

PERAN DESAIN PERMUKIMAN DALAM MEMBANGUN KETAHANAN TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Mursyid Mustafa

Universitas Bosowa, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: mursyid@universitasbosowa.ac.id

Article History

Received:

Revised:

Published:

Key Words:

Settlement design, climate resilience, energy efficiency, water management, green infrastructure.

Abstract: Climate change presents major challenges for urban areas, including settlements that are vulnerable to flooding, heat waves, and changing extreme weather patterns. Adaptive and sustainable settlement design has an important role in building environmental resilience. This study explores the role of settlement design in increasing resilience to climate change through a holistic approach, including the use of environmentally friendly materials, water management, energy efficiency, and green infrastructure. The use of local materials that have good thermal insulation, such as clay bricks and bamboo, as well as the integration of renewable energy technologies, such as solar panels, can reduce energy consumption and greenhouse gas emissions. In addition, green infrastructure, such as retention ponds and water catchment parks, plays a role in managing flood risk and maintaining the availability of clean water. Energy efficiency is also a key element in adaptive settlement design, where passive design and smart grid technology help to significantly reduce energy requirements. Community participation in the planning and implementation of settlement design is also important to increase the resilience of local communities to the impacts of climate change. The results of this study contribute to the development of sustainable, adaptive, and resilient settlement design strategies to climate change. With a comprehensive approach, settlement design can play an important role in creating a more resilient and sustainable urban environment.

Kata Kunci:

Desain permukiman, ketahanan iklim, efisiensi energi, pengelolaan air, infrastruktur hijau.

Abstrack: Perubahan iklim menghadirkan tantangan besar bagi kawasan perkotaan, termasuk permukiman yang rentan terhadap banjir, gelombang panas, dan perubahan pola cuaca ekstrem. Desain permukiman yang adaptif dan berkelanjutan memiliki peran penting dalam membangun ketahanan lingkungan. Penelitian ini mengeksplorasi peran desain permukiman dalam meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim melalui pendekatan yang holistik, meliputi penggunaan material ramah lingkungan, pengelolaan air, efisiensi energi, serta infrastruktur hijau. Penggunaan material lokal yang memiliki isolasi termal baik, seperti batu bata tanah liat dan bambu, serta integrasi teknologi energi terbarukan, seperti panel surya, dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Selain itu, infrastruktur hijau, seperti kolam retensi dan taman resapan air, berperan dalam mengelola risiko banjir dan menjaga ketersediaan air bersih. Efisiensi energi juga menjadi elemen kunci dalam desain permukiman adaptif, di mana desain pasif dan teknologi smart grid membantu mengurangi kebutuhan energi secara signifikan. Partisipasi masyarakat dalam perencanaan dan implementasi desain permukiman juga penting untuk meningkatkan ketahanan komunitas lokal terhadap dampak perubahan iklim. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan strategi desain permukiman yang berkelanjutan, adaptif, dan tangguh terhadap perubahan iklim. Dengan pendekatan yang komprehensif, desain permukiman dapat memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih tangguh dan berkelanjutan.

Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini, dengan dampaknya yang semakin dirasakan di berbagai sektor, termasuk sektor permukiman. Permukiman perkotaan yang padat dan tidak terencana dengan baik sering kali menjadi daerah yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim, seperti banjir, kenaikan suhu ekstrem,



dan ketidakstabilan cuaca (Prasetyo, 2020). Desain permukiman yang efektif dan adaptif terhadap perubahan iklim menjadi sangat penting dalam membangun ketahanan lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut. Desain permukiman tidak hanya mencakup aspek fisik bangunan, tetapi juga melibatkan manajemen air, energi, dan tata ruang yang berkelanjutan (Simarmata, 2021).

Desain permukiman merujuk pada proses perencanaan, pengaturan, dan pembangunan lingkungan tempat tinggal yang melibatkan berbagai aspek seperti tata ruang, bangunan, infrastruktur, serta interaksi sosial dalam suatu wilayah. Desain permukiman yang baik tidak hanya memperhatikan aspek estetika dan kenyamanan, tetapi juga mempertimbangkan fungsi, keberlanjutan, serta adaptasi terhadap kondisi lingkungan setempat (Wibowo, 2019). Dalam konteks urbanisasi yang cepat dan tantangan perubahan iklim yang semakin meningkat, desain permukiman harus mampu mendukung ketahanan lingkungan dan sosial. Hal ini mencakup perencanaan ruang terbuka hijau, efisiensi energi, pengelolaan air, serta sistem transportasi yang ramah lingkungan (Prasetyo, 2020).

Desain permukiman modern juga menekankan pentingnya integrasi antara lingkungan buatan dan lingkungan alam. Penggunaan material ramah lingkungan, teknologi hijau, serta pendekatan berbasis alam (*nature-based solutions*) menjadi fokus utama dalam menciptakan permukiman yang berkelanjutan. Misalnya, integrasi sistem pengelolaan air hujan, penggunaan panel surya untuk energi terbarukan, serta penerapan tata ruang yang memungkinkan ventilasi dan pencahayaan alami dapat mengurangi dampak lingkungan dari pembangunan (Simarmata, 2021). Di kawasan perkotaan, desain permukiman sering kali harus menghadapi tantangan keterbatasan lahan, sehingga solusi desain yang inovatif seperti pembangunan vertikal atau *mixed-use development* (penggabungan fungsi hunian, komersial, dan rekreasi) menjadi pilihan yang semakin populer (Nurhadi, 2020).

