

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Objek Penelitian

Pada penelitian ini, objek yang akan menjadi fokus kajian adalah salah satu cluster perumahan dari Bintaro Jaya, yaitu Cluster Discovery Azzura. Cluster ini menghadirkan unit hunian modern dengan tipe Azzura 8 Var, yang memiliki luas lahan sebesar 136 m² dan luas bangunan mencapai 190 m². Lokasi cluster ini berada di Jalan HR Rasuna Said, Kelurahan Parigi, Kecamatan Pondok Aren, Kota Tangerang Selatan, Banten.



Gambar 4. 1 Siteplan Cluster Azzura
Sumber: Bintaro.web.id

Unit rumah yang dikaji merupakan hunian dua lantai dengan konsep modern. Rumah ini telah dilengkapi dengan sistem *smart home* yang memungkinkan penghuni untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik dengan mudah melalui *smartphone*. Selain itu, rumah ini juga mengadopsi sumber energi alternatif berupa *solar panel* yang mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.



*Gambar 4. 2 Unit Azzura tipe 8 var
Sumber: Penulis, 2024*

Fasilitas rumah meliputi empat kamar tidur yang nyaman, empat kamar mandi yang modern, serta carport yang mampu menampung dua mobil. Menariknya, rumah ini juga sudah dilengkapi dengan port pengisian daya untuk kendaraan listrik, menjadikannya pilihan ideal bagi penghuni yang mendukung mobilitas ramah lingkungan. Desain dan fitur-fitur yang tersedia di unit ini mencerminkan integrasi antara kenyamanan, teknologi, dan keberlanjutan lingkungan, menjadikannya salah satu pilihan hunian masa depan di kawasan tersebut.



*Gambar 4. 3 Denah Tipe 8 Var
Sumber: Penulis, 2024*

4.2 Penilaian Rumah Ramah Lingkungan

Penilaian terhadap objek penelitian ini dilakukan berdasarkan parameter rumah ramah lingkungan yang ditetapkan oleh **GreenShip Home**, sebuah sistem sertifikasi bangunan hijau di Indonesia. Penilaian ini mencakup enam kategori utama, yaitu **Pengelolaan Tapak, Efisiensi Energi, Konservasi Air, Sumber dan Siklus Material, Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang, serta Manajemen Lingkungan Bangunan**. Setiap kategori memiliki indikator spesifik yang digunakan untuk menentukan skor, yang kemudian diakumulasi untuk memberikan peringkat keseluruhan rumah tersebut.

4.2.1 Tepat Guna Lahan

Pada sub bab ini membahas mengenai tepat guna lahan yang dinilai melalui komponen penilaian dari Greenship Home. Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada pemanfaatan lahan secara tepat guna, yang menjadi salah satu aspek penting dalam penilaian rumah ramah lingkungan. Penilaian ini dilakukan berdasarkan komponen-komponen yang telah ditetapkan dalam sistem sertifikasi **Greenship Home**. Setiap komponen mencakup kriteria spesifik yang bertujuan untuk memastikan bahwa pemanfaatan lahan dilakukan secara optimal, efisien, dan berkelanjutan, dengan mempertimbangkan aspek ekologi, tata ruang, dan dampaknya terhadap lingkungan sekitar. Evaluasi ini berfungsi untuk mendorong penggunaan lahan yang mendukung prinsip keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem.

TEPAT GUNA LAHAN

APPROPRIATE SITE DEVELOPMENT (ASD)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
ASD 1	Area Hijau (<i>Green Area</i>)			4	
Memiliki lahan vegetasi untuk meningkatkan fungsi alamiah tanaman (fisiobiologi) dan meningkatkan kenyamanan dan kesehatan fisik serta psikis penghuni.	1A	Memiliki vegetasi minimum 50% dari luas tanah.	2	<input type="checkbox"/>	
		Atau			
	1B	Memiliki vegetasi minimum 30% dari luas tanah.	1	<input type="checkbox"/>	
	2	Penggunaan 100% tanaman yang berasal dari <i>nursery</i> lokal dengan jarak maksimum 500 km.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	
	3	Adanya penanaman pohon pelindung pada pekarangan rumah lebih banyak dari standar minimum.	1	<input type="checkbox"/>	
ASD 2	Infrastruktur Pendukung (<i>Supporting Infrastructure</i>)			2	
Untuk mendorong pembangunan di tempat yang sudah memiliki infrastruktur pendukung serta menghindari pembangunan di area <i>greenfields</i> dan pembukaan lahan baru.	1A	Membangun di dalam kawasan yang dilengkapi minimal 8 (delapan) dari prasarana dan utilitas.	2	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Atau			
	1B	Membangun di dalam kawasan yang dilengkapi minimal 5 (lima) dari prasarana dan utilitas.	1	<input type="checkbox"/>	
ASD 3	Aksesibilitas Komunitas (<i>Community Accesibility</i>)			2	
Untuk menghargai lokasi rumah yang memiliki aksesibilitas yang baik sehingga mempermudah penghuni untuk mencapai berbagai fasilitas dalam kegiatan sehari-hari.	1A	Terdapat minimum 10 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 1 km dari tapak.	2	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Atau			
	1B	Terdapat minimum 5 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 1 km dari tapak.	1	<input type="checkbox"/>	
ASD 4	Pengendalian Hama (<i>Pest Management</i>)			2	
Menghindari gangguan kenyamanan dan keamanan penghuni akibat hama serta mencegah penularan penyakit dari hama.	1	Adanya upaya desain rumah untuk penanggulangan nyamuk.	1	<input type="checkbox"/>	
	2	Adanya upaya desain rumah untuk penanggulangan tikus.	1	<input type="checkbox"/>	

	3	Adanya upaya desain rumah untuk penanggulangan lalat.	1	<input type="checkbox"/>
	4	Adanya upaya desain rumah untuk penanggulangan kecoak.	1	<input type="checkbox"/>
	5	Adanya upaya manajemen penanggulangan rayap.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
ASD 5	Transportasi umum (<i>Public Transportation</i>)		1	
Mengupayakan pengurangan emisi dari kendaraan pribadi.	1A	Adanya halte atau stasiun transportasi umum dalam jangkauan 500 m.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
		Atau		
	1B	Adanya akses menuju rute angkutan umum dalam jangkauan 500 m.	1	<input type="checkbox"/>
ASD 6	Penanganan Air Limpasan Hujan (<i>Stormwater Management</i>)		2	
Mengurangi beban limpasan air hujan ke jaringan drainase kota yang berpotensi menyebabkan banjir.	1	Adanya penanganan limpasan air hujan untuk atap.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	Adanya penanganan limpasan air hujan untuk halaman.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
TOTAL NILAI KATEGORI ASD			13	9

*Tabel 4. 1 Penilaian Tepat Guna Lahan
Sumber: Penulis, 2024*

Berdasarkan penilaian dari tabel diatas, rumah tersebut berhasil memenuhi beberapa komponen penilaian dalam kategori Tepat Guna Lahan (Appropriate Site Development - ASD) yang dirancang oleh Greenship Home. Pada subkategori Area Hijau (ASD 1), rumah ini menggunakan 100% tanaman lokal dengan jarak tidak lebih dari 500 km dari tapak, yang mendukung keberlanjutan ekosistem lokal dan mengurangi jejak karbon akibat transportasi. Pada subkategori Infrastruktur Pendukung (ASD 2), lokasi rumah berada di kawasan yang telah dilengkapi dengan minimal 8 prasarana dan utilitas, seperti jalan, listrik, air bersih, dan fasilitas lainnya, sehingga tidak membutuhkan pembukaan lahan baru (*greenfield*).

Pada subkategori Pada subkategori Pengendalian Hama (ASD 4), salah satu langkah preventif yang dilakukan adalah penyemprotan pada bangunan untuk menanggulangi serangan rayap. Penyemprotan ini bertujuan untuk melindungi struktur bangunan dari kerusakan akibat rayap yang dapat melemahkan material kayu serta elemen lainnya dalam rumah. Dengan adanya metode ini, daya tahan dan usia pakai bangunan dapat diperpanjang, sehingga penghuni tidak perlu khawatir terhadap potensi kerusakan akibat hama dalam jangka panjang.



*Gambar 4. 4 Proses Penanggulangan Hama Rayap
Sumber : Penulis, 2025*

Pada subkategori Aksesibilitas Komunitas (ASD 3), rumah ini memiliki akses yang mudah ke setidaknya 10 fasilitas umum dalam radius 1 km dari tapak, yang mencakup kebutuhan dasar penghuni seperti tempat ibadah, pasar, sekolah, atau fasilitas kesehatan.

Pada subkategori Transportasi Umum (ASD 5) rumah ini juga memiliki akses ke transportasi umum seperti halte dalam jarak 500 meter, sehingga meminimalkan ketergantungan pada kendaraan pribadi untuk mendukung pengurangan emisi karbon. Terakhir, dalam subkategori Penanganan Air Limpasan Hujan (ASD 6), rumah telah dilengkapi dengan sistem pengelolaan limpasan air dari atap dan halaman, yang membantu mencegah genangan atau banjir serta mendukung efisiensi penggunaan air. Dengan memenuhi berbagai kriteria tersebut, rumah ini memperoleh total 9 poin dari kategori Tepat Guna Lahan.

4.2.2 Efisiensi dan Konservasi Energi

Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada efisiensi dan konservasi energi, yang menjadi salah satu aspek penting dalam menciptakan rumah ramah lingkungan. Penilaian dilakukan berdasarkan

komponen-komponen yang ditetapkan oleh GreenShip Home, yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi secara berlebihan dan memaksimalkan penggunaan sumber energi yang lebih efisien. Komponen ini mencakup berbagai indikator, seperti penggunaan peralatan listrik yang hemat energi, penerapan teknologi energi terbarukan, optimalisasi pencahayaan alami, dan pengaturan ventilasi yang baik untuk mengurangi kebutuhan pendingin atau pemanas ruangan. Melalui penilaian ini, diharapkan rumah tidak hanya lebih hemat energi, tetapi juga mampu mengurangi emisi karbon, sehingga berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim secara signifikan.



