

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Teori

##### 2.1.1 Rumah Ramah Lingkungan

Tidak seperti rumah pada umumnya, sebuah rumah ramah lingkungan dirancang, dibangun, dan ditempati dengan cara yang ramah lingkungan atau mengurangi dampak buruk pada sebuah lingkungan. Rumah ramah lingkungan merupakan sebuah hal yang penting untuk inovasi lingkungan yang berkelanjutan, adaptasi perubahan iklim, dan penyediaan perumahan murah. Selain itu, rumah ramah lingkungan sangat bermanfaat sebagai alat untuk menguji bagaimana berbagai skala perubahan sosial lingkungan (seperti kebijakan, konstruksi, industri, populasi, dan sebagainya) saling terkait satu sama lain (Pickerill, 2017).

Pada dasarnya, rumah ramah lingkungan memiliki prinsip untuk memaksimalkan penggunaan energi dari alam tergantung pada iklim setempat, kondisi lokasi, gaya hidup penggunanya, dan bangunan dapat dibangun dengan cara yang tidak membebani lingkungan, misalnya dengan menggunakan material bangunan yang tersedia secara lokal. Berikut merupakan bagaimana merancang sebuah rumah ramah lingkungan berdasarkan buku yang ditulis oleh Susan Roef dkk., (2001) yang berjudul ECOHOUSE: A DESIGN GUIDE :

1. **Dampak Lingkungan dari Material Bangunan.** Pemilihan material bangunan mempengaruhi bagaimana sebuah lingkungan terdampak dari material tersebut. Memilih material bangunan yang berdampak kecil pada lingkungan dengan memerhatikan faktor faktor seperti:
  - energi yang dibutuhkan untuk membuat material
  - emisi karbon yang dihasilkan pada pembuatan material
  - kadar toksisitas material
  - transportasi yang digunakan untuk mengantar material ke dalam tapak

Durabilitas material bangunan juga berdampak signifikan terhadap siklus hidup bangunan dan pemilihan material yang dapat didaur ulang, akan berdampak minim terhadap lingkungan.

2. **Kesehatan dan Kenyamanan di dalam Rumah.** Mendesain sebuah rumah ramah lingkungan tidak selalu berkaitan dengan material bangunan, dan material fisik lainnya. Kenyamanan, kesehatan, dan kebahagiaan pengguna rumah merupakan faktor penting untuk diperhatikan juga. Memilih material bangunan yang memiliki kadar toksisitas rendah untuk menghindari

masalah kesehatan secara fisik perlu dilakukan. Salah satu contoh material yang harus dihindari penggunaannya adalah asbes. Debu asbes yang berukuran mikroskopis apabila terhirup dapat menyebabkan asbestosis, kanker paru-paru, dan mesothelioma pada manusia dan hewan, sehingga dapat membahayakan kesehatan (Lippmann, M. 1988). Perawatan secara rutin pada rumah dapat dilakukan untuk mencegah timbulnya jamur, dan bakteri pada sistem air dalam rumah. Selain kesehatan fisik, kesehatan mental juga tidak kalah penting untuk diperhatikan. Suara yang bising dari luar dapat mengganggu ketenangan pengguna. Selain menyediakan oksigen, memiliki beberapa tanaman di dalam rumah juga dapat memberikan rasa rileks pada pengguna rumah. Keamanan dan privasi pengguna menjadi hal terakhir untuk ditinjau karena rasa aman di dalam rumah menjadi faktor penting untuk meningkatkan kualitas hidup seseorang.

3. **Photovoltaics.** Merupakan sebuah sistem yang terbuat dari bahan semi konduktor seperti silikon yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat langsung dipakai maupun disimpan terlebih dahulu (di dalam baterai). Dengan menggunakan sumber energi alternatif pada rumah seperti *photovoltaics* dapat menghemat biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi listrik.
4. **Penggunaan Air Secara Bijak.** Menghemat penggunaan air sehari-hari salah satunya dapat dilakukan dengan cara memasang *flow restrictor* pada keran air maupun *shower* yang berfungsi untuk mengurangi debit air sehingga penggunaan air sehari-hari dapat lebih hemat. Merancang sistem air limbah dengan cermat juga bisa dilakukan.