Selain aspek lingkungan, desain permukiman juga memiliki dimensi sosial yang signifikan. Permukiman yang baik harus memperhatikan keterhubungan antarwarga, menyediakan fasilitas publik yang memadai, serta menciptakan ruang-ruang sosial yang mendukung interaksi dan kolaborasi masyarakat (Rachman, 2020). Misalnya, penyediaan taman, ruang bermain, dan fasilitas olahraga dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat di dalam permukiman. Secara keseluruhan, desain permukiman yang ideal adalah yang menggabungkan elemen estetika, fungsionalitas, keberlanjutan, dan kesejahteraan sosial untuk menciptakan lingkungan hidup yang harmonis dan berdaya tahan tinggi terhadap berbagai tantangan, termasuk perubahan iklim dan tekanan urbanisasi.

Namun, *research gap* yang muncul dalam studi desain permukiman adalah kurangnya integrasi antara strategi desain yang adaptif dengan perubahan iklim. Sebagian besar penelitian fokus pada mitigasi perubahan iklim melalui penggunaan material ramah lingkungan atau pengurangan emisi karbon dari bangunan (Rachman, 2020). Akan tetapi, hanya sedikit penelitian yang mengeksplorasi bagaimana desain permukiman dapat secara langsung membangun ketahanan terhadap dampak perubahan iklim, seperti banjir atau kenaikan suhu (Wibowo, 2019). Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengisi kekosongan ini, terutama dalam konteks perkotaan di negara-negara berkembang yang menghadapi risiko tinggi terkait perubahan iklim.

Urgensi penelitian ini semakin nyata mengingat bahwa perubahan iklim diproyeksikan akan terus meningkat dalam beberapa dekade mendatang, dengan intensitas dan frekuensi bencana alam yang semakin tinggi (Santoso, 2019). Di kawasan perkotaan yang padat penduduk, desain permukiman yang tidak tanggap terhadap perubahan iklim akan memperburuk kerentanan masyarakat, khususnya kelompok yang paling rentan seperti mereka yang tinggal di daerah rawan banjir atau permukiman informal (Fauzi, 2020). Oleh karena itu, penting untuk merancang permukiman yang mampu beradaptasi terhadap berbagai risiko iklim dengan menggunakan pendekatan berbasis alam dan teknologi modern.

Penelitian terdahulu telah banyak mengkaji peran teknologi hijau dan inovasi material ramah lingkungan dalam mendukung keberlanjutan permukiman (Simarmata, 2020). Beberapa studi juga menekankan pentingnya pengelolaan air yang efisien, penggunaan energi terbarukan, dan peningkatan ruang hijau dalam mendukung ketahanan iklim (Nurhadi, 2020). Namun, penelitian-penelitian ini belum secara holistik menghubungkan desain permukiman dengan pendekatan ketahanan terhadap perubahan iklim. Sebagian besar masih berfokus pada mitigasi, sementara aspek adaptasi, terutama di konteks permukiman yang terdesain khusus untuk menahan dampak perubahan iklim, kurang dieksplorasi (Prasetyo, 2020).

Novelti dari penelitian ini terletak pada pendekatan integratif yang menghubungkan desain permukiman dengan adaptasi terhadap perubahan iklim secara langsung. Penelitian ini tidak hanya akan mengkaji bagaimana elemen-elemen desain, seperti orientasi bangunan, penggunaan material lokal, serta tata ruang dapat meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim, tetapi juga bagaimana teknologi hijau dan pendekatan berbasis alam (*nature-based solutions*) dapat diterapkan secara efektif dalam permukiman modern (Fauzi, 2020). Hal ini memberikan perspektif baru dalam diskursus arsitektur berkelanjutan yang lebih fokus pada ketahanan dan adaptasi, daripada sekadar mitigasi emisi karbon.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis peran desain permukiman dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim dengan mengeksplorasi berbagai pendekatan yang dapat diterapkan di kawasan perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi elemen-elemen desain yang dapat mendukung adaptasi terhadap perubahan iklim, serta merumuskan strategi implementasi yang efektif dalam skala permukiman (Simarmata, 2021). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi kebijakan kepada para pemangku kepentingan dalam merancang permukiman yang lebih tangguh terhadap risiko iklim.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memperkuat ketahanan perkotaan terhadap dampak perubahan iklim. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi perancang, pengembang, dan pemerintah daerah dalam mengimplementasikan desain permukiman yang adaptif terhadap iklim (Wibowo, 2019). Selain itu, penelitian ini juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya adaptasi iklim dalam pembangunan permukiman, serta mendukung pengembangan kebijakan yang lebih berkelanjutan dalam pengelolaan ruang perkotaan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis secara mendalam peran desain permukiman dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim. Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang lebih holistik terhadap fenomena yang sedang diteliti, khususnya dalam konteks desain permukiman yang berfungsi sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim (Creswell, 2014). Melalui pendekatan ini, penelitian akan mengeksplorasi berbagai elemen desain permukiman yang berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan lingkungan, serta mengidentifikasi praktik-praktik terbaik yang telah diterapkan di beberapa lokasi.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan arsitek, perencana tata ruang, dan ahli lingkungan yang memiliki pengalaman dalam perencanaan permukiman berkelanjutan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk memberikan fleksibilitas bagi informan dalam memberikan pandangan dan pengalaman terkait desain permukiman dan ketahanan terhadap perubahan iklim (Yin, 2017). Selain itu, penelitian ini juga melibatkan observasi lapangan di beberapa kawasan permukiman yang dianggap berhasil dalam mengadopsi desain adaptif terhadap perubahan iklim, seperti penggunaan material ramah lingkungan dan sistem pengelolaan air yang efisien.