EFISIENSI DAN KONSERVASI ENERGI

ENERGY EFFICIENCY & CONSERVATION (EEC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
EEC 1	Sub Meteran (<i>Sub-Metering</i>)			2	
	Mengetahui konsumsi listrik agar dapat melakukan pemantauan dan penghematan listrik.	1	Menyediakan sub metering untuk salah satu komponen: lampu atau AC atau kotak kontak.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
		2	Melakukan perhitungan konsumsi listrik pada rumah (kwh/m ²).	1	<input checked="" type="checkbox"/>
EEC 2	Pencahayaan Buatan (<i>Artificial Lighting</i>)			4	
	Penghematan konsumsi energi dari sistem pencahayaan buatan.	1	Menggunakan lampu dengan penggunaan listrik sebesar 30% lebih hemat daripada besar penggunaan listrik (daya pencahayaan) yang tercantum dalam SNI 03 6197-2011.	2	<input type="checkbox"/>
		2	Menggunakan LED dan elektronik ballast untuk pencahayaan di dalam rumah.	1	<input type="checkbox"/>
		3	Zonasi pencahayaan untuk ruang keluarga dan ruang makan di rumah.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
		4	Menggunakan fitur otomatisasi seperti sensor gerak, timer, atau sensor cahaya minimal pada 1 area/ruangan rumah.	1	<input type="checkbox"/>
EEC 3	Pengkondisian Udara (<i>Thermal Condition</i>)			2	
	Menghemat penggunaan energi dari perencanaan penggunaan AC sesuai kebutuhan.	1A	Rumah mampu memberikan kondisi termal yang nyaman bagi penghuni tanpa menggunakan AC dan telah memenuhi minimal 3 poin dari IHC 1.	2	<input type="checkbox"/>
		1B	Hanya menggunakan AC maksimum 50% dari total luas lantai.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
EEC 4	Reduksi Panas (<i>Heat Reduction</i>)			4	
	Mengurangi panas rumah yang diterima rumah dari selubung rumah.	1	Adanya upaya desain dan/atau penggunaan bahan bangunan, yang dapat mereduksi panas pada seluruh atap (tidak termasuk <i>skylight</i>).	2	<input checked="" type="checkbox"/>
		2	Adanya upaya desain dan/atau penggunaan bahan bangunan, yang dapat mereduksi panas pada seluruh dinding dan lantai.	2	<input type="checkbox"/>
EEC 5	Piranti Rumah Tangga Hemat Energi (<i>Energy Saving Home Appliances</i>)			3	
	Mendorong penggunaan peralatan elektrik yang hemat energi.	1A	Menggunakan peralatan elektrik pada rumah yang berlabel 'hemat energi' minimum sebanyak 75% dari total daya (Watt) peralatan elektrik.	3	<input type="checkbox"/>
		1B	Menggunakan peralatan elektrik pada rumah yang berlabel 'hemat energi' minimum sebanyak 50% dari total daya (Watt) peralatan elektrik.	2	<input checked="" type="checkbox"/>
EEC 6	Sumber Energi Terbarukan (<i>Renewable Energy Sources</i>)			BONUS	
	Mengurangi penggunaan energi non-terbarukan	1	Adanya fitur pembangkit listrik alternatif untuk energi listrik	2 B	<input checked="" type="checkbox"/>
TOTAL NILAI KATEGORI EEC				15	13

Tabel 4. 2 Penilaian Efisiensi dan Konservasi Energi
Sumber: Penulis, 2024

Penilaian pada kategori Efisiensi dan Konservasi Energi mendapatkan total nilai sebesar 13 poin, yang menunjukkan komitmen kuat terhadap pengelolaan energi yang optimal di rumah. Salah satu aspek yang dinilai adalah sub-meter (EEC 1), untuk memonitor konsumsi energi listrik di dalam rumah. Sub-meter ini dirancang untuk memberikan data yang akurat mengenai penggunaan energi listrik pada setiap area atau peralatan tertentu, sehingga memungkinkan penghuni untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi secara lebih terperinci. Dengan informasi ini, penghuni dapat lebih mudah mengambil langkah-langkah efisiensi, seperti mematikan perangkat yang tidak digunakan atau mengganti peralatan dengan yang lebih hemat energi. Implementasi sub-meter tidak hanya membantu mengontrol penggunaan energi, tetapi juga mendorong kesadaran akan pentingnya konservasi energi, yang sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan efisiensi dalam desain rumah ramah lingkungan.

Pada subkategori Pencahayaan Buatan (EEC 2), penilaian difokuskan pada upaya penghematan konsumsi energi yang dihasilkan dari penggunaan pencahayaan buatan di dalam rumah. Salah satu aspek penting dalam penilaian ini adalah penerapan sistem zonasi pencahayaan, yang bertujuan untuk mengatur dan mengontrol pencahayaan berdasarkan kebutuhan spesifik di setiap area rumah. Dengan adanya zonasi, pencahayaan hanya akan dinyalakan di area yang sedang digunakan, sementara area yang tidak aktif dapat tetap dalam keadaan gelap atau menggunakan pencahayaan yang lebih redup. Sistem pencahayaan dalam rumah ini menggunakan lampu LED dan elektronik ballast sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi daya listrik. Lampu LED dipilih karena memiliki daya tahan lebih lama, lebih hemat energi dibandingkan lampu pijar atau neon konvensional, serta menghasilkan cahaya yang lebih optimal dengan konsumsi daya yang lebih rendah. Selain itu, penggunaan elektronik ballast juga berperan dalam meningkatkan efisiensi sistem pencahayaan dengan mengurangi kehilangan daya dan memperpanjang umur lampu. Pendekatan ini membantu mengurangi pemborosan energi, meningkatkan efisiensi penggunaan listrik, serta menciptakan suasana yang lebih nyaman dan fleksibel sesuai dengan aktivitas yang berlangsung di setiap ruang.

Pada subkategori Pengkondisian Udara (EEC 3), penilaian difokuskan pada pengelolaan penggunaan AC di dalam rumah untuk memastikan konsumsi energi tetap efisien. Salah satu kriteria utama adalah memastikan bahwa area yang menggunakan AC tidak melebihi 50% dari total luas lantai bangunan. Pembatasan ini dirancang untuk mendorong penggunaan alternatif pendinginan yang lebih ramah lingkungan, seperti ventilasi alami, atau sistem insulasi yang baik untuk menjaga suhu ruangan tetap nyaman tanpa bergantung sepenuhnya pada AC. Dengan mengurangi penggunaan AC, konsumsi energi listrik secara signifikan dapat ditekan, sekaligus mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan energi. Pendekatan ini tidak hanya membantu menciptakan lingkungan hunian yang lebih hemat energi tetapi juga berkontribusi pada terciptanya rumah yang lebih berkelanjutan dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim.

Pada subkategori Reduksi Panas (EEC 4), penilaian menitikberatkan pada upaya untuk mengurangi panas yang masuk ke dalam rumah melalui atap, yang merupakan salah satu sumber utama peningkatan suhu di dalam bangunan. Salah satu aspek yang dinilai adalah penerapan lapisan insulasi pada atap rumah. Pemasangan lapisan insulasi ini bertujuan untuk meminimalkan transfer panas dari luar ke dalam ruangan, sehingga membantu menjaga suhu dalam rumah tetap stabil dan nyaman tanpa harus bergantung sepenuhnya pada perangkat pendingin seperti AC. Insulasi atap tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga berdampak positif pada pengurangan konsumsi listrik, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional rumah. Selain itu, rumah yang diteliti menggunakan Sunergy Glass sebagai material kaca yang dirancang khusus untuk mereduksi panas dari sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan. Sunergy Glass memiliki lapisan khusus yang dapat mengurangi transmisi panas berlebih, sehingga membantu menjaga suhu dalam ruangan tetap nyaman tanpa harus bergantung secara berlebihan pada sistem pendingin udara (AC). Dengan kemampuan menyerap dan memantulkan sebagian besar energi panas, material ini tidak hanya meningkatkan efisiensi termal bangunan tetapi juga mengurangi konsumsi energi yang diperlukan untuk pendinginan ruangan. Selain itu, langkah ini juga mendukung prinsip ramah lingkungan dengan menurunkan emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan energi.

Pada subkategori Piranti Rumah Tangga Hemat Energi (EEC 5), penilaian berfokus pada penggunaan perangkat elektronik yang dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi energi dalam rumah tangga. Salah satu indikator utama yang dinilai adalah keberadaan AC dengan label hemat energi, yang menunjukkan bahwa perangkat tersebut telah memenuhi standar efisiensi energi tertentu. Label hemat energi ini tidak hanya menjamin konsumsi listrik yang lebih rendah, tetapi juga mendukung pengurangan emisi karbon akibat penggunaan listrik. Penggunaan AC hemat energi menjadi langkah strategis untuk menciptakan rumah yang lebih ramah lingkungan, mengingat pendingin udara merupakan salah satu perangkat dengan konsumsi energi terbesar dalam rumah tangga. Dengan memilih perangkat yang lebih efisien, penghuni tidak hanya menghemat biaya listrik, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan melalui pengurangan jejak karbon secara signifikan.