Hal diatas merupakan salah satu metode untuk merancang bagaimana sebuah rumah ramah lingkungan bekerja. Untuk mengukur bagaimana sebuah rumah dapat dikatakan ramah lingkungan pada penelitian ini, penulis menggunakan sebuah alat tolak ukur yang diusung oleh Green Building Council Indonesia berupa buku mengenai parameter apa saja yang dapat menilai sebuah rumah ramah lingkungan. poin-poin yang ada pada setiap kategori yang diberikan oleh Green Building Council Indonesia menentukan sebuah nilai pada rumah yang diukur dan membuat peringkat berdasarkan nilai tersebut. Ada 4 peringkat yang diberikan oleh Green Building Council Indonesia, yaitu Platinum, Gold, Silver, dan Bronze.

### 2.1.2 **Greenship Home**

Greenship Home merupakan sebuah alat ukur yang diusung oleh Green Building Council Indonesia untuk menilai ramah lingkungannya sebuah rumah. Terdapat 6 kategori yang akan menjadi parameter penilaian rumah ramah lingkungan. tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi,

konservasi air, sumber dan daur material, kesehatan dan kenyamanan dalam ruang, dan manajemen lingkungan bangunan, merupakan 6 kategori yang ada pada parameter dari GreenShip Home.

1. **Tepat Guna Lahan** merupakan sebuah parameter untuk menilai sebuah rumah atau bangunan berdasarkan kesesuaian penggunaan lahan pada rumah seperti ketersediaan lahan hijau pada rumah guna meningkatkan kesehatan, dan kenyamanan penghuni, ketersediaan sarana prasarana umum disekitar lingkungan rumah guna mempermudah penghuni untuk mengakses beragam aktivitas yang dilakukan sehari-hari, pembangunan rumah di kawasan yang sudah ditentukan atau diperuntukan untuk rumah tinggal.

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

Tabel 2. 1 Tepat Guna Lahan  
sumber: Greenship Home, 2014

2. **Efisiensi dan Konservasi Energi** Mengacu pada penggunaan energi di rumah, seperti listrik, yang dapat dipantau menggunakan sub-meter atau perangkat pemantauan konsumsi listrik lainnya untuk mengurangi pengeluaran listrik. Menggunakan perangkat elektronik hemat energi dengan label "hemat energi" yang dapat mengurangi konsumsi daya sebesar minimal 50% atau 75% dari total daya peralatan elektronik untuk mendorong kesadaran pengguna rumah terhadap konsumsi energi listrik. Terdapat juga upaya dalam desain dan pemilihan bahan bangunan yang dapat mengurangi panas yang diterima oleh atap, dinding, dan lantai untuk menciptakan kenyamanan termal di rumah. Penggunaan pembangkit listrik alternatif untuk energi bersih juga dipertimbangkan untuk mengurangi penggunaan energi non-terbarukan, mengingat di Indonesia masih banyak menggunakan bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik.

## EFISIENSI DAN KONSERVASI ENERGI

ENERGY EFFICIENCY & CONSERVATION (EEC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
<b>EEC 1</b>	<b>Sub Meteran (Sub-Metering)</b>			<b>2</b>	
	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 type="checkbox"/>
		2	Melakukan perhitungan konsumsi listrik pada rumah (kwh/m <sup>2</sup> ).	1	<input type="checkbox"/>
<b>EEC 2</b>	<b>Pencahayaan Buatan (Artificial Lighting)</b>			<b>4</b>	
	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 type="checkbox"/>
		4	Menggunakan fitur otomatisasi seperti sensor gerak, timer, atau sensor cahaya minimal pada 1 area/ruangan rumah.	1	<input type="checkbox"/>
<b>EEC 3</b>	<b>Pengkondisian Udara (Thermal Condition)</b>			<b>2</b>	
	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 type="checkbox"/>
<b>EEC 4</b>	<b>Reduksi Panas (Heat Reduction)</b>			<b>4</b>	
	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 skylight).	2	<input type="checkbox"/>
		2	Adanya upaya desain dan/atau penggunaan bahan bangunan, yang dapat mereduksi panas pada seluruh dinding dan lantai.	2	<input type="checkbox"/>
<b>EEC 5</b>	<b>Piranti Rumah Tangga Hemat Energi (Energy Saving Home Appliances)</b>			<b>3</b>	
	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 type="checkbox"/>
<b>EEC 6</b>	<b>Sumber Energi Terbarukan (Renewable Energy Sources)</b>			<b>BONUS</b>	
	Mengurangi penggunaan energi non-terbarukan	1	Adanya fitur pembangkit listrik alternatif untuk energi listrik	2 B	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL NILAI KATEGORI EEC</b>				<b>15</b>	