Data sekunder diperoleh dari studi literatur yang mencakup artikel jurnal, buku, laporan penelitian, dan dokumen kebijakan yang relevan. Studi literatur ini digunakan untuk memberikan landasan teoritis yang kuat serta mendukung analisis data primer. Literatur yang digunakan meliputi topik terkait desain permukiman berkelanjutan, adaptasi perubahan iklim, dan praktik arsitektur yang responsif terhadap iklim (Miles, Huberman, & Saldana, 2014).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara mendalam, observasi lapangan, dan dokumentasi. Wawancara mendalam dilakukan dengan panduan wawancara yang telah disusun sebelumnya, namun tetap memberikan ruang bagi informan untuk mengelaborasi topik-topik penting terkait peran desain permukiman dalam ketahanan iklim. Observasi lapangan bertujuan untuk mengamati langsung penerapan elemen-elemen desain di kawasan permukiman, seperti tata ruang, infrastruktur hijau, dan sistem manajemen air (Moleong, 2018). Dokumentasi berupa gambar, rencana pembangunan, dan laporan terkait juga dikumpulkan untuk memperkaya analisis.

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis tematik. Proses analisis dimulai dengan melakukan transkripsi hasil wawancara dan observasi. Data kemudian diolah dengan teknik coding, di mana data diorganisir ke dalam tema-tema yang relevan dengan penelitian, seperti ketahanan iklim, efisiensi energi, pengelolaan air, dan partisipasi masyarakat (Braun & Clarke, 2006). Tema-tema yang dihasilkan dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi pola-pola dan hubungan antara elemen desain permukiman dan ketahanan terhadap perubahan iklim. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai bagaimana desain permukiman dapat berperan dalam meningkatkan ketahanan lingkungan perkotaan.

Hasil dan Pembahasan

A. Desain Permukiman Berkelanjutan dan Ketahanan Terhadap Perubahan Iklim

Desain permukiman berkelanjutan memiliki peran penting dalam meningkatkan ketahanan terhadap dampak perubahan iklim. Dalam konteks ini, ketahanan terhadap perubahan iklim mencakup kemampuan permukiman untuk beradaptasi terhadap risiko cuaca ekstrem, seperti banjir, gelombang panas, dan badai, yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim (Simarmata, 2020). Salah satu elemen penting dalam desain permukiman berkelanjutan adalah penggunaan material ramah lingkungan yang dapat menahan suhu ekstrem dan mengurangi jejak karbon. Penggunaan bahan-bahan lokal seperti bambu, tanah liat, atau batu alam terbukti lebih efisien dalam merespons kondisi iklim setempat, serta memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan material konvensional seperti beton atau baja (Fauzi, 2020).

Selain penggunaan material yang tepat, desain permukiman yang tangguh terhadap perubahan iklim juga harus mempertimbangkan tata letak dan orientasi bangunan. Orientasi bangunan yang dirancang untuk memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami dan ventilasi silang dapat mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan atau pemanasan ruangan (Rachman, 2020). Dengan demikian, desain yang mempertimbangkan faktor iklim dapat membantu mengurangi konsumsi energi dan memperkuat ketahanan terhadap perubahan suhu ekstrem.

Pengelolaan air juga menjadi aspek penting dalam desain permukiman berkelanjutan. Di banyak kota besar, sistem pengelolaan air yang buruk dapat memperburuk risiko banjir, terutama selama musim hujan. Desain permukiman yang tangguh terhadap perubahan iklim perlu mengintegrasikan infrastruktur hijau, seperti taman resapan air, kolam retensi, dan bioswale untuk mengurangi risiko banjir dan menjaga ketersediaan air bersih di daerah perkotaan (Santoso, 2019). Pengelolaan air yang baik tidak hanya membantu mengurangi dampak banjir, tetapi juga mendukung efisiensi penggunaan air di lingkungan perkotaan.

Infrastruktur hijau juga berperan penting dalam meningkatkan ketahanan iklim di kawasan permukiman. Penggunaan ruang terbuka hijau, penanaman pohon, dan pembangunan taman kota dapat membantu menurunkan suhu di wilayah perkotaan yang sering mengalami efek urban heat island (Prasetyo, 2020). Efek ini menyebabkan suhu di perkotaan lebih tinggi daripada di wilayah sekitarnya akibat aktivitas manusia dan minimnya vegetasi. Dengan meningkatkan jumlah ruang hijau di kawasan permukiman, suhu lingkungan dapat dikendalikan, yang pada gilirannya membantu mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan bangunan.

Ketahanan terhadap perubahan iklim juga perlu didukung oleh sistem transportasi yang berkelanjutan. Desain permukiman yang baik harus mempromosikan penggunaan transportasi umum, jalur pejalan kaki, dan jalur sepeda untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor pribadi (Simarmata, 2021). Hal ini tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga membantu mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah perkotaan.