Pada subkategori Sumber Energi Terbarukan (EEC 6), penilaian diarahkan pada penggunaan energi alternatif yang ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah. Salah satu inovasi yang diterapkan adalah pemasangan solar panel sebagai sumber energi terbarukan di setiap rumah yang ada di cluster Azzura. Solar panel ini memanfaatkan energi matahari, yang merupakan sumber daya alam yang melimpah dan tidak habis, untuk menghasilkan listrik secara mandiri. Dengan teknologi ini, rumah-rumah di cluster Azzura mampu mengurangi ketergantungan pada listrik dari jaringan konvensional, yang umumnya berasal dari sumber energi fosil. Selain membantu mengurangi biaya listrik bulanan, penggunaan solar panel juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, sehingga

sejalan dengan prinsip keberlanjutan. Upaya ini menunjukkan komitmen yang kuat dalam mendukung transisi menuju energi bersih dan menciptakan lingkungan hunian yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi, terlebih pada setiap unit dari cluster Azzura sudah tersegia perangkat pengisian daya untuk kendaraan listrik.



*Gambar 4. 5 Solar Panel pada Atap Rumah
Sumber: Penulis, 2024*



4.2.3 Konservasi Air

Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada konservasi air, yang merupakan salah satu aspek penting dalam penilaian keberlanjutan rumah berdasarkan sistem GreenShip Home. Penilaian ini mencakup berbagai komponen yang dirancang untuk mendorong efisiensi penggunaan air serta pengelolaan sumber daya air secara bijaksana di lingkungan hunian. Komponen-komponen tersebut meliputi penggunaan perangkat hemat air, pengelolaan air hujan, hingga daur ulang air limbah domestik. Dengan menerapkan strategi konservasi air yang terukur, rumah tidak hanya mampu

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST								
WAC 4 Irigasi Hemat Air (Water Saving Irrigation) 2													
	Menggunakan strategi penghematan dalam penyiraman tanaman.	1	Tidak menggunakan sumber air primer (PDAM atau air tanah) untuk penyiraman tanaman.	1	<input type="checkbox"/>								
		2	Memiliki strategi penghematan air untuk penyiraman tanaman.	1	<input type="checkbox"/>								
WAC 5 Pengelolaan Air Limbah (Waste Water Management) 3													
	Mendorong adanya pengelolaan air limbah untuk menghindari terjadinya pencemaran pada badan air.	1	Memasang <i>grease trap</i> (perangkap lemak) di <i>sink</i> dapur.	1	<input type="checkbox"/>								
		2A	Menggunakan <i>septic tank</i> yang memiliki <i>filter</i> atau media yang dapat memproses air limbah hingga aman bagi lingkungan.	2	<input type="checkbox"/>								
		2B	Menggunakan <i>septic tank</i> .	1	<input checked="" type="checkbox"/>								
TOTAL NILAI KATEGORI WAC				13	5								
WAC 1 Meteran Air (Water Metering) 2													
	Mengetahui konsumsi air agar dapat melakukan pemantauan dan penghematan air.	1	Memiliki meteran air di sumber air primer.	1	<input type="checkbox"/>								
		2	Melakukan perhitungan konsumsi air pada rumah (liter/hari).	1	<input type="checkbox"/>								
WAC 2 Alat Keluaran Hemat Air (Water Saving Fixtures) 3													
	Menghemat air dari teknologi alat keluaran air	1A	Memiliki total skor penghematan air sebesar 2-3	1	<input type="checkbox"/>								
		1B	Memiliki total skor penghematan air sebesar 4-5	2	<input type="checkbox"/>								
		1C	Memiliki total skor penghematan air sebesar 6-7	3	<input checked="" type="checkbox"/>								
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">WC</th> <th style="text-align: center;">Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 L/flush untuk seluruh WC</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk 50% total WC</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk seluruh WC</td> <td style="text-align: center;">3 <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		WC	Skor	6 L/flush untuk seluruh WC	1	4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk 50% total WC	2	4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk seluruh WC	3 <input checked="" type="checkbox"/>		
		WC	Skor										
		6 L/flush untuk seluruh WC	1										
		4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk 50% total WC	2										
		4,5 L/flush dan/atau dual flush untuk seluruh WC	3 <input checked="" type="checkbox"/>										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Shower</th> <th style="text-align: center;">Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9 L/menit untuk 50% total shower</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>9 L/menit untuk seluruh shower</td> <td style="text-align: center;">2 <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Shower	Skor	9 L/menit untuk 50% total shower	1	9 L/menit untuk seluruh shower	2 <input checked="" type="checkbox"/>				
		Shower	Skor										
9 L/menit untuk 50% total shower	1												
9 L/menit untuk seluruh shower	2 <input checked="" type="checkbox"/>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Keran</th> <th style="text-align: center;">Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 L/menit untuk 50% total keran</td> <td style="text-align: center;">1 <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7 L/menit untuk seluruh keran</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>		Keran	Skor	7 L/menit untuk 50% total keran	1 <input checked="" type="checkbox"/>	7 L/menit untuk seluruh keran	2						
Keran	Skor												
7 L/menit untuk 50% total keran	1 <input checked="" type="checkbox"/>												
7 L/menit untuk seluruh keran	2												
WAC 3 Penggunaan Air Hujan (Rainwater Harvesting) 3													
	Menggunakan air hujan sebagai sumber air alternatif.	1A	Menyediakan fasilitas penampungan air hujan berkapasitas minimum 200 liter dan menggunakan kembali untuk <i>flushing toilet</i> .	3	<input type="checkbox"/>								
		Atau											
		1B	Menyediakan fasilitas penampungan air hujan berkapasitas minimum 500 liter.	2	<input type="checkbox"/>								
Atau													
1C	Menyediakan fasilitas penampungan air hujan berkapasitas minimum 200 liter.	1	<input checked="" type="checkbox"/>										

Tabel 4. 3 Penilaian Konservasi Air
Sumber: Penulis, 2024

mengurangi pemborosan air, tetapi juga membantu menjaga keberlanjutan sumber daya air untuk jangka panjang. Melalui penilaian ini, penghuni diajak untuk berkontribusi dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan menciptakan hunian yang lebih ramah lingkungan serta efisien dalam pemanfaatan sumber daya.

Penilaian pada kategori Konservasi Air dalam rumah yang diteliti memperoleh total nilai sebesar 5 poin, dengan salah satu aspek penilaian berada pada subkategori Alat Keluaran Hemat Air (WAC 2). Dalam subkategori ini, rumah telah menerapkan berbagai perangkat hemat air untuk mendukung efisiensi penggunaan air sehari-hari. Salah satu inovasi yang digunakan adalah pemasangan *dual flush* pada semua WC, yang memungkinkan penghuni memilih volume air sesuai kebutuhan untuk setiap penyiraman, sehingga mengurangi pemborosan air secara signifikan. Selain itu, penggunaan *shower* dengan daya keluaran air sebesar 9 liter per menit juga diterapkan, yang merupakan standar efisiensi untuk menciptakan pengalaman mandi yang nyaman tanpa mengorbankan konservasi air. Untuk area pencucian dan wastafel, hampir semua keran air dipasang dengan daya keluaran sebesar 7 liter per menit, yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air tanpa mengurangi fungsionalitas. Kombinasi dari perangkat-perangkat hemat air ini tidak hanya membantu mengurangi konsumsi air secara keseluruhan tetapi juga mencerminkan komitmen terhadap prinsip keberlanjutan dan efisiensi dalam sistem hunian ramah lingkungan.

Pada subkategori Pengelolaan Air Limbah (WAC 5), penilaian berfokus pada bagaimana rumah mengelola air limbah domestik secara efektif untuk mencegah pencemaran lingkungan dan menjaga



Gambar 4. 6 WC dengan Dual Flush
Sumber: Penulis, 2024

kualitas sumber daya air. Salah satu upaya yang diterapkan adalah pemasangan *septic tank* di setiap unit rumah. *Septic tank* ini dirancang sebagai sistem pengolahan air limbah domestik yang efisien, di

mana limbah dari aktivitas rumah tangga diolah sebelum dialirkan kembali ke lingkungan. Dengan sistem ini, rumah dapat memastikan bahwa limbah cair yang dihasilkan tidak mencemari tanah, air tanah, maupun ekosistem sekitarnya. Selain itu, keberadaan *septic tank* juga mencerminkan kepatuhan terhadap standar sanitasi yang berkelanjutan, sekaligus mendukung tujuan untuk menciptakan hunian yang lebih ramah lingkungan.

4.2.4 Sumber dan Daur Ulang Material

Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada sumber dan daur ulang material, yang merupakan salah satu kategori penting dalam sistem penilaian GreenShip Home. Kategori ini menilai sejauh mana rumah menggunakan material yang bersumber secara berkelanjutan, memiliki kandungan daur ulang, atau mendukung pengurangan limbah konstruksi. Aspek-aspek yang dinilai mencakup penggunaan material ramah lingkungan, pemanfaatan material daur ulang dalam proses pembangunan, hingga pengelolaan sisa material konstruksi untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Dengan memastikan bahwa material yang digunakan berasal dari sumber yang bertanggung jawab dan dapat didaur ulang, rumah tidak hanya mendukung pelestarian sumber daya alam tetapi juga mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari proses manufaktur dan transportasi material. Subkategori ini bertujuan untuk mendorong praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan dan menghasilkan bangunan yang memiliki dampak lingkungan seminimal mungkin.