Tabel 2. 2 Efisiensi dan Konservasi Energi  
sumber: Greenship Home, 2014

3. **Konservasi Air** Langkah awal dalam konservasi air adalah mengetahui seberapa banyak air yang digunakan untuk memantau dan mengurangi konsumsi air. Menggunakan perangkat hemat air, seperti WC, shower, dan keran, dapat mengurangi penggunaan air di rumah. Mengumpulkan air hujan sebagai sumber air alternatif dengan memiliki tempat penyimpanan air hujan berkapasitas minimal 200 liter atau 500 liter, untuk digunakan kembali untuk membasuh toilet atau menyiram tanaman, merupakan cara lain untuk menghemat penggunaan air. Menggunakan air hujan untuk keperluan penyiraman tanaman dan menghindari penggunaan sumber air utama seperti air tanah atau air dari PDAM adalah strategi lain untuk mengurangi penggunaan air. Dalam pengelolaan air limbah, pemasangan perangkat lemak pada wastafel dapur dan penggunaan septic tank dengan filter atau media yang dapat membersihkan air limbah sehingga aman untuk lingkungan juga dapat membantu mengurangi limbah air.

### KONSERVASI AIR

WATER CONSERVATION (WAC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST														
<b>WAC 1</b>	<b>Meteran Air (Water Metering)</b>			<b>2</b>															
	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"/>														
<b>WAC 2</b>	<b>Alat Keluaran Hemat Air (Water Saving Fixtures)</b>			<b>3</b>															
	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 type="checkbox"/>														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">WC</th> <th>Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 L/flush</td> <td>untuk seluruh WC</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4,5 L/flush</td> <td>dan/atau dual flush</td> <td>untuk 50% total WC</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4,5 L/flush</td> <td>dan/atau dual flush</td> <td>untuk seluruh WC</td> <td>3</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		
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															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Shower</th> <th>Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9 L/menit</td> <td>untuk 50% total shower</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>9 L/menit</td> <td>untuk seluruh shower</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Shower		Skor	9 L/menit	untuk 50% total shower	1	9 L/menit	untuk seluruh shower	2							
Shower		Skor																	
9 L/menit	untuk 50% total shower	1																	
9 L/menit	untuk seluruh shower	2																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Keran</th> <th>Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 L/menit</td> <td>untuk 50% total keran</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7 L/menit</td> <td>untuk seluruh keran</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Keran		Skor	7 L/menit	untuk 50% total keran	1	7 L/menit	untuk seluruh keran	2								
Keran		Skor																	
7 L/menit	untuk 50% total keran	1																	
7 L/menit	untuk seluruh keran	2																	
<b>WAC 3</b>	<b>Penggunaan Air Hujan (Rainwater Harvesting)</b>			<b>3</b>															
	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 type="checkbox"/>															

WAC 4		Irigasi Hemat Air ( <i>Water Saving Irrigation</i> )		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 ( <i>Waste Water Management</i> )		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 type="checkbox"/>
<b>TOTAL NILAI KATEGORI WAC</b>				<b>13</b>	