Desain permukiman berkelanjutan adalah pendekatan dalam perencanaan dan pengembangan kawasan yang mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi, terutama dalam konteks ketahanan terhadap perubahan iklim. Desain ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembangunan, meminimalkan konsumsi sumber daya, serta memastikan bahwa permukiman dapat beradaptasi terhadap dampak perubahan iklim, seperti banjir, gelombang panas, dan cuaca ekstrem (Simarmata, 2020). Dalam menghadapi ancaman perubahan iklim, desain permukiman berkelanjutan menjadi semakin relevan karena dapat memberikan solusi yang tangguh dan adaptif untuk mendukung kesejahteraan masyarakat.

Salah satu elemen penting dalam desain permukiman berkelanjutan adalah penggunaan material ramah lingkungan yang dapat mengurangi jejak karbon dan meningkatkan efisiensi energi. Material seperti bambu, batu bata tanah liat, dan kayu lokal memiliki sifat termal yang baik, sehingga dapat membantu menjaga suhu ruangan tetap stabil tanpa memerlukan penggunaan energi berlebih untuk pendinginan atau pemanasan (Prasetyo, 2020). Penggunaan material lokal ini juga mendukung ekonomi lokal, mengurangi biaya transportasi, serta meminimalkan dampak lingkungan dari produksi material (Rachman, 2020). Sebagai contoh, penggunaan bata tanah liat yang memiliki kemampuan isolasi termal tinggi dapat menurunkan konsumsi energi hingga 25% dalam bangunan permukiman (Fauzi, 2019).

Pengelolaan air menjadi aspek kritis dalam desain permukiman yang berkelanjutan, terutama di kawasan perkotaan yang sering menghadapi masalah banjir. Desain yang tangguh terhadap perubahan iklim harus mampu mengelola limpasan air hujan dengan baik melalui infrastruktur hijau seperti kolam retensi, taman resapan, dan bioswale (Santoso, 2019). Infrastruktur ini berfungsi untuk menahan, menyaring, dan mengalirkan air secara perlahan ke tanah, sehingga mengurangi risiko banjir dan menjaga ketersediaan air bersih. Menurut data dari World Bank (2021), permukiman yang menerapkan infrastruktur hijau untuk pengelolaan air mampu mengurangi risiko banjir hingga 40%, yang berdampak langsung pada peningkatan ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim.

Efisiensi energi juga menjadi elemen kunci dalam desain permukiman yang adaptif terhadap perubahan iklim. Salah satu strategi yang digunakan adalah desain pasif, yaitu desain yang memaksimalkan penggunaan ventilasi alami, pencahayaan alami, dan orientasi bangunan yang tepat untuk mengurangi kebutuhan energi. Dengan orientasi yang tepat, bangunan dapat memaksimalkan sinar matahari di musim dingin dan meminimalkan paparan matahari di musim panas, sehingga mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin atau pemanas buatan (Nurhadi, 2020). Penelitian oleh Global Alliance for Buildings and Construction (2021) menunjukkan bahwa desain pasif dapat mengurangi konsumsi energi bangunan hingga 30%, yang berarti penghematan signifikan dalam jangka panjang serta kontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca.

Selain itu, penggunaan energi terbarukan seperti panel surya di kawasan permukiman berkelanjutan semakin meningkat. Energi surya tidak hanya membantu mengurangi jejak karbon, tetapi juga memberikan akses energi yang lebih mandiri dan terjangkau bagi penghuni permukiman (Simarmata, 2021). Data dari International Renewable Energy Agency (IRENA) menunjukkan bahwa penggunaan panel surya di kawasan permukiman mampu mengurangi

emisi karbon hingga 50%, terutama jika dikombinasikan dengan teknologi smart grid yang mengoptimalkan distribusi energi sesuai kebutuhan.

Sistem transportasi berkelanjutan juga menjadi komponen penting dalam desain permukiman berkelanjutan. Desain yang mendukung penggunaan transportasi umum, sepeda, dan pejalan kaki dapat mengurangi emisi dari transportasi pribadi, yang merupakan salah satu penyumbang terbesar polusi udara dan emisi gas rumah kaca di perkotaan (Santoso, 2019). Menurut laporan dari United Nations Environment Programme (2020), kota-kota yang mengadopsi sistem transportasi berkelanjutan di kawasan permukiman mengalami penurunan emisi karbon hingga 35% dan peningkatan kualitas udara.

Untuk mendukung ketahanan terhadap perubahan iklim, desain permukiman juga harus mengintegrasikan ruang terbuka hijau dan vegetasi. Penanaman pohon dan pembangunan taman kota dapat mengurangi efek urban heat island, yaitu kondisi di mana suhu di kawasan perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan sekitarnya akibat kurangnya vegetasi dan tingginya aktivitas manusia (Prasetyo, 2020). Penelitian oleh The Nature Conservancy (2021) menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki lebih dari 30% ruang terbuka hijau mengalami penurunan suhu rata-rata hingga 2°C, yang signifikan dalam menghadapi gelombang panas akibat perubahan iklim.

Secara keseluruhan, desain permukiman berkelanjutan memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim dengan mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi energi, serta menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat bagi penghuni. Dalam konteks perubahan iklim yang semakin tidak menentu, penerapan strategi desain yang berkelanjutan menjadi langkah penting dalam menciptakan permukiman yang tangguh dan adaptif.