SUMBER DAN DAUR MATERIAL

MATERIAL RESOURCE AND CYCLE (MRC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
MRC 1	Refrigeran Bukan Perusak Ozon (Non ODP Refrigerant)			1	
	Menghindari penipisan lapisan ozon karena penggunaan BPO pada refrigeran	1	Tidak menggunakan refrigeran <i>hydrochlorofluorocarbon</i> (HCFC) untuk sistem AC. *)Bila tidak menggunakan AC, maka memenuhi tolok ukur ini dan mendapat nilai	1	<input checked="" type="checkbox"/>
MRC 2	Penggunaan Material Bekas (Material Reuse)			1	
	Memperpanjang daur hidup material dan mengurangi sampah konstruksi	1	Menggunakan material bekas.	1	<input type="checkbox"/>
MRC 3	Material dari sumber yang ramah lingkungan (Environmental Friendly Material Source)			2	
	Mendorong penggunaan material yang bahan baku utamanya berasal dari sumber yang ramah lingkungan	1	Menggunakan material dari sumber terbarukan.	1	<input type="checkbox"/>
		2	Menggunakan material yang berasal dari proses daur ulang.	1	<input type="checkbox"/>
		3	Menggunakan furniture dari sumber terbarukan (<i>Renewable Furniture</i>), daur ulang (<i>Recycled Furniture</i>), atau bekas (<i>Reused Furniture</i>)	1	<input type="checkbox"/>
MRC 4	Material dengan Proses Produksi Ramah Lingkungan (Environmental Friendly Processed Material)			1	
	Menghindari kerusakan ekologis dari produksi produk material	1	Menggunakan material yang proses produksinya memiliki sistem manajemen lingkungan.	1	<input type="checkbox"/>
MRC 5	Kayu Bersertifikat (Certified Wood)			1	
	Mendukung penggunaan kayu legal dan menjaga keberlanjutan hutan	1A	Menggunakan kayu yang legal sesuai dengan Peraturan Pemerintah tentang asal kayu dan sah terbebas dari perdagangan kayu ilegal.	1	<input type="checkbox"/>
		1B	Atau Penggunaan kayu dengan sertifikat lembaga independen Nasional atau Internasional seperti Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau Forest Stewardship Council (FSC).	1	<input type="checkbox"/>
MRC 6	Material Pra Fabrikasi (Prefab Material)			2	
	Mengurangi sampah dari aktivitas konstruksi	1	Menggunakan material prafabrikasi pada komponen bangunan utama.	2	<input type="checkbox"/>
MRC 7	Material Lokal (Local Material)			2	
	Mengurangi jejak karbon dari penggunaan moda transportasi dan meningkatkan ekonomi setempat	1	Menggunakan seluruh material yang lokasi asal bahan baku utama dan pabrikasinya berada di dalam radius 1.000 km dari lokasi proyek.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
		2	Menggunakan material yang berasal dari dalam wilayah Republik Indonesia.	1	<input checked="" type="checkbox"/>
MRC 8	Jejak Karbon (Carbon Footprint)			1	
	Memberikan pemahaman bahwa setiap material bangunan yang digunakan berpotensi meninggalkan jejak karbon dari bahan dasar yang dikandungnya dan proses pembuatannya.	1	Melakukan perhitungan jejak karbon yang berasal dari penggunaan bahan bangunan utama; semen olahan, bata merah, besi beton, keramik kaca dan kayu dalam rumah.	1	<input type="checkbox"/>
TOTAL NILAI KATEGORI MRC				11	3

Tabel 4. 4 Penilaian Sumber dan Daur Ulang Material
Sumber: Penulis, 2024

Penilaian pada kategori Sumber dan Daur Material memperoleh total nilai sebesar 3 poin, yang menunjukkan penerapan prinsip keberlanjutan dalam pemilihan material dan teknologi di rumah. Salah satu aspek yang dinilai adalah subkategori Refrigeran Bukan Perusak Ozon (MRC 1), di mana ditemukan penggunaan AC (air conditioner) yang tidak menggunakan HCFC (*hydrochlorofluorocarbon*) sebagai refrigeran. HCFC merupakan senyawa yang memiliki potensi merusak lapisan ozon dan berkontribusi pada perubahan iklim global. Dengan mengganti refrigeran berbahaya ini dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan, rumah ini berhasil mengurangi dampak negatif terhadap lapisan ozon dan mengadopsi teknologi yang lebih berkelanjutan. Penggunaan AC yang menggunakan refrigeran non-HCFC membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, sehingga mendukung upaya mitigasi perubahan iklim.

Pada subkategori Material Lokal (MRC 7), penilaian menilai sejauh mana rumah menggunakan bahan bangunan yang berasal dari sumber lokal, dengan tujuan untuk mengurangi jejak karbon yang dihasilkan dari proses transportasi material. Dalam hal ini, diketahui bahwa penggunaan material bahan bangunan di rumah tidak melebihi jarak 1000 km dari tapak pembangunan, termasuk pabrikasi bahan-bahannya. Dengan memastikan bahan-bahan tersebut diproduksi dan diperoleh dalam jarak dekat, rumah dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang biasanya dihasilkan dari transportasi jarak jauh. Pendekatan ini juga mendukung perekonomian lokal dengan memanfaatkan sumber daya dan produsen setempat. Penggunaan material lokal tidak hanya mengurangi dampak lingkungan tetapi juga membantu menciptakan bangunan yang lebih terintegrasi dengan kondisi regional, memberikan keunggulan dalam hal efisiensi sumber daya dan keberlanjutan.

4.2.5 Manajemen Lingkungan Bangunan

Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada manajemen lingkungan bangunan, yang merupakan aspek penting dalam penilaian keberlanjutan berdasarkan sistem GreenShip Home. Kategori ini menilai bagaimana bangunan dikelola untuk meminimalkan dampak lingkungan selama masa operasionalnya. Komponen-komponen penilaian mencakup strategi pengelolaan sumber daya, pengendalian emisi, pengurangan limbah, serta pengelolaan kualitas udara dan kenyamanan penghuni. Manajemen lingkungan bangunan bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aspek operasional, mulai dari penggunaan energi dan air hingga pengelolaan sampah dan polusi, dilakukan secara efisien dan bertanggung jawab. Dengan menerapkan prinsip-prinsip manajemen lingkungan yang baik, bangunan dapat mengurangi jejak ekologisnya, meningkatkan kualitas hidup penghuninya, dan berkontribusi pada upaya perlindungan lingkungan secara keseluruhan. Pendekatan ini mendukung terciptanya ruang hidup yang tidak hanya nyaman dan sehat tetapi juga berkelanjutan dan ramah lingkungan.



MANAJEMEN LINGKUNGAN BANGUNAN

BUILDING ENVIRONMENT MANAGEMENT (BEM)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
BEM 1	Desain dan Konstruksi Berkelanjutan (<i>Sustainable Design and Construction</i>)			4	
	Menjaga kualitas lingkungan dan daya dukung lingkungan akibat pembangunan rumah	1	Melibatkan minimal seorang tenaga ahli yang memiliki kompetensi dalam pembangunan rumah mulai dari tahapan perencanaan (desain) sampai selesainya tahapan konstruksi (termasuk aktivitas <i>fit out</i>) *Keterangan : Contoh tenaga ahli bangunan: arsitek, ahli lansekap, desainer interior, ME, sipil	2	<input checked="" type="checkbox"/>
		2A	Adanya sistem kesehatan dan keselamatan baik untuk pekerja maupun penghuni rumah selama masa konstruksi berlangsung.	2	<input checked="" type="checkbox"/>
		Atau			
		2B	Adanya sistem manajemen lingkungan di dalam lahan selama masa konstruksi berlangsung.	2	<input type="checkbox"/>
BEM 2	Panduan Bangunan Rumah (<i>Home Guideline</i>)			2	
	Memberikan informasi operasional rumah dan lingkungannya untuk penghuni rumah	1	Adanya panduan tertulis sederhana yang berisi informasi dasar dan panduan teknis rumah dan lingkungan.	1	<input type="checkbox"/>
		2	Adanya dokumen <i>As Built Drawing</i> dan spesifikasi teknis rumah.	1	
BEM 3	Aktivitas Ramah Lingkungan (<i>Green Activity</i>)			1	
	Meningkatkan perilaku ramah lingkungan dan terciptanya suatu komunikasi yang dapat mendukung penerapan green home, baik di dalam dan di luar lingkungan rumah	1	Mengikuti aktifitas di sekitar kawasan rumah sebagai upaya untuk meningkatkan kepedulian lingkungan dan menjaga keberlanjutan kawasan sekitar rumah.	1	<input type="checkbox"/>
BEM 4	Pengelolaan Sampah (<i>Waste Management</i>)			1	
	Mendorong manajemen kebersihan dan sampah secara terpadu sehingga mengurangi beban TPA	1	Mengolah sampah organik dan/atau anorganik, yang dilakukan secara mandiri maupun bekerja sama dengan pihak ketiga, sehingga menambah nilai manfaat dan dapat mengurangi dampak lingkungan.	1	<input type="checkbox"/>
BEM 5	Keamanan (<i>Security</i>)			1	
	Meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni rumah	1	Memiliki upaya penjaminan keamanan dan penanggulangan bencana.	1	<input type="checkbox"/>
BEM 6	Inovasi (<i>Innovation</i>)			3	
	Meningkatkan kreativitas untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan kualitas hidup penghuninya	1A	Inovasi atau kreativitas dalam desain, teknologi maupun performa rumah sehingga dapat memenuhi tolok ukur yang ada dalam kriteria GREENSHIP Home dengan menggunakan metode lain di luar tolok ukur.	1 - 3	<input type="checkbox"/>
		Atau			
		1B	Inovasi atau kreativitas dalam desain, teknologi maupun performa rumah sehingga dapat memberikan manfaat kepada kawasan sekitar rumah dan memberikan kontribusi kepada isu lingkungan hidup di luar kriteria GREENSHIP Home dengan melibatkan seluruh penghuni rumah.	1 - 3	<input type="checkbox"/>
BEM 7	Desain Rumah Tumbuh (<i>Home Design Development</i>)			BONUS	
	Memfasilitasi peningkatan kualitas hidup penghuni rumah tanpa mengurangi fungsi rumah terhadap lingkungan	1	Adanya sebuah perencanaan yang mengakomodasi optimalisasi rumah tersebut (contoh rumah tumbuh).	2 B	<input type="checkbox"/>
TOTAL NILAI KATEGORI BEM				12	4

