, sehingga mengurangi biaya perawatan di masa depan. Meskipun rangka atap kayu secara teknis bisa digunakan, material tersebut umumnya dihindari karena bobotnya yang lebih berat dan kerentanannya yang tinggi terhadap rayap serta pelapukan, yang bertentangan dengan prinsip hunian awet dan cepat bangun. Sebagai contoh penerapan, sebagian

besar rumah bantuan menggunakan panel RUSPIN sudah menggunakan baja ringan seperti di Pekalongan, Cianjur, Sulawesi Utara, Karanganyar, dan Brebes.

Meskipun rangka atap baja ringan adalah pilihan yang paling umum dan sangat direkomendasikan, pada kondisi tertentu atau pada proyek-proyek awal, rumah panel RUSPIN juga pernah menggunakan rangka atap kayu konvensional. Penggunaan rangka kayu biasanya terjadi pada program pembangunan yang bersifat swadaya, di mana tenaga kerja lokal lebih menguasai pengerjaan kayu, atau di daerah terpencil yang akses terhadap material baja ringan masih terbatas. Walaupun kayu menawarkan keunggulan sebagai insulator panas yang lebih baik, material ini memiliki kekurangan signifikan seperti bobotnya yang lebih berat yang menambah beban pada struktur tahan gempa serta kerentanannya yang sangat tinggi terhadap serangan rayap dan pelapukan. Oleh karena itu, baja ringan tetap menjadi pilihan standar yang paling selaras dengan prinsip utama RUSPIN yaitu hunian yang ringan, awet, dan cepat dibangun. Sebagai contoh penerapan, rumah bantuan sosial di Desa Kalijering Kecamatan Padureso Kabupaten Kebumen menggunakan panel RUSPIN menggunakan rangka atap kayu.

2.3.4.6 Penutup Atap

Prinsip utama dalam memilih penutup atap untuk rumah RUSPIN adalah bobotnya harus ringan. Hal ini karena struktur atapnya umumnya menggunakan rangka baja ringan yang didesain untuk menopang beban yang efisien, dan keseluruhan sistem bangunan RUSPIN dioptimalkan untuk performa tahan gempa dengan mengurangi beban mati total. Oleh karena itu, material berat seperti genteng keramik atau genteng beton tradisional sangat tidak direkomendasikan. Penutup atap yang paling umum digunakan untuk rumah panel Ruspini di Indonesia adalah material ringan seperti spandek (zincalume) atau genteng metal, yang terpasang pada rangka atap baja ringan. Pilihan ini selaras dengan prinsip dasar Ruspini yang mengutamakan kecepatan, efisiensi biaya, dan bobot struktur yang ringan secara keseluruhan. Di sisi lain, meskipun penutup atap konvensional seperti genteng keramik atau beton menawarkan keunggulan superior dalam meredam panas

matahari dan suara hujan, material ini sangat jarang digunakan pada struktur Ruspín standar. Alasan utamanya adalah bobot genteng konvensional yang berkali-kali lipat lebih berat, sehingga menuntut konstruksi rangka atap yang jauh lebih kuat, rapat, dan mahal. Penggunaan struktur penopang sekuat itu akan menghilangkan esensi efisiensi dan keringanan dari sistem Ruspín itu sendiri. Oleh karena itu, spandek dan genteng metal tetap menjadi pilihan utama yang paling sesuai, seperti yang terlihat pada proyek di Bumiayu, Brebes. Adapun rumah yang menggunakan panel RUSPIN masih menggunakan genteng konvensional seperti keramik atau yang terbuat dari tanah liat masih ada terdapat pada proyek rumah bantuan di Desa Kalijering Kecamatan Padureso Kabupaten Kebumen.

2.3.5 Penerapan Struktur RUSPIN pada Bangunan Lainnya

Struktur RUSPIN (Rumah Unggul Sistem Panel Instan) telah diaplikasikan secara fleksibel dan efektif dalam berbagai konteks bangunan di Indonesia mulai dari perumahan subsidi, hunian relokasi korban bencana alam, dan hunian darurat berkat sistem modular knock-down berbasis panel beton pracetak yang mudah dirakit dan tahan gempa. Studi komparatif menunjukkan bahwa RUSPIN dapat mempercepat konstruksi dan menawarkan efisiensi biaya sekitar 6,93% serta efisiensi waktu sekitar 18,31% dibanding metode konvensional (Aprilia Sari, 2025). Deskripsi resmi dari Kementerian PUPR juga menyatakan bahwa teknologi RUSPIN cocok untuk perumahan pengungsi, hunian sementara, dan bangunan tidak permanen lainnya (clearinghouse.pu.go.id, 2022)