B. Pengelolaan Air dalam Desain Permukiman Adaptif

Pengelolaan air merupakan komponen kunci dalam desain permukiman adaptif terhadap perubahan iklim. Di banyak daerah perkotaan, banjir menjadi salah satu ancaman terbesar akibat perubahan pola curah hujan yang ekstrem (Wibowo, 2019). Desain permukiman yang tangguh terhadap perubahan iklim harus mengintegrasikan sistem pengelolaan air yang mampu menampung, menyimpan, dan mendistribusikan air secara efisien untuk mengurangi risiko banjir. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah pembangunan infrastruktur hijau seperti taman resapan air, kolam retensi, dan bioswale yang dirancang untuk mengelola limpasan air hujan secara alami (Prasetyo, 2020).

Pengelolaan air yang efektif juga dapat diterapkan melalui desain permukiman yang memanfaatkan rainwater harvesting atau pengumpulan air hujan untuk digunakan dalam keperluan domestik seperti irigasi tanaman, toilet, dan pembersihan (Simarmata, 2020). Dengan cara ini, ketergantungan pada sumber air utama dapat dikurangi, dan sekaligus membantu mengurangi risiko banjir dengan menampung air hujan sebelum mencapai permukaan tanah. Implementasi teknologi ini semakin penting di kawasan perkotaan yang padat penduduk dan memiliki keterbatasan dalam sistem drainase.

Teknologi cerdas juga dapat diterapkan dalam pengelolaan air di kawasan permukiman modern. Penggunaan sensor dan sistem monitoring berbasis IoT (Internet of Things) memungkinkan pemantauan aliran air secara real-time, sehingga dapat dilakukan intervensi dini jika terjadi peningkatan risiko banjir (Rachman, 2020). Sistem ini juga dapat mengoptimalkan penggunaan air dengan mendeteksi kebocoran dan mengatur distribusi air sesuai kebutuhan.

Peran desain lanskap dalam pengelolaan air tidak bisa diabaikan. Desain permukiman yang memperhatikan tata ruang hijau seperti taman dan area hijau vertikal dapat membantu mengurangi limpasan air permukaan, yang sering menjadi penyebab utama banjir di wilayah perkotaan (Santoso, 2019). Selain itu, keberadaan ruang hijau juga membantu meningkatkan penyerapan air tanah dan menjaga ekosistem lokal, yang penting dalam mengelola siklus air di kawasan tersebut.

Selain dari sisi teknis, edukasi dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan air juga harus menjadi bagian dari desain permukiman yang tangguh terhadap perubahan iklim. Masyarakat perlu didorong untuk terlibat aktif dalam menjaga kebersihan saluran air, menggunakan air dengan bijak, dan mendukung upaya pengelolaan air yang ramah lingkungan (Fauzi, 2020).

Pengelolaan air merupakan komponen kunci dalam desain permukiman adaptif, terutama di tengah meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir akibat perubahan iklim. Desain permukiman yang baik harus mampu mengelola air secara efisien, baik untuk mengurangi risiko banjir maupun untuk mempertahankan ketersediaan air bersih di daerah perkotaan. Di banyak kota besar, masalah pengelolaan air menjadi semakin mendesak akibat urbanisasi yang cepat, yang sering kali mengorbankan ruang hijau dan lahan resapan air (Simarmata, 2021). Penggunaan infrastruktur hijau, seperti taman resapan, kolam retensi, dan bioswale, adalah beberapa pendekatan yang diadopsi untuk mengatasi masalah ini.

Kolam retensi adalah salah satu elemen utama dalam pengelolaan air yang digunakan untuk menampung air hujan dan mengendalikan limpasan air selama periode curah hujan tinggi. Kolam ini bekerja dengan cara menyimpan air secara sementara sebelum dialirkan perlahan ke saluran pembuangan atau diserap ke dalam tanah, sehingga membantu mencegah banjir (Rachman, 2020). Di Jakarta, misalnya, kolam retensi telah digunakan sebagai bagian dari proyek revitalisasi daerah rawan banjir, yang terbukti efektif dalam mengurangi genangan air selama musim hujan (Fauzi, 2020). Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DKI Jakarta menunjukkan bahwa penggunaan kolam retensi mampu mengurangi luas wilayah yang terdampak banjir hingga 20% dalam beberapa tahun terakhir.

Pendekatan lainnya adalah melalui bioswale, yaitu saluran hijau yang dirancang untuk menyaring dan menyalurkan air hujan ke sistem drainase atau daerah resapan. Bioswale tidak hanya berfungsi untuk mencegah banjir, tetapi juga untuk menyaring polutan dari air hujan sebelum mencapai saluran air utama, sehingga meningkatkan kualitas air (Santoso, 2019). Di Singapura, penggunaan bioswale telah diterapkan dalam proyek perumahan hijau, yang membantu mengurangi aliran air permukaan sekaligus memperbaiki kualitas lingkungan sekitar (Simarmata, 2020). Dalam konteks Indonesia, bioswale mulai diterapkan di beberapa

kawasan permukiman baru yang ramah lingkungan, seperti di kawasan BSD City dan Cikarang.

Pengelolaan air juga dapat dilakukan dengan teknologi rainwater harvesting, yaitu pengumpulan dan pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan domestik, seperti penyiraman tanaman, mencuci, atau bahkan untuk keperluan air minum setelah melalui proses penyaringan (Nurhadi, 2020). Teknologi ini menjadi semakin penting di daerah perkotaan yang mengalami kekurangan air bersih akibat peningkatan populasi dan perubahan iklim. Data dari World Resources Institute (2021) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi rainwater harvesting di kawasan permukiman dapat menghemat penggunaan air hingga 50%, sekaligus mengurangi tekanan pada sumber daya air konvensional.