Tabel 4. 5 Penilaian Manajemen Lingkungan Bangunan
Sumber: Penulis, 2024

Penilaian pada kategori Manajemen Lingkungan Bangunan memperoleh total nilai sebesar 4 poin, yang menunjukkan penerapan standar tinggi dalam pengelolaan aspek lingkungan selama proses pembangunan. Salah satu indikator utama yang menjadi perhatian adalah keterlibatan tenaga ahli seperti arsitek, desain interior, ME, dan sipil dalam proses konstruksi, yang memastikan bahwa setiap tahap pembangunan dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip keberlanjutan dan efisiensi yang sesuai dengan standar lingkungan. Selain itu, penerapan sistem kesehatan dan keselamatan yang ketat selama proses pembangunan turut diperhatikan, untuk melindungi tenaga kerja dan memastikan kondisi kerja yang aman. Sistem ini mencakup pengendalian risiko, penggunaan peralatan pelindung diri, serta prosedur darurat yang dirancang untuk meminimalkan potensi kecelakaan dan gangguan kesehatan. Dengan langkah-langkah ini, rumah tidak hanya dibangun dengan memperhatikan dampak lingkungan, tetapi juga dengan memastikan keselamatan dan kesejahteraan semua pihak yang terlibat dalam proses konstruksi. Pendekatan ini menunjukkan komitmen yang kuat terhadap prinsip keberlanjutan dan tanggung jawab sosial dalam pengembangan properti.

4.2.6 Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang

Pada subbab ini, pembahasan difokuskan pada kesehatan dan kenyamanan dalam ruang, yang merupakan aspek penting dalam penilaian keberlanjutan menurut sistem GreenShip Home. Kategori ini menilai sejauh mana desain dan pengelolaan ruang dalam rumah dapat mendukung kualitas hidup penghuni, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti kualitas udara, pencahayaan alami, akustik, dan kenyamanan suhu. Komponen-komponen penilaian meliputi pemilihan material yang tidak mengandung bahan berbahaya, ventilasi yang memadai untuk menjaga sirkulasi udara yang sehat, serta penggunaan teknologi yang mendukung pengaturan suhu dan kelembapan ruangan secara efisien. Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang tidak hanya meningkatkan kualitas hidup tetapi juga berperan penting dalam mencegah masalah kesehatan jangka panjang dan meningkatkan produktivitas penghuni. Dengan memenuhi kriteria ini, rumah dapat menciptakan lingkungan yang tidak hanya nyaman tetapi juga mendukung kesejahteraan fisik dan mental bagi penghuninya.

KESEHATAN DAN KENYAMANAN DALAM RUANG

INDOOR HEALTH AND COMFORT (IHC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST	
IHC 1	Sirkulasi Udara Bersih (Fresh Air Circulation)			5		
	Menjaga sirkulasi udara bersih di dalam rumah (ruang yang dihuni) dan mempertahankan kebutuhan laju udara ventilasi sehingga kesehatan dan kenyamanan secara termal penghuni dapat terpelihara, serta menghemat energi.	1	Luas ventilasi minimum 5-10% dari luas lantai.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	
		2A	>75% dari jumlah luas ruangan reguler didesain dengan ventilasi silang.	2	<input type="checkbox"/>	
			atau			
		2B	50% dari jumlah luas ruangan reguler didesain dengan ventilasi silang.	1	<input type="checkbox"/>	
			atau			
		2C	Untuk rumah dengan kondisi udara luar yang buruk: Melakukan upaya untuk menjaga kualitas udara di dalam rumah.	2	<input type="checkbox"/>	
		3	Memiliki sirkulasi udara untuk seluruh kamar mandi.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	
	4	Memiliki sirkulasi udara keluar dapur.	1	<input checked="" type="checkbox"/>		
IHC 2	Pencahayaan Alami (Natural Lighting)			2		
	Meningkatkan kualitas hidup dalam rumah dengan pencahayaan alami yang baik dan mengurangi penggunaan lampu pada siang hari.	1	Cahaya alami dapat menerangi minimal 50% luas ruangan rumah, sesuai standar lux berdasarkan SNI yang berlaku.	2	<input checked="" type="checkbox"/>	
IHC 3	Kenyamanan Visual (Visual Comfort)			1		
	Mencegah terjadinya gangguan visual akibat tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan daya akomodasi mata.	1	Menggunakan lampu dengan tingkat pencahayaan (iluminansi) ruangan sesuai dengan SNI yang berlaku.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	
IHC 4	Minimalisasi Sumber Polutan (Pollutant Source Minimalization)			3		
	Mengurangi kontaminasi udara dalam ruang dari emisi material interior yang dapat membahayakan kesehatan.	1	Menggunakan cat dan coating yang mengandung kadar <i>Volatile Organic Compounds</i> (VOCs) rendah.	1	<input type="checkbox"/>	
		2	Menggunakan produk kayu komposit, jenis sealant dan perekat yang mengandung kadar emisi formaldehida rendah.	1	<input type="checkbox"/>	
		3	Tidak menggunakan produk/material dan komponen bangunan yang menggunakan timbal, merkuri.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	
		4	Menggunakan material anti bakterial, yang dapat dibuktikan dengan sertifikat bertaraf internasional atau pihak ketiga yang kredibel (dikeluarkan oleh laboratorium lain di luar negeri).	1	<input type="checkbox"/>	
IHC 5 4	Tingkat Kebisingan (Acoustic Level)			1		
	Memberikan kenyamanan dari gangguan suara luar ruangan	1	Tingkat kebisingan di Ruang Tidur dan Ruang Keluarga tidak lebih dari atau sesuai dengan SNI yang berlaku.	1	<input type="checkbox"/>	
IHC 6	Kenyamanan Spasial (Spatial Comfort)			1		
	Memberikan kenyamanan, kelayakan dan kesehatan kepada penghuni dari segi pemenuhan kebutuhan ruang berdasarkan aktivitasnya	1	Kebutuhan luasan ruang pada bangunan rumah minimal 9 m ² per orang.	1	<input type="checkbox"/>	
TOTAL NILAI KATEGORI IHC				13	7	

Tabel 4. 6 Penilaian Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang
Sumber: Penulis, 2024

Penilaian pada kategori Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang memperoleh total nilai sebesar 7 poin, yang menunjukkan penerapan prinsip-prinsip keberlanjutan dan kenyamanan yang baik dalam desain rumah. Salah satu aspek yang diperhatikan adalah luas ventilasi yang cukup, yang memastikan setiap ruang di rumah memiliki sirkulasi udara yang optimal. Hal ini penting untuk menjaga kualitas udara di dalam rumah tetap segar dan sehat, serta mengurangi kelembapan berlebih yang dapat memicu pertumbuhan jamur dan bakteri. Selain itu, rumah juga dilengkapi dengan sirkulasi udara di seluruh kamar mandi, yang membantu mengurangi kelembapan dan mencegah masalah seperti bau tidak sedap serta pertumbuhan mikroorganisme yang dapat membahayakan kesehatan. Di dapur, sirkulasi udara juga diperhatikan dengan adanya jalur untuk mengalirkan udara keluar secara efisien, guna mengurangi akumulasi uap panas dan bau masakan. Dengan memastikan sirkulasi udara yang baik di berbagai bagian rumah, penghuni dapat menikmati lingkungan yang lebih nyaman, sehat, dan bebas dari polusi udara yang dapat mengganggu kenyamanan serta kesehatan.

Pada subkategori Pencahayaan Alami (IHC 2), penilaian berfokus pada sejauh mana rumah dirancang untuk memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami guna mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan dan menciptakan lingkungan yang lebih hemat energi. Dalam hal ini, rumah yang diteliti memiliki kemampuan untuk menerangi hampir seluruh ruangan dengan pencahayaan alami, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga menciptakan suasana yang nyaman dan sehat bagi penghuni. Pencahayaan alami tersebut sangat optimal, terutama pada bagian ruang tengah di lantai 1 dan 2, di mana desain tata letak bukaan memungkinkan sinar matahari masuk secara maksimal. Dengan adanya pencahayaan alami yang baik, rumah dapat mengurangi penggunaan lampu listrik pada siang hari, sehingga membantu menurunkan konsumsi energi dan mengurangi biaya operasional. Selain itu, pencahayaan alami juga memiliki manfaat psikologis yang positif, seperti meningkatkan suasana hati, dan mendukung kesehatan secara keseluruhan.

Pada subkategori Kenyamanan Visual (IHC 3), penilaian dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat iluminasi dalam rumah memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia). Rumah yang diteliti memiliki pencahayaan yang dirancang sedemikian rupa sehingga menciptakan kenyamanan visual bagi penghuninya, dengan memastikan tingkat pencahayaan yang optimal di setiap ruangan. Pemenuhan tingkat iluminasi sesuai SNI membantu mengurangi kelelahan mata, meningkatkan kenyamanan dalam beraktivitas, dan meminimalkan risiko gangguan penglihatan akibat pencahayaan yang terlalu terang atau redup. Dengan memperhatikan aspek kenyamanan visual ini, rumah tidak hanya memberikan pencahayaan yang memadai untuk berbagai kegiatan, tetapi juga menciptakan lingkungan yang mendukung produktivitas dan kesejahteraan penghuni. Pendekatan ini memperlihatkan komitmen terhadap desain interior yang tidak hanya estetis tetapi juga memperhatikan aspek kesehatan dan kenyamanan penghuni.