2.3.5.1 Rumah Bantuan Korban Bencana Longsor di Desa Kalijering, Kecamatan Padureso, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Berdasarkan monitoring pada Februari 2022, program Bantuan Sosial (Bansos) pembangunan 11 unit rumah bagi korban bencana longsor di Desa Kalijering, Kebumen, yang dimulai sejak Oktober 2021 telah berjalan efektif. Hunian ini dibangun menggunakan struktur utama panel RUSPIN yang inovatif sesuai Gambar 2.19 dan Gambar 2.20, dikombinasikan dengan dinding bata ringan dan atap genteng dengan rangka kayu keras, menghasilkan bangunan tahan gempa seluas

lebih dari 54 m² yang terasa sangat lega dan memenuhi syarat rumah sehat. Pemerintah menyediakan material pokok melalui Bansos, sementara warga menyelesaikan tahap akhir seperti pemasangan keramik dan pengecatan secara swadaya. Proyek ini berhasil merelokasi warga dari area rawan bencana ke lokasi yang aman, mewujudkan impian mereka untuk memiliki rumah permanen yang berkualitas dan layak huni (disperakim.jatengprov.go.id, 2022).



Gambar 2. 19 Rumah Panel RUSPIN Desain Satu di Kebumen, Jawa Tengah

Sumber: Disperakim Prov. Jateng, 2022



Gambar 2. 20 Rumah Panel RUSPIN Desain Dua di Kebumen, Jawa Tengah

Sumber: Disperakim Prov. Jateng, 2022

2.3.5.2 Rumah Bantuan Pekalongan, Jawa Tengah

Pada tahun 2023, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah kembali mengalokasikan bantuan pembangunan 20 unit Rumah Unggul Sistem Panel (RUSPIN) tahan

gempa bagi keluarga prasejahtera di Kota Pekalongan sesuai Gambar 2.23, melanjutkan program serupa yang telah berhasil membangun 28 unit pada tahun 2022. Program yang dikembangkan oleh Kementerian PUPR ini menyasar warga miskin yang terdaftar dalam Data Terpadu Kesejahteraan Sosial (DTKS) dan telah memiliki lahan sendiri. Setiap penerima manfaat mendapatkan bantuan anggaran senilai total Rp 36,8 juta, yang dirinci menjadi Rp 35 juta untuk pembelian material dan Rp 1,8 juta untuk upah tenaga kerja, sebagai solusi penyediaan hunian baru yang layak dan aman (Hidayat, 2023).



Gambar 2. 21 Rumah Panel RUSPIN di Pekalongan, Jawa Tengah

Sumber: Disperakim Provinsi Jawa Tengah, 2023

2.3.5.3 Rumah Subsidi di Karanganyar

Program Rumah Subsidi Instan Panel (RUSPIN) di Karanganyar dikembangkan oleh pemerintah untuk mengatasi masalah kebutuhan hunian bagi masyarakat yang belum memiliki rumah pribadi, khususnya mereka yang sudah berkeluarga. Tujuannya adalah untuk mengurangi angka rumah tidak layak huni dan mengatasi masalah backlog, yaitu kondisi di mana satu rumah dihuni oleh dua kartu keluarga atau lebih. Program ini memberikan bantuan berupa material bangunan senilai Rp 35.000.000 dan upah pekerja Rp 1.800.000. Proyek Rumah Subsidi RUSPIN ini tidak terpusat di satu lokasi, melainkan tersebar di berbagai desa di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, dengan mayoritas penerima bantuan berada di wilayah timur Karanganyar yang masih bersifat pedesaan. Berdasarkan artikel penelitian mengenai kenyamanan Rumah Subsidi Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN) di Karanganyar sesuai Gambar 2.22, yang menyimpulkan bahwa hunian tersebut secara umum tergolong nyaman dan sangat layak huni, terutama dari aspek

psikologis penghuni dan kecukupan luas bangunan. Dengan total luas 38,93 m², unit ini melebihi standar minimal rumah sehat di Indonesia sebesar 36 m², dan hasil wawancara menunjukkan bahwa penghuni merasa sangat bersyukur dan nyaman karena memiliki privasi serta kemandirian setelah sebelumnya tinggal bersama keluarga lain. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi adanya beberapa ketidaksesuaian fungsional yang signifikan. Kekurangan utama terletak pada paket bantuan standar yang tidak menyertakan pemasangan plafon, yang merupakan syarat kenyamanan fungsional, serta desain denah awal yang tidak menyediakan ruang dapur khusus. Hal ini memaksa penghuni untuk mengalihfungsikan "Ruang Bersama" menjadi ruang tamu sekaligus dapur, yang menunjukkan adanya ruang untuk penyempurnaan desain dan paket bantuan di masa depan (Rizky Aljunar Aqliansyah dkk., 2024).



Gambar 2. 22 Rumah Panel RUSPIN di Karanganyar, Jawa Tengah
Sumber: Rizky Aljunar Aqliansyah dkk., 2024