Selain teknologi pengumpulan air hujan, desain permukiman adaptif juga harus mempertimbangkan tata ruang yang mendukung infiltrasi air secara alami. Penambahan taman resapan atau permeable pavements (perkerasan berpori) di sekitar permukiman dapat meningkatkan penyerapan air hujan ke dalam tanah, mengurangi limpasan air yang biasanya langsung mengalir ke sistem drainase (Fauzi, 2020). Di Tokyo, Jepang, permeable pavements telah diterapkan secara luas untuk mengurangi limpasan air hujan dan mencegah banjir di daerah perkotaan padat. Teknologi ini tidak hanya membantu pengelolaan air, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kualitas air tanah, yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perkotaan (Rachman, 2020).

Desain lanskap yang memanfaatkan vegetasi alami juga memiliki peran penting dalam pengelolaan air. Penanaman pohon dan pembangunan taman kota dapat membantu menyerap air hujan, memperlambat aliran air permukaan, dan mengurangi risiko erosi tanah (Simarmata, 2021). Penelitian oleh The Nature Conservancy (2021) menunjukkan bahwa kota-kota dengan lebih dari 30% ruang hijau terbuka mampu mengurangi risiko banjir hingga 35%, sekaligus meningkatkan kualitas udara dan lingkungan hidup secara keseluruhan.

Pengelolaan air yang adaptif juga membutuhkan pemantauan berbasis teknologi, seperti penggunaan sensor dan Internet of Things (IoT) untuk memantau curah hujan, aliran air, dan risiko banjir secara real-time. Teknologi ini memungkinkan pengambil keputusan untuk segera mengambil tindakan pencegahan jika terjadi peningkatan risiko banjir (Prasetyo, 2020). Di beberapa kota besar seperti New York dan Rotterdam, sistem monitoring air berbasis IoT telah diintegrasikan dengan sistem peringatan dini banjir, yang terbukti efektif dalam mengurangi kerugian akibat bencana alam.

Selain dari sisi teknis, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan air juga merupakan aspek penting. Edukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga saluran air bersih, mengurangi penggunaan air, dan mendukung inisiatif rainwater harvesting dapat membantu menciptakan kesadaran kolektif tentang pengelolaan air yang berkelanjutan (Santoso, 2019). Dalam beberapa studi kasus, keterlibatan masyarakat secara aktif dalam program pengelolaan air di kawasan permukiman terbukti meningkatkan efektivitas program tersebut (Fauzi, 2020).

Secara keseluruhan, pengelolaan air dalam desain permukiman adaptif memerlukan pendekatan yang holistik, mulai dari teknologi pengumpulan dan penyimpanan air,

infrastruktur hijau, hingga partisipasi masyarakat. Dengan integrasi yang tepat, pengelolaan air dapat menjadi kunci dalam meningkatkan ketahanan permukiman terhadap dampak perubahan iklim, seperti banjir dan kekurangan air bersih.

C. Efisiensi Energi dalam Desain Permukiman Berkelanjutan

Efisiensi energi merupakan salah satu pilar penting dalam desain permukiman yang adaptif terhadap perubahan iklim. Desain permukiman yang mampu mengurangi konsumsi energi tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca, tetapi juga membantu mengurangi biaya operasional bagi penghuninya (Wibowo, 2019). Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah desain pasif, di mana bangunan dirancang sedemikian rupa untuk memanfaatkan pencahayaan dan ventilasi alami guna mengurangi kebutuhan pendingin dan penerangan buatan (Simarmata, 2020).

Penggunaan teknologi energi terbarukan, seperti panel surya, juga semakin lazim di kawasan permukiman modern. Energi surya tidak hanya memberikan sumber daya yang terbarukan, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang merupakan penyebab utama emisi gas rumah kaca (Prasetyo, 2020). Selain itu, penggunaan energi surya di tingkat rumah tangga memungkinkan penghuni untuk mengurangi biaya listrik dan menciptakan permukiman yang lebih mandiri dalam hal pasokan energi.

Selain energi surya, teknologi smart grid dapat diterapkan di kawasan permukiman untuk mengoptimalkan distribusi energi. Sistem ini memungkinkan interaksi dua arah antara konsumen dan penyedia energi, sehingga penggunaan energi dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual dan mengurangi pemborosan (Santoso, 2019). Di beberapa negara maju, smart grid telah diimplementasikan dalam skala besar, dan hasilnya menunjukkan pengurangan konsumsi energi hingga 30%.

Efisiensi energi juga dapat dicapai melalui penggunaan material bangunan yang memiliki sifat isolasi termal yang baik. Material seperti batu bata tanah liat, kayu, dan bambu mampu mengurangi perpindahan panas dan menjaga suhu dalam ruangan tetap stabil, yang pada akhirnya mengurangi kebutuhan pendingin atau pemanas buatan (Rachman, 2020). Desain yang mempertimbangkan efisiensi energi pada tahap perencanaan bangunan dapat memberikan manfaat jangka panjang baik bagi penghuni maupun lingkungan.

Efisiensi energi merupakan salah satu pilar utama dalam desain permukiman berkelanjutan, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan peningkatan kebutuhan energi global. Desain permukiman yang efisien energi bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi tanpa mengorbankan kenyamanan penghuni, sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil untuk kebutuhan listrik dan pemanas (Prasetyo, 2020). Efisiensi energi ini dicapai melalui penggunaan teknologi canggih, desain arsitektur yang optimal, dan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan.