Pada subkategori Minimalisasi Sumber Polutan (IHC 4), penilaian berfokus pada penggunaan material yang bebas dari zat berbahaya guna memastikan kualitas udara dalam ruangan tetap sehat dan aman bagi penghuni. Dalam hal ini, rumah yang diteliti menunjukkan hasil positif, di mana tidak ditemukan material yang mengandung timbal dan merkuri. Kedua zat ini dikenal sebagai polutan berbahaya yang dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia, termasuk gangguan sistem saraf, masalah pernapasan, dan risiko keracunan jangka panjang. Dengan memastikan bahwa material yang digunakan dalam pembangunan rumah bebas dari timbal dan merkuri, rumah tersebut mendukung terciptanya lingkungan yang lebih aman dan sehat bagi penghuni. Langkah ini menunjukkan komitmen pada prinsip keberlanjutan dan kesehatan, serta mematuhi standar keamanan yang berlaku untuk menciptakan hunian yang ramah lingkungan dan melindungi kesejahteraan penghuninya.

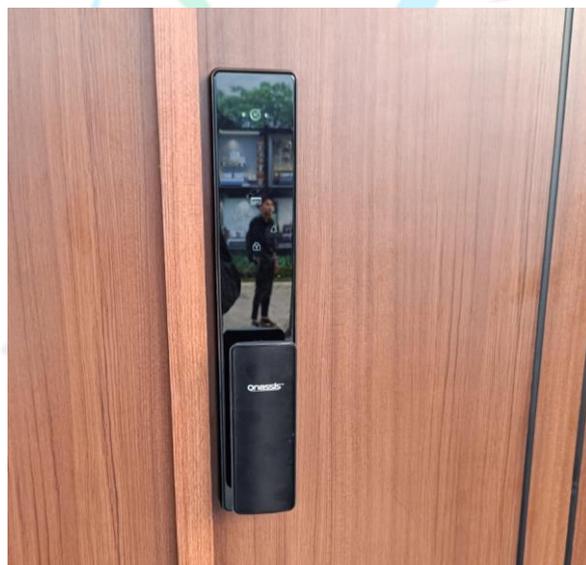
Pada penilaian Greenship Home, rumah yang ada di cluster Azzura berhasil meraih total **41 poin** dan memperoleh **peringkat Silver**. Pencapaian ini menandakan bahwa rumah-rumah di cluster ini telah memenuhi sebagian besar kriteria yang ditetapkan dalam standar keberlanjutan dan efisiensi yang ditetapkan oleh Greenship Home. Dengan peringkat Silver, rumah tersebut menunjukkan komitmen yang kuat terhadap penerapan prinsip-prinsip ramah lingkungan, mulai dari efisiensi energi dan konservasi air hingga penggunaan material ramah lingkungan serta pengelolaan limbah yang tepat. Keberhasilan ini tidak hanya membuktikan kualitas desain dan konstruksi rumah yang berorientasi pada keberlanjutan, tetapi juga menjadi bukti bahwa rumah ramah lingkungan dapat dicapai dengan pendekatan yang modern dan efisien. Peringkat Silver ini tentu saja meningkatkan daya tarik properti dan memberikan nilai tambah yang signifikan, terutama bagi konsumen yang peduli dengan lingkungan dan keberlanjutan.

4.3 Identifikasi Perangkat *Smart Home*

Pada sub bab ini, penulis melakukan identifikasi terhadap berbagai perangkat *smart home* yang diterapkan pada setiap unit di cluster Azzura. Proses ini bertujuan untuk memahami jenis dan spesifikasi teknologi yang digunakan dalam sistem rumah pintar tersebut, serta untuk menilai sejauh mana perangkat-perangkat tersebut berkontribusi terhadap kenyamanan, efisiensi energi, dan keamanan penghuni. Dengan identifikasi ini, diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang integrasi teknologi rumah pintar pada perumahan cluster Azzura dengan aplikasi prinsip bangunan hijau.

4.3.1 *Smart door Lock*

Penggunaan *smart door lock* yang dilengkapi dengan fitur kamera pada rumah ini membawa sejumlah keunggulan dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi penghuninya. Implementasi teknologi ini selaras dengan prinsip *GreenShip Home* pada kategori *Building Environment Management (BEM 5)*, yang berfokus pada peningkatan manajemen lingkungan bangunan untuk menciptakan hunian yang lebih aman, nyaman, dan efisien. Pintu hanya dapat dibuka melalui tiga metode utama: pemindaian *fingerprint* untuk identifikasi biometrik, penggunaan kartu *RFID (Radio Frequency Identification)* yang memudahkan akses tanpa kontak, dan memasukkan PIN untuk keamanan tambahan. Fitur kamera terintegrasi memungkinkan penghuni melihat siapa yang berada di depan pintu sebelum memberikan akses, menambah lapisan keamanan ekstra dan membantu mengontrol situasi di sekitar pintu masuk rumah.



Gambar 4. 7 *Smart door Lock*
Sumber: Penulis, 2024

Mekanisme fingerprint pada smart door lock melibatkan proses pemindaian pola unik pada permukaan jari pengguna. Sensor pada perangkat ini menangkap dan memindai pola sidik jari, lalu

mengubahnya menjadi data digital yang terintegrasi dengan sistem. Data digital tersebut kemudian dibandingkan dengan informasi sidik jari yang telah terdaftar dalam perangkat. Teknologi ini memastikan proses identifikasi berlangsung cepat dan akurat, serta memberikan tingkat keamanan yang sangat tinggi karena pola sidik jari setiap individu sangat khas dan sulit untuk ditiru atau dipalsukan.

RFID (*Radio Frequency Identification*) merupakan teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengenali dan melacak benda. Pada smart door lock, RFID bekerja dengan kartu atau tag yang memiliki chip untuk mengirim data ke sensor pada kunci. Ketika kartu tersebut mendekat, data di dalamnya dipindai dan dicocokkan dengan data yang sudah disimpan di perangkat. Jika cocok, pintu akan terbuka secara otomatis, memberikan akses cepat dan aman tanpa harus menyentuh kunci secara langsung.

4.3.2 IR Remote

Penggunaan teknologi IR (*Infra Red*) pada rumah yang diteliti memungkinkan penghuni untuk mengendalikan berbagai perangkat elektronik yang terhubung melalui *smartphone*. Dengan memanfaatkan IR Remote, pengguna dapat mengirimkan sinyal inframerah ke perangkat elektronik seperti televisi, AC, atau perangkat elektronik lainnya, sehingga semua kontrol dapat dilakukan secara terpusat. Penerapan teknologi ini sejalan dengan prinsip GreenShip Home pada kategori Energy Efficiency and Conservation (EEC 2), yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi secara berlebihan melalui sistem pengelolaan yang lebih efisien. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dalam mengelola perangkat rumah, tetapi juga membuat pengoperasian menjadi lebih praktis dan efisien, memudahkan penghuni dalam mengontrol perangkat elektronik mereka dari jarak jauh.



Gambar 4. 8 Perangkat IR Remote
Sumber: Penulis, 2024

IR remote dengan fungsi tambahan timer pada rumah ini dapat dikendalikan melalui dua metode yang memudahkan pengguna. Pertama, penghuni dapat memberikan perintah langsung melalui aplikasi yang terhubung ke smartphone, memungkinkan kontrol yang cepat dan fleksibel. Kedua, perintah suara juga dapat digunakan, sehingga pengguna dapat mengaktifkan atau mengatur timer dengan mudah hanya dengan berbicara. Kedua metode ini meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam mengelola perangkat elektronik di rumah, membuat sistem rumah pintar lebih intuitif dan mudah diakses.

Keunggulan dari IR remote ini adalah kemampuannya dalam menyediakan fleksibilitas tinggi dalam otomatisasi perangkat elektronik di rumah tinggal. Dengan teknologi ini, penghuni dapat mengatur dan mengontrol berbagai peralatan, seperti televisi, AC, atau sistem hiburan, untuk bekerja secara terintegrasi sesuai kebutuhan. Otomatisasi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga efisiensi energi dan keamanan rumah secara keseluruhan. Penggunaan IR remote memungkinkan rumah berfungsi secara lebih cerdas, membuat pengalaman tinggal lebih nyaman dan modern.

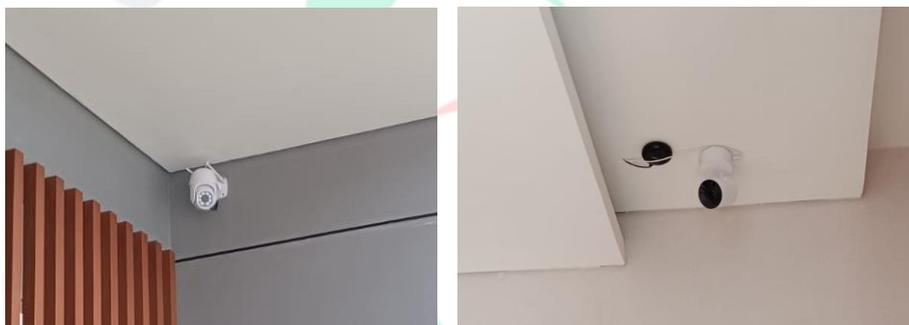
Pada rumah yang diteliti ini, terdapat sebuah mesin yang dirancang untuk menggerakkan *skylight*, memungkinkan *skylight* tersebut dibuka atau ditutup sesuai kebutuhan. Mesin ini dikendalikan menggunakan remote dengan fitur infrared, yang memudahkan pengguna dalam mengoperasikan skylight secara manual. Namun, meskipun mesin tersebut menggunakan teknologi IR, sayangnya tidak terintegrasi dengan perangkat IR remote yang lain di rumah. Hal ini membatasi kemampuan pengendalian otomatis melalui sistem rumah pintar, sehingga pengguna harus mengoperasikan mesin ini secara terpisah dari perangkat lainnya.