Tabel 2. 3 Konservasi Air  
sumber: *GreenShip Home*, 2014

4. **Sumber dan Daur Material.** Penggunaan material bekas dengan tujuan untuk memperpanjang siklus hidup sebuah material dan mengurangi sampah konstruksi, tidak menggunakan refrigeran hydrochlorofluorocarbon (HCFC) dalam sistem AC dengan tujuan mengurangi penipisan lapisan ozon. Pemilihan sebuah material yang dalam prosesi pembuatannya memiliki sistem manajemen lingkungan juga merupakan sebuah hal penting dalam menanggulangi kerusakan pada lingkungan yang ditimbulkan oleh produksi barang. Penggunaan material prafabrikasi dalam komponen bangunan utama menjadikan sampah pada aktivitas konstruksi menjadi berkurang. Seluruh bahan baku utama dibuat menggunakan material lokal, dan pabrikasinya berada dalam radius 1.000 km dari lokasi pembangunan guna mengurangi jejak karbon dari penggunaan moda transportasi yang digunakan pada material bangunan serta meningkatkan ekonomi setempat.

## SUMBER DAN DAUR MATERIAL

MATERIAL RESOURCE AND CYCLE (MRC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
<b>MRC 1</b>	<b>Refrigeran Bukan Perusak Ozon (Non ODP Refrigerant)</b>			<b>1</b>	
	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 type="checkbox"/>
<b>MRC 2</b>	<b>Penggunaan Material Bekas (Material Reuse)</b>			<b>1</b>	
	Memperpanjang daur hidup material dan mengurangi sampah konstruksi	1	Menggunakan material bekas.	1	<input type="checkbox"/>
<b>MRC 3</b>	<b>Material dari sumber yang ramah lingkungan (Environmental Friendly Material Source)</b>			<b>2</b>	
	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"/>
<b>MRC 4</b>	<b>Material dengan Proses Produksi Ramah Lingkungan (Environmental Friendly Processed Material)</b>			<b>1</b>	
	Menghindari kerusakan ekologis dari produksi produk material	1	Menggunakan material yang proses produksinya memiliki sistem manajemen lingkungan.	1	<input type="checkbox"/>
<b>MRC 5</b>	<b>Kayu Bersertifikat (Certified Wood)</b>			<b>1</b>	
	Mendukung penggunaan kayu legal dan menjaga keberlanjutan hutan	<b>1A</b>	Menggunakan kayu yang legal sesuai dengan Peraturan Pemerintah tentang asal kayu dan sah terbebas dari perdagangan kayu ilegal.	1	<input type="checkbox"/>
		<b>1B</b>	Atau Penggunaan kayu dengan sertifikat lembaga independen Nasional atau Internasional seperti Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau Forest Stewardship Council (FSC).	1	<input type="checkbox"/>
<b>MRC 6</b>	<b>Material Pra Fabrikasi (Prefab Material)</b>			<b>2</b>	
	Mengurangi sampah dari aktivitas konstruksi	1	Menggunakan material prafabrikasi pada komponen bangunan utama.	2	<input type="checkbox"/>
<b>MRC 7</b>	<b>Material Lokal (Local Material)</b>			<b>2</b>	
	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 type="checkbox"/>
		2	Menggunakan material yang berasal dari dalam wilayah Republik Indonesia.	1	<input type="checkbox"/>
<b>MRC 8</b>	<b>Jejak Karbon (Carbon Footprint)</b>			<b>1</b>	
	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"/>
<b>TOTAL NILAI KATEGORI MRC</b>				<b>11</b>	

Tabel 2. 4 Sumber dan Daur Material  
Sumber: GreenShip Home, 2014

5. **Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang** Menjaga lingkungan udara di dalam rumah tetap bersih dan mempertahankan aliran udara ventilasi untuk menciptakan kenyamanan termal merupakan hal yang penting. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan menyediakan ventilasi di dapur dan kamar mandi agar udara bisa beredar dengan baik. Pemanfaatan cahaya alami juga merupakan faktor kunci untuk meningkatkan kualitas hidup di dalam rumah dan mengurangi penggunaan lampu pada siang hari. Standar pencahayaan alami yang dianjurkan adalah minimal 50% pencahayaan ruangan dengan cahaya alami yang sesuai dengan standar lux berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang berlaku.

### KESEHATAN DAN KENYAMANAN DALAM RUANG

INDOOR HEALTH AND COMFORT (IHC)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST	
<b>IHC 1</b>	<b>Sirkulasi Udara Bersih ( Fresh Air Circulation)</b>			<b>5</b>		
	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 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 type="checkbox"/>	
		4	Memiliki sirkulasi udara keluar dapur.	1	<input type="checkbox"/>	
<b>IHC 2</b>	<b>Pencahayaan Alami (Natural Lighting)</b>			<b>2</b>		
	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 type="checkbox"/>	
<b>IHC 3</b>	<b>Kenyamanan Visual (Visual Comfort)</b>			<b>1</b>		
	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 type="checkbox"/>	

IHC 4	Minimalisasi Sumber Polutan ( <i>Pollutant Source Minimalization</i> )		3	
Mengurangi kontaminasi udara dalam ruang dari emisi material interior yang dapat membahayakan kesehatan.	1	Menggunakan cat dan <i>coating</i> yang mengandung kadar <i>Volatile Organic Compounds (VOCs)</i> 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 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"/>
<b>IHC 5 4</b>	<b>Tingkat Kebisingan (<i>Acoustic Level</i>)</b>		<b>1</b>	
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"/>
<b>IHC 6</b>	<b>Kenyamanan Spasial (<i>Spatial Comfort</i>)</b>		<b>1</b>	
Memberikan kenyamanan, kelayakan dan kesehatan kepada penghuni dari segi pemenuhan kebutuhan ruang berdasarkan aktivitasnya	1	Kebutuhan luasan ruang pada bangunan rumah minimal 9 m <sup>2</sup> per orang.	1	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL NILAI KATEGORI IHC</b>			<b>13</b>	

Tabel 2. 5 Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang  
 Sumber: *GreenShip Home, 2014*

6. **Manajemen Lingkungan Bangunan.** Dengan melibatkan minimal satu orang tenaga ahli seperti arsitek, ahli lansekap, ME, sipil, dll., yang memiliki kompetensi dasar dalam pembangunan rumah mulai dari tahap perancangan hingga pembangunan, merupakan langkah penting untuk menjaga kualitas lingkungan dan daya dukung lingkungan akibat pembangunan rumah. Pengelolaan sampah (waste management) seperti mengelola sampah organik dan/atau anorganik, yang dilakukan secara mandiri atau dengan menggunakan pihak ketiga guna mendorong manajemen kebersihan dan sampah sedcara terpadu sehingga mengurangi beban TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

## MANAJEMEN LINGKUNGAN BANGUNAN

BUILDING ENVIRONMENT MANAGEMENT (BEM)

KODE	TUJUAN	NO	TOLOK UKUR	NILAI	CHECKLIST
<b>BEM 1</b>	<b>Desain dan Konstruksi Berkelanjutan (<i>Sustainable Design and Construction</i>)</b>			<b>4</b>	
	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 type="checkbox"/>
		2A	Adanya sistem kesehatan dan keselamatan baik untuk pekerja maupun penghuni rumah selama masa konstruksi berlangsung.	2	<input type="checkbox"/>
		2B	Atau Adanya sistem manajemen lingkungan di dalam lahan selama masa konstruksi berlangsung.	2	<input type="checkbox"/>
<b>BEM 2</b>	<b>Panduan Bangunan Rumah (<i>Home Guideline</i>)</b>			<b>2</b>	
	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	<input type="checkbox"/>
<b>BEM 3</b>	<b>Aktivitas Ramah Lingkungan (<i>Green Activity</i>)</b>			<b>1</b>	
	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"/>
<b>BEM 4</b>	<b>Pengelolaan Sampah (<i>Waste Management</i>)</b>			<b>1</b>	
	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"/>
<b>BEM 5</b>	<b>Keamanan (<i>Security</i>)</b>			<b>1</b>	
	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 tanpa mengurangi fungsi rumah terhadap lingkungan	1	Adanya sebuah perencanaan yang mengakomodasi optimalisasi rumah tersebut (contoh rumah tumbuh).	2 B	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL NILAI KATEGORI BEM</b>				<b>12</b>	

Tabel 2. 6 Manajemen Lingkungan Bangunan  
Sumber: GreenShip Home, 2014

### 2.1.3 Smart Home

*Smart home* merupakan sebuah istilah yang digunakan pada rumah tinggal yang menggunakan sistem kontrol untuk mengintegrasikan sistem otomatisasi pada rumah (Robles dkk., 2010) dan merupakan salah satu pengaplikasian dari IoT (*Internet of Things*). *Smart home* mencakup komunikasi, kenyamanan, keamanan, hiburan, kemudahan (praktis), dan sistem informasi (Redriksson, V., 2005). Sistem *smart home* mengumpulkan dan memahami banyak sekali data pada sensor di semua perangkat yang terintegrasi pada rumah. Sensor-sensor tersebut mengambil berbagai macam informasi seperti jumlah penggunaan energi, dan produktifitas pengguna rumah dengan tujuan memberikan pemahaman atau wawasan yang lebih baik. Data-data yang sudah diambil dan dikumpulkan nantinya akan diproses untuk dapat dilakukan evaluasi yang lebih baik kedepannya. Pengguna rumah dapat memantau seluruh rumah dan dapat meninjau ruangan yang menggunakan energi paling besar dalam sehari dan AI dapat memberikan beberapa saran untuk menindaklanjuti terhadap ketidakefisienan tersebut.



Gambar 2. 1 Sistem Smart Home  
 Sumber: Robles dkk., 2010

Terdapat 3 komponen utama pembentuk ekosistem *Internet of Things* yang merupakan sebuah dasar dari *smart home* :

1. **Artificial Intellegence (AI).** adalah sistem kecerdasan yang ditanamkan dalam mesin agar mesin dapat berpikir dan bertindak seperti manusia. Ada banyak cabang kecerdasan buatan, salah satunya adalah *machine learning*. *Machine learning* merupakan bidang pembuatan komputer yang berkembang secara otomatis melalui pengalaman, menjembatani ilmu komputer dan statistik, serta merupakan inti dari AI dan ilmu data. Fungsi AI pada *Internet of Things (IoT)* adalah mengumpulkan dan memproses data dari sensor.
  
2. **Sensor** adalah perangkat yang berfungsi sebagai "indera" pada sistem elektronik, bertugas untuk mendeteksi dan mengumpulkan data secara langsung dari lingkungan sekitar. Sebagai penghubung pertama antara dunia fisik dan teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI), sensor memainkan peran penting dalam memungkinkan interaksi dan respons otomatis. Data yang dikumpulkan oleh sensor ini kemudian digunakan untuk mengendalikan perangkat, menganalisis situasi, dan membuat keputusan yang dapat meningkatkan efisiensi dan kenyamanan sistem secara keseluruhan.
  
3. **Konektivitas** adalah elemen fundamental yang mendasari keberlangsungan Internet of Things (IoT), memungkinkan perangkat-perangkat elektronik untuk saling terhubung dan berkomunikasi secara efisien. Fungsi utama konektivitas adalah sebagai jembatan yang menghubungkan

berbagai perangkat dalam jaringan, baik itu perangkat pintar di rumah, kendaraan, atau infrastruktur lainnya. Tanpa konektivitas yang handal, perangkat-perangkat ini tidak dapat berfungsi secara optimal, sehingga mempengaruhi kinerja sistem IoT dalam meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan penggunaannya.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, beberapa penelitian sebelumnya dikaji dengan topik penelitian yang serupa untuk memberi pemahaman kepada penulis dan dijadikan pustaka acuan pada penelitian ini, yaitu:

Tabel 2. 1 penelitian terdahulu

Judul, Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
Mengoptimalkan Konsumsi Energi di Rumah Pintar Menggunakan Sistem Pendukung Keputusan Cerdas. Penulis: Tata Sutabri; Danisa Enjelika; Lurya Virna; Septi Mujiranda	Memberikan pemahaman tentang peran teknologi cerdas dalam meningkatkan efisiensi energi di rumah tangga dan memotivasi adopsi rumah pintar yang berkelanjutan	Eksperimen dan Analisis data	<ul style="list-style-type: none"> <li>pengembangan rumah pintar yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan dapat menjadi langkah penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan</li> </ul>
The Application of lot (Internet of Things) for Smart Housing Environments and Integrated Ecosystem. Penulis: Andi Hildayanti, M. Sya'rani Machrizzandi.	mengidentifikasi dan menjelaskan penggunaan sistem Internet of Things untuk mendukung program bangunan pintar dan lingkungan yang terintegrasi	Deskriptif kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengaplikasian IoT pada Smart housing memudahkan pengguna rumah.</li> <li>Memudahkan penerapan green building</li> </ul>

---

The Impact of Smart Home on Energy Efficiency and Sustainability.

Penulis: Mohd Aarif; Pooja Anand; Lipsa Das; Ajay Rana.

Meneliti bagaimana *smart home* dapat meningkatkan efisiensi energi dan dampaknya terhadap lingkungan sosial

- Kegiatan di rumah menjadi lebih efektif, meningkatkan keamanan dan kenyamanan.

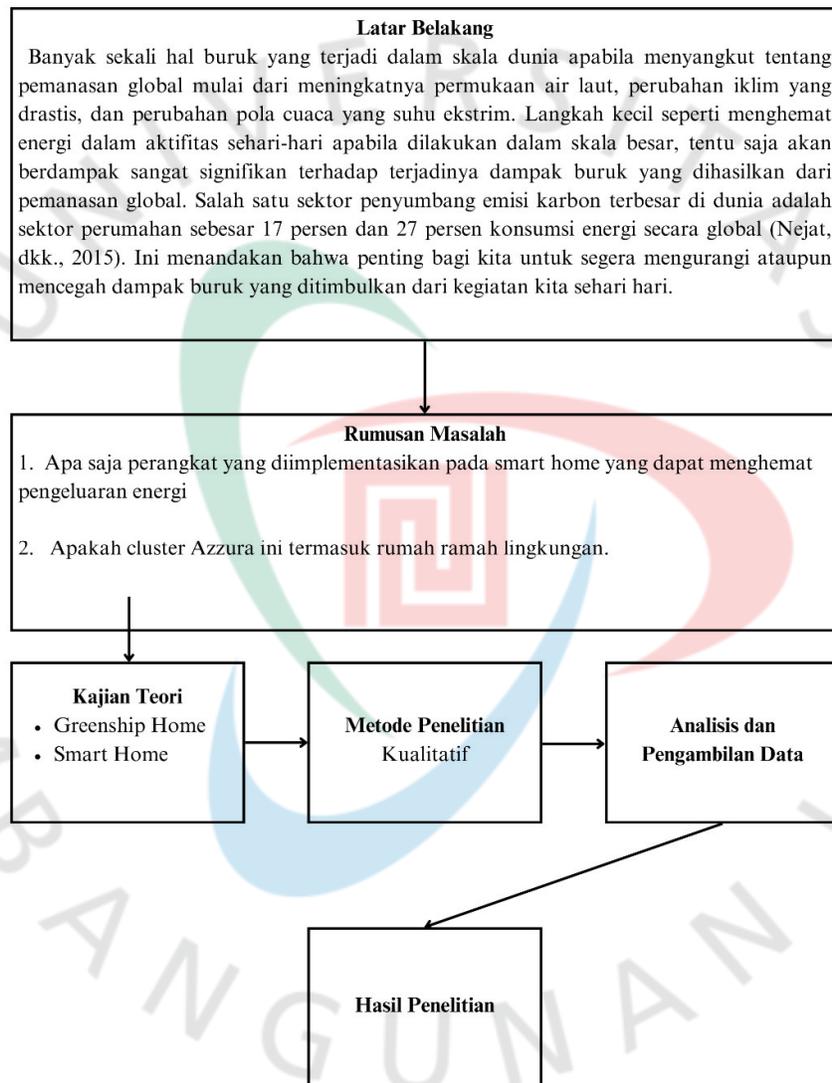
---

Sumber: Penulis, 2024



### 2.3 Kerangka pemikiran

Penelitian ini diawali dengan latar belakang yang menjadi topik pembahasan penelitian kemudian dilanjutkan dengan rumusan masalah yang dikaitkan dengan kajian teori yang selanjutnya akan diambil perolehan data dan analisis data selanjutnya akan didapat hasil dari penelitian.



Tabel 2. 7 Kerangka Pemikiran

## 2.4 Sintesis

Konsep rumah tinggal modern seperti rumah ramah lingkungan dan *smart home* mengintegrasikan prinsip keberlanjutan, efisiensi energi, dan teknologi canggih untuk menciptakan hunian yang lebih baik. Fokus utama dari konsep ini adalah mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui pengelolaan sumber daya yang optimal, penggunaan energi terbarukan, dan otomatisasi perangkat rumah tangga. Selain itu, teknologi *smart home* dirancang untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni, seperti sistem pemantauan jarak jauh, otomatisasi pencahayaan, hingga pengendalian suhu yang efisien, menciptakan hunian yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Rumah ramah lingkungan dirancang dan dibangun dengan mempertimbangkan dampak lingkungan yang minimal. Desain rumah ramah lingkungan menggunakan pemanfaatan energi alam, material bangunan yang ramah lingkungan, ventilasi yang baik, dan mempertimbangkan kesehatan dan kenyamanan penghuni. Selain itu, konsepnya juga mencakup penggunaan teknologi fotovoltaik untuk menghasilkan listrik dan menghemat air.

GreenShip Home adalah sebuah sistem penilaian yang digunakan untuk menilai sejauh mana sebuah rumah ramah lingkungan, dengan fokus utama pada efisiensi dan konservasi energi, pengelolaan air, penggunaan sumber daya yang bijak, serta daur ulang material. Parameter ini juga mencakup aspek kesehatan dan kenyamanan penghuni, seperti kualitas udara dan kenyamanan suhu. Beberapa faktor yang dinilai secara terperinci meliputi penggunaan listrik yang hemat, pengelolaan air limbah, serta pemilihan material ramah lingkungan. Semua aspek ini digabungkan untuk memberikan penilaian yang objektif mengenai tingkat keberlanjutan suatu rumah.

Di sisi lain, *smart home* menggabungkan sistem otomatisasi rumah dengan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan perangkat saling terhubung dan berkomunikasi secara efisien. Dengan bantuan sensor dan kecerdasan buatan (AI), teknologi ini mampu memonitor dan mengatur penggunaan energi secara real-time, mengoptimalkan konsumsi listrik, dan menyesuaikan pengaturan rumah sesuai kebutuhan penghuni. Selain itu, *smart home* juga meningkatkan keamanan melalui sistem pemantauan otomatis dan memberikan kenyamanan lebih dengan otomatisasi berbagai fungsi rumah, seperti pencahayaan, suhu, dan pengaturan perangkat elektronik, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih aman, efisien, dan nyaman bagi penghuni.

Tujuan dari ketiga konsep ini memiliki kesamaan yang mendalam, yaitu menciptakan lingkungan hunian yang berkelanjutan, hemat energi, serta menawarkan kenyamanan dan keamanan bagi penghuninya. Seiring dengan kemajuan teknologi dan peningkatan kesadaran global tentang pentingnya keberlanjutan lingkungan, penerapan konsep-konsep ini menjadi semakin vital dalam desain dan pembangunan rumah masa depan. Integrasi teknologi pintar dalam rumah ramah lingkungan tidak

hanya membantu mengurangi jejak karbon, tetapi juga memastikan kualitas hidup yang lebih baik melalui pengelolaan energi yang lebih efisien dan sistem yang lebih aman.