Salah satu strategi yang banyak diterapkan dalam desain permukiman berkelanjutan adalah desain pasif, yaitu pendekatan arsitektur yang memaksimalkan penggunaan sumber daya alami seperti pencahayaan dan ventilasi alami untuk mengurangi kebutuhan energi buatan. Bangunan

dengan desain pasif dirancang untuk meminimalkan penggunaan pendingin ruangan di iklim panas dan pemanas ruangan di iklim dingin (Santoso, 2019). Sebagai contoh, penempatan jendela yang tepat untuk memaksimalkan ventilasi silang dan pencahayaan alami dapat mengurangi penggunaan lampu listrik dan sistem pendingin udara. Menurut penelitian Global Alliance for Buildings and Construction (2021), bangunan dengan desain pasif dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan dengan bangunan konvensional yang menggunakan sistem pendingin dan pemanas buatan sepanjang hari.

Penggunaan material bangunan yang efisien energi juga memainkan peran penting dalam desain permukiman berkelanjutan. Material seperti batu bata tanah liat, bambu, dan kayu lokal yang memiliki sifat isolasi termal yang baik dapat membantu menjaga suhu ruangan tetap stabil sepanjang tahun, mengurangi kebutuhan pendinginan dan pemanasan buatan (Simarmata, 2020). Batu bata tanah liat, misalnya, memiliki kapasitas termal yang tinggi, sehingga mampu menyerap panas pada siang hari dan melepaskannya pada malam hari, menjaga suhu ruangan tetap sejuk tanpa perlu menggunakan sistem pendingin udara. Studi oleh Rachman (2020) menunjukkan bahwa penggunaan material dengan kapasitas termal tinggi dapat mengurangi kebutuhan energi pendinginan hingga 25% di wilayah tropis.

Selain material bangunan, sistem isolasi yang baik juga berkontribusi pada efisiensi energi. Isolasi termal pada atap, dinding, dan lantai bangunan dapat mengurangi kehilangan panas di musim dingin dan menjaga kesejukan di musim panas (Fauzi, 2020). Di negara-negara maju seperti Jerman dan Belanda, penggunaan sistem isolasi canggih telah menjadi standar dalam pembangunan perumahan, yang terbukti mampu mengurangi konsumsi energi untuk pemanasan hingga 40%. Di Indonesia, beberapa proyek perumahan ramah lingkungan telah mengadopsi sistem isolasi pada atap dan dinding untuk meningkatkan efisiensi energi, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk.

Penggunaan energi terbarukan, seperti panel surya, juga menjadi komponen utama dalam efisiensi energi permukiman berkelanjutan. Panel surya memanfaatkan energi matahari yang melimpah, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia, untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan. Data dari International Renewable Energy Agency (IRENA) menunjukkan bahwa instalasi panel surya di perumahan dapat mengurangi emisi karbon hingga 50%, serta memberikan penghematan biaya energi yang signifikan bagi penghuninya (IRENA, 2021). Beberapa kawasan perumahan baru di Indonesia, seperti BSD City dan Bali Eco Village, telah mulai mengintegrasikan panel surya sebagai sumber energi utama untuk mendukung efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional.



Sumber: (Simarmata, 2020)

Selain panel surya, sistem smart grid juga menjadi bagian penting dari efisiensi energi di kawasan permukiman berkelanjutan. Smart grid memungkinkan distribusi energi yang lebih efisien dengan cara memonitor penggunaan energi di setiap rumah dan menyesuaikan pasokan energi sesuai kebutuhan aktual (Simarmata, 2020). Dengan teknologi ini, penghuni dapat mengatur penggunaan listrik mereka dengan lebih baik, menghindari pemborosan energi, dan mengurangi tagihan listrik. Studi oleh World Resources Institute (2021) menunjukkan bahwa implementasi sistem smart grid di perumahan dapat mengurangi konsumsi energi hingga 20% melalui pengelolaan yang lebih efisien dan penggunaan energi terbarukan.

Selain teknologi, pengelolaan ruang hijau di sekitar permukiman juga berperan dalam meningkatkan efisiensi energi. Ruang hijau seperti taman, pohon, dan atap hijau membantu menurunkan suhu lingkungan, mengurangi efek urban heat island, dan memberikan keteduhan alami bagi bangunan, sehingga mengurangi kebutuhan akan pendingin udara (Prasetyo, 2020). Penelitian oleh The Nature Conservancy (2021) menemukan bahwa kawasan perkotaan dengan lebih dari 30% ruang hijau mengalami penurunan suhu rata-rata hingga 2°C, yang berkontribusi signifikan terhadap pengurangan konsumsi energi untuk pendinginan.

Desain permukiman berkelanjutan yang berfokus pada efisiensi energi juga mencakup sistem pencahayaan dan peralatan rumah tangga yang hemat energi, seperti penggunaan lampu LED dan peralatan dengan label hemat energi (Fauzi, 2020). Peralatan hemat energi ini dirancang untuk menggunakan daya listrik lebih sedikit dibandingkan dengan peralatan konvensional. Sebagai contoh, lampu LED menggunakan energi 75% lebih sedikit dibandingkan dengan lampu pijar tradisional, dan memiliki umur penggunaan yang lebih lama (Rachman, 2020).