*Gambar 4. 9 Mesin Penggerak Skylight
Sumber: Penulis, 2024*

4.3.3 Smart CCTV

Pada rumah yang diteliti, sistem keamanan menggunakan dua jenis smart CCTV, yaitu untuk keperluan indoor dan outdoor. Kedua jenis CCTV ini memiliki fitur canggih yang serupa, termasuk motion sensor untuk mendeteksi dan mengikuti pergerakan objek dan dapat mengirimkan notifikasi terhadap *smartphone* pengguna apabila terdeteksi sebuah gerakan, night vision yang memastikan pengawasan tetap efektif dalam kondisi minim cahaya, serta audio dua arah yang memungkinkan komunikasi langsung antara pengguna dan lokasi pengawasan. Penerapan teknologi smart CCTV ini selaras dengan prinsip GreenShip Home pada kategori Building Environment Management (BEM 5), yang menitikberatkan pada pengelolaan lingkungan bangunan secara efisien dan aman. Selain itu, kedua perangkat dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi, memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam memonitor dan mengelola keamanan rumah kapan saja dan di mana saja.

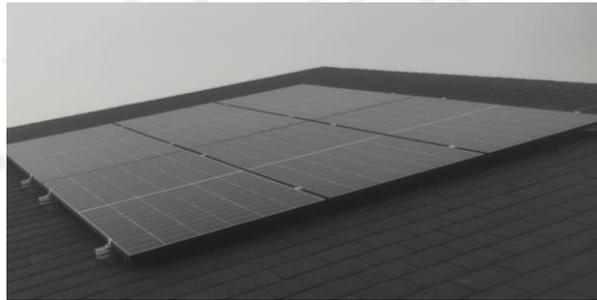


Gambar 4. 10 CCTV Outdoor (kiri) dan Indoor (kanan)
Sumber: Penulis, 2024

Keunggulannya dalam hal fitur canggih seperti *motion sensor*, *night vision*, dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan. Dibandingkan dengan CCTV konvensional yang memerlukan pengawasan manual dan seringkali tidak efisien dalam mendeteksi aktivitas mencurigakan secara otomatis, *smart CCTV* menawarkan penghematan waktu dan biaya operasional. Selain itu, kemampuannya untuk terintegrasi dengan perangkat *smart home* lainnya, seperti *smart door lock*, memungkinkan penghuni memiliki sistem keamanan yang lebih efektif tanpa perlu tambahan perangkat keras yang mahal. Dengan demikian, *smart CCTV* tidak hanya unggul dari segi keamanan, tetapi juga menawarkan nilai tambah yang lebih besar dibandingkan dengan teknologi konvensional.

4.3.4 Solar Panel

Pada rumah ini, terdapat solar panel yang berfungsi sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Sistem ini tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional tetapi juga dilengkapi dengan fitur pemantauan jarak jauh. Pada rumah ini, terdapat solar panel yang berfungsi sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, memanfaatkan energi matahari sebagai pengganti sebagian besar kebutuhan listrik rumah tangga.



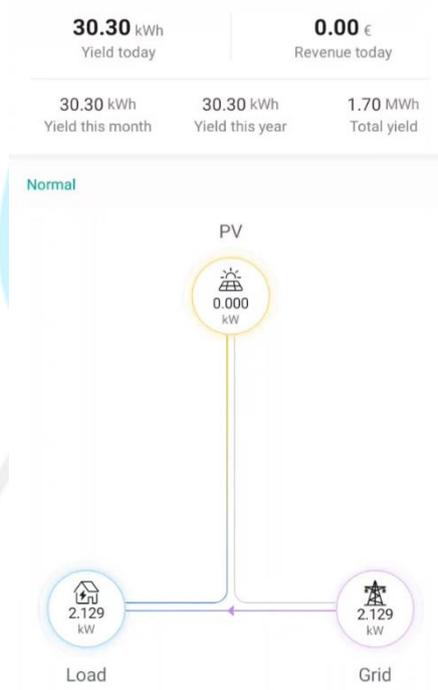
*Gambar 4. 11 Solar Panel
Sumber: Penulis, 2024*

Sistem solar panel ini tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional yang sering kali bergantung pada bahan bakar fosil, tetapi juga memberikan kontribusi besar terhadap pengurangan jejak karbon rumah tersebut. Implementasi teknologi ini sangat selaras dengan prinsip GreenShip Home pada kategori Energy Efficiency and Conservation (EEC 6), yang menekankan pentingnya pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai langkah konkret untuk mendukung keberlanjutan lingkungan.



Gambar 4. 12 Smart Solar Panel Inverter
Sumber: Penulis, 2024

Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur pemantauan jarak jauh yang memungkinkan Pengguna dapat memantau kinerja dan konsumsi energi solar panel secara *real-time* melalui aplikasi di smartphone mereka, yang memberikan kemudahan dalam memantau status dan efisiensi penggunaan energi di rumah.



Gambar 4. 13 Aplikasi Solar Panel
Sumber : <https://www.youtube.com/shorts/hwc0G37X-q0>

Dengan akses langsung ke data produksi dan konsumsi energi, penghuni dapat mengelola penggunaan energi dengan lebih efisien, memastikan bahwa setiap watt energi yang dihasilkan dari panel surya dimanfaatkan secara optimal. Aplikasi ini tidak hanya memungkinkan penghuni untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi, tetapi juga untuk mengambil keputusan yang lebih cerdas, seperti mengatur penggunaan perangkat elektronik pada waktu yang paling efisien atau mengurangi konsumsi energi pada saat panel surya menghasilkan lebih sedikit daya. Pemantauan yang terintegrasi ini juga mendukung upaya keberlanjutan lingkungan dengan mendorong penghuni untuk mengurangi ketergantungan pada energi konvensional, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya terbarukan, dan berkontribusi pada pengurangan emisi karbon. Dengan adanya solar panel dan kemampuan untuk memantau konsumsi energi secara langsung, penghuni dapat mengambil langkah-langkah yang lebih cerdas dalam mengelola sumber daya mereka, yang pada gilirannya turut mendukung upaya keberlanjutan dan penghematan biaya energi jangka panjang.

4.4 Korelasi *Smart Home System* dengan Prinsip *GreenShip Home*

Pada objek yang diteliti, implementasi berbagai perangkat *smarthome*, seperti *smart door lock*, IR remote, smart CCTV, dan solar panel yang dapat dipantau melalui aplikasi, mencerminkan integrasi teknologi modern yang mendukung prinsip keberlanjutan dalam sistem *GreenShip Home*. Perangkat-perangkat ini tidak hanya memberikan kenyamanan dan keamanan bagi penghuni, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap efisiensi energi, pengelolaan sumber daya, serta pencapaian lingkungan hunian yang lebih ramah lingkungan.

Smart Door Lock adalah salah satu perangkat teknologi pintar yang mendukung prinsip manajemen lingkungan bangunan mengenai keamanan (BEM 5) dengan meningkatkan efisiensi operasional sekaligus memberikan rasa aman bagi penghuni. Teknologi ini memungkinkan pengelolaan akses rumah yang lebih praktis dan mengurangi ketergantungan pada kunci konvensional yang rentan terhadap kehilangan atau duplikasi tidak sah. *Smart door lock* memungkinkan penghuni untuk membuka dan mengunci pintu dengan perangkat pintar seperti *smartphone* atau kode PIN, sehingga menghemat waktu dan meningkatkan kenyamanan. Integrasi fitur keamanan seperti notifikasi *real-time* dan pengendalian jarak jauh juga memberikan perlindungan tambahan, menciptakan lingkungan rumah yang modern, aman, dan selaras dengan prinsip keberlanjutan.

IR Remote untuk pengendalian perangkat elektronik merupakan teknologi yang dirancang untuk memberikan kenyamanan dan efisiensi dalam penggunaan energi di rumah. Dengan menggunakan IR remote, penghuni dapat mengontrol berbagai perangkat elektronik seperti AC, televisi, dan peralatan lainnya secara efisien dan praktis. Teknologi ini memungkinkan penghuni untuk mengatur suhu,

menghidupkan, atau mematikan perangkat dari jarak jauh tanpa harus berada di ruangan yang sama. Fitur ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga mendukung prinsip Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC) dengan membantu mengurangi konsumsi daya yang tidak diperlukan, terutama dari perangkat yang sering dibiarkan dalam mode siaga. Melalui kontrol jarak jauh, penghuni dapat memastikan bahwa perangkat yang tidak digunakan dapat segera dimatikan, sehingga mencegah pemborosan energi dan menurunkan biaya operasional listrik.

Smart CCTV yang merupakan sistem keamanan pintar yang dirancang untuk memberikan keamanan ekstra bagi penghuni sekaligus mendukung prinsip manajemen lingkungan bangunan mengenai keamanan (BEM 5). Dengan adanya sistem ini, penghuni dapat memantau aktivitas di sekitar rumah secara real-time melalui aplikasi yang terhubung ke perangkat pintar, sehingga menciptakan rasa aman yang lebih baik. Keamanan yang terjamin ini tidak hanya melindungi properti, tetapi juga memberikan kenyamanan psikologis bagi penghuni, karena mereka dapat merasa tenang baik saat berada di rumah maupun ketika sedang bepergian. Integrasi teknologi ini dengan aplikasi pintar juga memberikan kemudahan dalam mengakses rekaman, mengatur notifikasi keamanan, atau bahkan mengendalikan kamera dari jarak jauh.

Solar panel yang digunakan pada rumah yang diteliti ini merupakan inovasi teknologi yang menjadi contoh nyata penerapan prinsip Sumber Energi Terbarukan (EEC 6) dalam mendukung hunian berkelanjutan. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan energi matahari, sebuah sumber daya alternatif yang bersih dan tak terbatas, sebagai pengganti sebagian atau bahkan seluruh kebutuhan energi rumah tangga. Dengan teknologi pintar yang terintegrasi, sistem ini memungkinkan penghuni untuk memantau konsumsi dan produksi energi secara *real-time* melalui aplikasi, memberikan kendali penuh terhadap manajemen energi yang digunakan di rumah. Fitur pemantauan ini tidak hanya membantu penghuni dalam mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan sesuai kebutuhan, tetapi juga secara signifikan mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional, yang biasanya bergantung pada bahan bakar fosil. Selain itu, kehadiran solar panel ini dapat berkontribusi pada penurunan biaya listrik bulanan dan mendukung upaya global dalam mengurangi emisi karbon. Dengan teknologi yang ramah lingkungan dan efisien ini, penghuni dapat menikmati manfaat energi yang berkelanjutan tanpa mengorbankan kenyamanan, menjadikan sistem ini sebagai solusi ideal untuk hunian modern yang peduli terhadap lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penilaian terhadap rumah ramah lingkungan pada cluster Azzura menunjukkan bahwa hunian ini telah memenuhi kriteria sebagai rumah ramah lingkungan dengan peringkat Silver, berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Greenship Home. Dengan total nilai sebesar 41 poin, cluster Azzura berhasil mengadopsi prinsip-prinsip keberlanjutan yang mencakup efisiensi energi, konservasi air, pengelolaan limbah, penggunaan material ramah lingkungan, dan kesehatan serta kenyamanan penghuni. Peringkat Silver ini menandakan bahwa desain dan pembangunan rumah-rumah di cluster tersebut telah mengintegrasikan elemen-elemen yang mendukung pengurangan dampak lingkungan sekaligus menciptakan hunian pintar yang lebih sehat dan efisien. Dengan pencapaian ini, cluster Azzura tidak hanya menawarkan hunian modern, tetapi juga menjadi contoh penerapan konsep rumah pintar dengan prinsip keberlanjutan dalam pembangunan.

Penerapan prinsip-prinsip keberlanjutan pada hunian di cluster Azzura menunjukkan upaya dalam menciptakan lingkungan yang ramah dan efisien. Dengan mengintegrasikan berbagai perangkat *smart home* seperti *smart door lock*, IR remote, smart CCTV, dan solar panel, hunian ini mendukung prinsip Greenship Home yang bertujuan mengedepankan keberlanjutan dan efisiensi. Perangkat-perangkat pintar tersebut tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni, tetapi juga berperan penting dalam efisiensi energi, pengelolaan sumber daya, dan pengurangan jejak karbon. *Smart door lock* memberikan kemudahan akses sekaligus meningkatkan keamanan ditambah dengan Smart CCTV yang memantau segala aktivitas yang terjadi baik di dalam maupun di luar rumah, sehingga menciptakan lingkungan yang aman menjadi lebih baik. IR remote memungkinkan penghuni untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik, meminimalkan konsumsi daya yang tidak diperlukan, memberikan kemudahan untuk mengoperasikan perangkat elektronik yang sudah terintegrasi dan mencegah pemborosan energi.

Solar panel yang digunakan pada setiap unit rumah memanfaatkan sumber energi terbarukan dari matahari, mendukung upaya mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional yang berbasis bahan bakar fosil. Sistem ini memungkinkan penghuni untuk memantau produksi dan konsumsi energi secara langsung, membantu mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dan mengurangi biaya listrik. Dengan adanya pemantauan yang mudah diakses, penghuni dapat mengatur dan memantau penggunaan energi secara *real-time*, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya terbarukan, dan mengurangi jejak karbon rumah mereka. Dengan demikian, cluster Azzura bukan hanya menawarkan kenyamanan dan keamanan, tetapi juga menjadi contoh perumahan yang bertanggung

jawab terhadap lingkungan, selaras dengan prinsip keberlanjutan modern. Inovasi ini menunjukkan bahwa pengembangan perumahan yang cerdas dan efisien sangat memungkinkan untuk diwujudkan, memberikan solusi berkelanjutan yang bermanfaat bagi penghuni dan lingkungan sekitarnya.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi *smart home* dan prinsip GreenShip Home di cluster Azzura tidak hanya meningkatkan kualitas hidup penghuni tetapi juga memberikan kontribusi positif bagi upaya pelestarian lingkungan. Integrasi solar panel, sistem pengendalian perangkat berbasis IR, serta teknologi keamanan pintar menunjukkan komitmen dalam menciptakan hunian yang hemat energi, aman, dan berkelanjutan. Dengan hasil penilaian yang menunjukkan pencapaian peringkat Silver, cluster Azzura membuktikan bahwa rumah yang ramah lingkungan tidak hanya mungkin, tetapi juga penting untuk diterapkan sebagai bagian dari pengembangan perumahan masa depan yang berkelanjutan dan peduli terhadap keberlangsungan lingkungan.

Meskipun sistem yang diterapkan sudah dinilai cukup baik, masih terdapat peluang untuk meningkatkan efisiensi energi pada rumah dengan menambahkan beberapa perangkat *smart home*. Salah satu perangkat yang dapat diimplementasikan adalah *motion sensor* yang terhubung dengan lampu di ruangan tertentu. Sensor ini memungkinkan lampu menyala secara otomatis ketika mendeteksi pergerakan dan mati ketika tidak ada aktivitas, sehingga mengoptimalkan penggunaan energi secara efisien dan praktis. Selain itu, perangkat seperti *smart socket* juga dapat digunakan untuk mengontrol konsumsi daya pada perangkat elektronik dengan cara mengatur waktu operasi atau mematikan perangkat yang tidak digunakan. *Smart switch* dapat memberikan kontrol lebih fleksibel untuk sistem pencahayaan rumah, sementara *robot vacuum* dapat membantu menjaga kebersihan rumah secara otomatis dengan penggunaan energi yang terjadwal dan terkontrol. Pada objek penelitian ini, penggunaan mesin pembuka dan penutup *skylight* masih belum terintegrasi dengan sistem *smart home*, yang mengakibatkan pengoperasian perangkat ini menjadi kurang efisien. Proses membuka dan menutup *skylight* saat ini dilakukan secara manual atau menggunakan sistem terpisah yang memerlukan intervensi langsung dari penghuni. Hal ini tidak hanya kurang praktis tetapi juga dapat meningkatkan risiko penggunaan energi secara berlebihan karena pengoperasian yang tidak terjadwal. Jika mesin pembuka dan penutup *skylight* ini terintegrasi dengan sistem *smart home*, penggunaannya dapat diotomatisasi, sehingga penghuni dapat mengontrolnya dengan lebih mudah melalui aplikasi atau perintah suara. Bahkan, integrasi ini memungkinkan pengaturan *timer* untuk membuka *skylight* pada waktu tertentu, seperti pagi hari untuk memaksimalkan masuknya pencahayaan alami, atau menutupnya pada malam hari untuk mengurangi kehilangan panas. Integrasi perangkat-perangkat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga memberikan kenyamanan tambahan bagi penghuni serta mendukung konsep hunian modern yang lebih ramah lingkungan.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, penulis jabarkan saran yang dapat dipertimbangkan oleh:

1. Pengembang dan perencana:

Melanjutkan pengembangan konsep rumah ramah lingkungan yang terintegrasi dengan sistem *smart home* pada pembangunan cluster-cluster baru di kawasan Bintaro Jaya. Integrasi ini diharapkan tidak hanya mempertahankan nilai keberlanjutan dan efisiensi yang telah dicapai, tetapi juga meningkatkan performa hunian melalui inovasi lebih lanjut dalam desain dan teknologi. Misalnya, dengan menambahkan fitur-fitur canggih seperti menambahkan *motion sensor* untuk zonasi pencahayaan tiap ruangan atau ruangan tertentu, *smart water management*, pengendalian energi berbasis AI, atau sistem pemantauan kualitas udara dalam ruang untuk menciptakan hunian yang semakin nyaman dan sehat bagi penghuninya. Langkah ini tidak hanya akan memperkuat posisi kawasan Bintaro Jaya sebagai pelopor dalam pengembangan perumahan berteknologi tinggi dan ramah lingkungan, tetapi juga memberikan daya tarik yang lebih besar bagi calon pembeli yang semakin sadar akan pentingnya aspek keberlanjutan dalam memilih hunian. Dengan terus meningkatkan inovasi pada performa hunian dan memperluas penerapan konsep ramah lingkungan, pengembang dapat membangun reputasi sebagai penyedia perumahan yang tidak hanya modern tetapi juga bertanggung jawab terhadap lingkungan.

2. Akademisi dan peneliti:

Untuk melakukan penelitian lanjutan atau yang serupa, diharapkan dapat mengumpulkan seluruh informasi dengan lebih mendetail dan komprehensif. Pada penelitian ini, fokus analisis hanya dilakukan pada penggunaan peralatan *smart home* tanpa mencakup perhitungan yang lebih mendalam mengenai pengaruhnya terhadap konsumsi energi. Meskipun penelitian ini memberikan wawasan penting tentang penerapan teknologi pintar pada rumah ramah lingkungan, belum dilakukan pengukuran dan kalkulasi secara rinci terkait pengeluaran energi listrik dan efisiensi energi secara keseluruhan. Penambahan aspek perhitungan dan analisis data energi akan sangat berguna untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang seberapa besar kontribusi teknologi *smart home* dalam mengurangi konsumsi energi dan mendukung keberlanjutan rumah tersebut. Dengan melakukan pengukuran yang lebih rinci, penelitian di masa depan dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat menjadi referensi yang lebih kuat dalam pengembangan dan penerapan teknologi rumah pintar yang efisien secara energi.