Secara keseluruhan, efisiensi energi dalam desain permukiman berkelanjutan dapat dicapai melalui kombinasi teknologi canggih, desain arsitektur yang tepat, dan penggunaan material yang ramah lingkungan. Dengan mengintegrasikan berbagai strategi ini, permukiman dapat mengurangi konsumsi energi secara signifikan, meningkatkan kualitas hidup penghuninya, serta berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim global.

D. Peran Partisipasi Masyarakat dalam Desain Permukiman Adaptif

Partisipasi masyarakat dalam perencanaan dan implementasi desain permukiman merupakan elemen penting dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim. Desain permukiman yang tangguh tidak hanya mengandalkan aspek teknis, tetapi juga memerlukan dukungan dan partisipasi aktif dari masyarakat (Simarmata, 2021). Keterlibatan masyarakat dalam perencanaan permukiman dapat memastikan bahwa desain yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan lokal dan memperhitungkan potensi risiko iklim yang spesifik di wilayah tersebut (Fauzi, 2020).

Salah satu bentuk partisipasi masyarakat yang efektif adalah melalui program community-based adaptation (CBA), di mana masyarakat lokal dilibatkan secara langsung dalam merencanakan dan mengimplementasikan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim. CBA tidak hanya meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya ketahanan iklim, tetapi juga memberikan solusi yang lebih sesuai dengan konteks lokal (Prasetyo, 2020).

Peningkatan kesadaran masyarakat tentang penggunaan air, efisiensi energi, dan pengelolaan ruang hijau juga sangat penting dalam mendukung ketahanan permukiman. Program edukasi dan pelatihan dapat dilakukan untuk memperkuat pemahaman masyarakat tentang bagaimana mereka dapat berperan dalam menjaga lingkungan dan mendukung desain permukiman yang berkelanjutan.

Kesimpulan

Desain permukiman memiliki peran krusial dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim. Melalui pendekatan yang berkelanjutan, desain permukiman dapat mengurangi dampak negatif perubahan iklim, seperti banjir, gelombang panas, dan polusi udara, dengan mengintegrasikan penggunaan material ramah lingkungan, teknologi energi terbarukan, dan infrastruktur hijau. Salah satu langkah penting adalah pengelolaan air yang efektif melalui pembangunan infrastruktur hijau seperti kolam retensi dan bioswale, serta implementasi rainwater harvesting yang membantu mengurangi risiko banjir dan menjaga ketersediaan air.

Efisiensi energi juga menjadi elemen kunci dalam desain permukiman adaptif terhadap perubahan iklim. Dengan memanfaatkan desain pasif, teknologi panel surya, dan material bangunan yang memiliki isolasi termal baik, permukiman dapat mengurangi konsumsi energi secara signifikan, sekaligus mendukung pengurangan emisi gas rumah kaca. Di samping itu, integrasi ruang terbuka hijau dan taman kota berperan dalam mengatasi efek urban heat island, sehingga menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih sejuk dan nyaman.

Pentingnya partisipasi masyarakat dalam perencanaan dan implementasi desain permukiman adaptif juga tidak bisa diabaikan. Masyarakat yang terlibat aktif dalam proses perencanaan cenderung lebih siap menghadapi risiko iklim dan lebih memahami cara beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang terus berubah. Dengan dukungan teknologi, partisipasi masyarakat, dan pendekatan desain yang holistik, permukiman dapat berperan sebagai salah satu solusi utama dalam membangun ketahanan terhadap perubahan iklim di masa mendatang.

Referensi

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Fauzi, A. (2020). Desain permukiman berkelanjutan di tengah tantangan perubahan iklim. *Jurnal Arsitektur dan Perkotaan*, 9(2), 112-129.
- Global Alliance for Buildings and Construction. (2021). The Global Status Report for Buildings and Construction 2021. *UNEP*.
- International Renewable Energy Agency. (2021). Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021. *IRENA*.

- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. Sage Publications.
- Moleong, L. J. (2018). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. PT Remaja Rosdakarya.
- Nurhadi, T. (2020). Adaptasi perubahan iklim dalam perancangan permukiman urban. *Jurnal Perencanaan dan Tata Ruang*, 8(3), 201-220.
- Prasetyo, D. (2020). Mitigasi dan adaptasi perubahan iklim melalui desain arsitektur. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 7(4), 145-165.
- Rachman, A. (2020). Tantangan dan peluang dalam perancangan permukiman tangguh iklim. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(3), 88-105.
- Santoso, B. (2019). Pengaruh perubahan iklim terhadap desain permukiman perkotaan. *Jurnal Desain dan Arsitektur Berkelanjutan*, 11(2), 78-95.
- Simarmata, S. (2020). Solusi berbasis alam dalam desain permukiman adaptif iklim. *Jurnal Arsitektur Berkelanjutan*, 10(4), 114-132.
- Simarmata, S. (2021). Arsitektur berkelanjutan dalam menghadapi perubahan iklim global. *Jurnal Tata Ruang dan Lingkungan*, 12(1), 67-89.
- The Nature Conservancy. (2021). *Urban Green Infrastructure: Enhancing Climate Resilience and Sustainability in Cities*. TNC.
- Wibowo, A. (2019). Adaptasi perubahan iklim di kawasan perkotaan: Perspektif arsitektur dan tata ruang. *Jurnal Perkotaan dan Lingkungan*, 14(1), 55-73.
- World Resources Institute. (2021). *Water Scarcity and Urban Planning: Strategies for Resilient Cities*. WRI.
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications.