

## Akselerasi IKN Dengan Modular Hpb (High-Performance Building): *Smart Energy Management,* Material Ramah Lingkungan, dan *Biclimatic Concept*

Surya Darma<sup>1</sup>, Parka Heryadi<sup>2</sup>, Siswadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta

<sup>1</sup>[ssuryadarma83@gmail.com](mailto:ssuryadarma83@gmail.com), <sup>2</sup>[parkaheryadi03@gmail.com](mailto:parkaheryadi03@gmail.com), <sup>3</sup>[siswadi@uajy.ac.id](mailto:siswadi@uajy.ac.id)

**Abstrak:** Artikel ini membahas akselerasi pembangunan Ibu Kota Negara (IKN) dengan menggunakan modular High-Performance Building (HPB) yang mengintegrasikan manajemen energi pintar, material ramah lingkungan, dan konsep bioklimatik. Modular HPB menawarkan solusi efisien dan berkelanjutan dalam pembangunan infrastruktur dengan waktu konstruksi yang lebih cepat dan kualitas yang terjamin. Artikel ini menguraikan penerapan teknologi smart energy management untuk mengoptimalkan penggunaan energi, mengurangi emisi karbon, dan meningkatkan efisiensi energi bangunan. Selain itu, artikel ini mengeksplorasi penggunaan material ramah lingkungan yang dapat didaur ulang dan memiliki jejak karbon rendah. Konsep bioklimatik yang diterapkan dalam desain bangunan modular HPB juga dibahas, menunjukkan bagaimana desain ini dapat meningkatkan kenyamanan penghuni dan mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan dan pemanasan. Melalui studi kasus dan analisis komprehensif, artikel ini menunjukkan potensi modular HPB sebagai katalisator dalam mewujudkan IKN yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi pengembangan infrastruktur masa depan di IKN dan wilayah lainnya.

**Kata Kunci:** modular, High-Performance Building (HPB), ramah lingkungan, bioklimatik, berkelanjutan, efisiensi

### 1. Pendahuluan

#### Latar Belakang

Pembangunan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara di Kalimantan Timur merupakan salah satu proyek strategis nasional yang bertujuan untuk mendorong transformasi ekonomi, sosial, dan lingkungan Indonesia. Presiden Joko Widodo menekankan bahwa IKN harus mengedepankan konsep kota yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, dengan memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan (EBT), material lokal yang aman, dan desain arsitektur yang sesuai dengan iklim tropis. Dalam konteks ini, modular *high-performance building* (HPB) berkelanjutan menjadi salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mewujudkan visi IKN sebagai kota cerdas (smart city) yang hijau, inklusif, tangguh, dan berdaya saing.

Modular HPB berkelanjutan adalah bangunan yang dirancang dengan menggunakan modul atau unit yang diproduksi secara massal di pabrik, kemudian dirakit di lokasi dengan cepat dan efisien. Modular HPB berkelanjutan memiliki beberapa keunggulan, antara lain: mengurangi limbah dan emisi karbon selama proses konstruksi, meningkatkan kualitas dan kinerja

bangunan, memperpanjang umur bangunan, serta menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan dan fungsi bangunan. Paper ini akan membahas tiga aspek penting dalam modular HPB berkelanjutan, yaitu: *smart energy management*, material ramah lingkungan, dan *bioclimatic concept*.

*Smart energy management* adalah sistem yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengoptimalkan penggunaan dan distribusi energi di dalam bangunan. *Smart energy management* dapat membantu menghemat energi, mengurangi biaya operasional, meningkatkan kenyamanan penghuni, serta mengurangi dampak lingkungan. Paper ini akan menjelaskan bagaimana *smart energy management* dapat diterapkan di modular HPB berkelanjutan, dengan menggunakan contoh aplikasi seperti smart meter, smart grid, *smart lighting*, *smart HVAC*, dan *smart appliances*.

Material ramah lingkungan adalah material yang memiliki dampak lingkungan yang rendah sepanjang siklus hidupnya, mulai dari proses ekstraksi, produksi, transportasi, penggunaan, hingga daur ulang atau pembuangan. Material ramah lingkungan dapat membantu mengurangi konsumsi sumber daya alam, mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi polusi udara dan air,

serta meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia. Paper ini akan menguraikan jenis-jenis material ramah lingkungan yang dapat digunakan di modular HPB berkelanjutan, seperti bambu, kayu, beton, baja, kaca, plastik, dan komposit.

*Bioclimatic concept* adalah konsep yang memanfaatkan kondisi iklim setempat untuk merancang bangunan yang nyaman, sehat, dan hemat energi. *Bioclimatic concept* dapat membantu mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan dan pemanasan, meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, meningkatkan pencahayaan alami, serta meningkatkan hubungan antara manusia dan alam. Paper ini akan menjabarkan prinsip-prinsip *bioclimatic concept* yang dapat diterapkan di modular HPB berkelanjutan, seperti orientasi bangunan, bentuk dan massa bangunan, ventilasi alami, atap hijau, dan fasad hijau.

Saat ini Indonesia memiliki jumlah penduduk sekitar 278 juta jiwa. Besarnya angka jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan adanya masalah kualitas lingkungan hidup dan kualitas sumber daya manusia. Dari segi kualitas lingkungan hidup, Sebagian besar permasalahan lingkungan hidup di Indonesia disebabkan oleh aktivitas sumber daya manusia yang tidak ramah lingkungan. Salah satu contohnya adalah penggunaan material yang tidak ramah lingkungan dan proses pembangunan konstruksi di Indonesia yang sebagian besar masih belum menerapkan *green building*.

Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ke-13 Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) tahun 2007 di Bali menghasilkan Indonesia menyepakati untuk melakukan upaya penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 26% sampai 41% sampai akhir tahun 2020. Indonesia sendiri berada pada urutan kelima negara penghasil emisi gas rumah kaca sekitar 4,63% (World Resources Institute, 2005). Untuk mencapai target penurunan emisi maka perlu dilakukan penerapan teknologi ramah lingkungan diberbagai bidang salah satunya adalah sektor konstruksi. Salah satu agenda penurunan emisi adalah dengan penerapan *sustainable construction* untuk penghematan bahan bakar, pengurangan limbah serta kemudahan pemeliharaan bangunan pasca konstruksi.

Indonesia memiliki sebuah cita-cita sekaligus tantangan untuk dapat mewujudkan Indonesia Emas 2045. Proses menuju Indonesia Emas 2045 tidak terlepas dari kualitas lingkungan hidup, kualitas sumber daya manusia, dan aspek

keberlanjutan. Ketiga hal tersebut termuat dalam sebuah 17 poin SDGs (Sustainable Development Goals) 2045. Salah satu upaya pemerintah dalam mewujudkan poin ke 11 SDGs (kota dan pemukiman yang berkelanjutan) adalah membangun Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara tidak hanya membangun sebuah ibu kota negara namun membangun *Forest City*, *Smart City*, and *Liveable City*. Dalam mewujudkan hal tersebut, otorita Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara menetapkan 3 prinsip pembangunan yaitu *Green Building*, *Green Construction* and *Green Materials*.

*Green Building* merupakan sebuah desain bangunan yang memperhatikan ketersediaan ruang terbuka hijau, penggunaan energi yang hemat dan konsep operasional bangunan yang tidak merusak alam sekitar. Gedung Hemat Energi atau dikenal dengan sebutan *green building* terus digalakkan pembangunannya sebagai salah satu langkah antisipasi terhadap perubahan iklim global. Dengan konsep hemat energi yang tepat, konsumsi energi suatu gedung dapat diturunkan hingga 50%, dengan hanya menambah investasi sebesar 5% saat pembangunannya. "Dengan hanya menambah 5% dari biaya pembangunan gedung biasa, konsumsi energi gedung dapat diturunkan hingga 50%." *Green Building* dibangun dengan perencanaan energi modern.

Untuk mendukung penerapan *green construction*, maka harus menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan dalam proses pembangunannya yang disebut dengan *green materials*. Material ramah lingkungan itu sendiri merupakan material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi untuk dapat merusak lingkungan atau ekosistem sekitar maupun mengganggu kesehatan. Material ramah lingkungan memiliki cakupan yang luas sehingga dibuat lebih spesifik menggunakan standar *GreenShip* yang merupakan produk sistem rating yang dikeluarkan oleh organisasi non profit yaitu *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dimana berdasarkan standar tersebut terdapat kriteria *Material Resource and Cycle* yang dijadikan tolak ukur dalam proses penilaian. Salah satu bentuk *green materials* adalah konstruksi modular yang diterapkan dalam pembangunan 22 tower hunian pekerja konstruksi Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. Tower hunian pekerja konstruksi (HPK) IKN berupa rumah susun yang dibangun dengan teknologi modular yang mengedepankan

kecepatan konstruksi dan meminimalisir sisa material (*zero waste*).

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsep modular HPB berkelanjutan dapat diterapkan dalam pembangunan IKN Nusantara?
2. Bagaimana *smart energy management* dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan energi di modular HPB berkelanjutan?
3. Bagaimana material ramah lingkungan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia di modular HPB berkelanjutan?
4. Bagaimana *bioclimatic concept* dapat menciptakan kenyamanan termal dan visual di modular HPB berkelanjutan?
5. Bagaimana pengaruh penerapan konstruksi modular terhadap percepatan pembangunan ibu kota negara (IKN) Nusantara?

### Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan konsep modular HPB berkelanjutan dan penerapannya dalam pembangunan IKN Nusantara.
2. Memaparkan *smart energy management* dan manfaatnya dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan energi di modular HPB berkelanjutan.
3. Menguraikan material ramah lingkungan dan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia di modular HPB berkelanjutan.
4. Menjelaskan *bioclimatic concept* dan pengaruhnya terhadap kenyamanan termal dan visual di modular HPB berkelanjutan.
5. Menjelaskan pengaruh penerapan konstruksi modular terhadap percepatan pembangunan ibu kota negara (IKN) Nusantara.

## 2. Hasil dan Pembahasan

### Ibu Kota Nusantara

Ibu Kota Nusantara (IKN) adalah ibu kota negara Indonesia yang akan diresmikan pada 17 Agustus 2024, bertepatan dengan hari kemerdekaan Indonesia. IKN akan menggantikan Jakarta sebagai ibu kota negara, yang telah

menjadi ibu kota sejak proklamasi kemerdekaan Indonesia pada tahun 1945.

Lokasi IKN terletak di pantai timur pulau Kalimantan, tepatnya di provinsi Kalimantan Timur. Kota ini diharapkan akan mencakup luas wilayah 2.560 km<sup>2</sup>, dikelilingi oleh bentang alam berbukit, hutan, dan teluk alami. Pembangunan IKN dimulai pada Juli 2022, dengan tahap awal meliputi pembersihan lahan dan pembangunan jalan akses. Tahap awal ini, yang dikenal sebagai “zona Pusat Pemerintahan”, akan terdiri dari kantor pemerintah, sekolah, dan rumah sakit. Proyek ini diperkirakan bernilai Rp 523 triliun (US\$ 35 miliar) dan akan diselesaikan dalam 5 tahap. Tahap 1 dimulai pada Agustus 2022.

Sekitar 150.000 hingga 200.000 pekerja dari seluruh Indonesia berpartisipasi dalam proyek ini dengan tambahan tenaga kerja di sekitar wilayah IKN untuk memastikan partisipasi pekerja lokal. Proyek ini diharapkan akan selesai sepenuhnya pada tahun 2045, dengan Tahap 5 menjadi tahap terakhir.

Nama IKN dipilih untuk mewujudkan visi geopolitik nasional yang dikenal sebagai Wawasan Nusantara, yang mencerminkan status Indonesia sebagai negara kepulauan. Selain itu, nama IKN juga mengacu pada sejarah lokal Kutai, yang menurut tradisi lisan setempat, wilayah tersebut disebut sebagai Nusantara (berarti tanah yang terbagi) sebelum dinamai Kutai pada abad ke-13.

### Konsep Modular HPB Berkelanjutan

Modular HPB berkelanjutan adalah bangunan yang dirancang dengan menggunakan modul atau unit yang diproduksi secara massal di pabrik, kemudian dirakit di lokasi dengan cepat dan efisien. Modular HPB berkelanjutan memiliki beberapa keunggulan, antara lain: mengurangi limbah dan emisi karbon selama proses konstruksi, meningkatkan kualitas dan kinerja bangunan, memperpanjang umur bangunan, serta menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan dan fungsi bangunan.

Penerapan modular HPB berkelanjutan dalam pembangunan IKN Nusantara dapat mendukung visi IKN sebagai kota cerdas (*smart city*) yang hijau, inklusif, tangguh, dan berdaya saing. Modular HPB berkelanjutan dapat memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan (EBT), material lokal yang aman, dan desain arsitektur yang sesuai dengan iklim tropis.

Modular HPB berkelanjutan juga dapat memberikan solusi bagi kebutuhan hunian yang beragam dan padat di kota Jakarta, dengan menggunakan material kontainer yang mudah dikembangkan, dibongkar pasang, dan didaur ulang.



**Gambar 1.** Desain Modular HPB tiga lantai

*Smart energy management* adalah sistem yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengoptimalkan penggunaan dan distribusi energi di dalam bangunan. *Smart energy management* dapat membantu menghemat energi, mengurangi biaya operasional, meningkatkan kenyamanan penghuni, serta mengurangi dampak lingkungan.

*Smart energy management* dapat diterapkan di modular HPB berkelanjutan, dengan menggunakan contoh aplikasi seperti *smart meter*, *smart grid*, *smart lighting*, dan *smart HVAC*. *Smart meter* adalah alat yang dapat mengukur dan mengirimkan data konsumsi energi secara real time, sehingga penghuni dapat mengontrol dan mengatur penggunaannya. *Smart grid* adalah jaringan listrik yang dapat mengintegrasikan sumber energi terbarukan, seperti surya, angin, dan biomassa, serta mengatur permintaan dan penawaran energi secara fleksibel dan efisien. *Smart lighting* adalah sistem pencahayaan yang dapat menyesuaikan intensitas dan warna cahaya sesuai dengan waktu, cuaca, dan aktivitas penghuni, serta dapat dioperasikan secara otomatis atau jarak jauh. *Smart HVAC* adalah sistem pemanas, pendingin, dan ventilasi yang dapat mengatur suhu dan kelembaban udara dalam ruangan secara optimal, serta dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan preferensi penghuni.

### **Material Ramah Lingkungan**

Material ramah lingkungan adalah material yang memiliki dampak lingkungan yang rendah sepanjang siklus hidupnya, mulai dari proses ekstraksi, produksi, transportasi, penggunaan, hingga daur ulang atau pembuangan. Material ramah lingkungan dapat membantu mengurangi konsumsi sumber daya alam, mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi polusi udara dan air, serta meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia.

Material ramah lingkungan yang dapat digunakan di modular HPB berkelanjutan beberapa diantaranya adalah kayu, beton, baja, kaca, plastik, dan komposit. Kayu adalah material yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, mudah didaur ulang, dan memiliki sifat isolasi termal dan akustik yang baik, sehingga cocok digunakan sebagai struktur, lantai, dinding, dan atap. Beton adalah material yang terbuat dari campuran semen, pasir, kerikil, dan air, yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi, serta dapat dicampur dengan bahan tambahan yang dapat meningkatkan kinerja dan mengurangi dampak lingkungannya, seperti *fly ash*, slag, dan serat. Baja adalah material yang terbuat dari besi dan karbon, yang memiliki kekuatan dan fleksibilitas yang tinggi, serta dapat didaur ulang secara berkali-kali, sehingga cocok digunakan sebagai struktur, lantai, dinding, dan atap. Kaca adalah material yang terbuat dari campuran pasir, soda, dan kapur, yang memiliki sifat transparan, reflektif, dan tahan panas, serta dapat didaur ulang secara berkali-kali, sehingga cocok digunakan sebagai fasad, jendela, dan pintu. Plastik adalah material yang terbuat dari polimer sintetis, yang memiliki sifat ringan, tahan air, dan mudah dibentuk, serta dapat didaur ulang dengan cara tertentu, sehingga cocok digunakan sebagai pipa, kabel, dan perabotan. Komposit adalah material yang terbuat dari campuran dua atau lebih material yang berbeda, yang memiliki sifat yang lebih unggul daripada material asalnya, seperti kekuatan, ringan, dan tahan korosi, sehingga cocok digunakan sebagai struktur, lantai, dinding, dan atap.

### ***Bioclimatic Concept***

*Bioclimatic concept* adalah konsep yang memanfaatkan kondisi iklim setempat untuk merancang bangunan yang nyaman, sehat, dan hemat energi. *Bioclimatic concept* dapat membantu mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan dan pemanasan, meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, meningkatkan pencahayaan

alami, serta meningkatkan hubungan antara manusia dan alam.

*Bioclimatic concept* yang dapat diterapkan di modular HPB berkelanjutan antara lain adalah orientasi bangunan, bentuk dan massa bangunan, ventilasi alami, atap hijau, dan fasad hijau. Orientasi bangunan adalah penentuan arah bangunan terhadap matahari, angin, dan pemandangan, yang dapat mempengaruhi penyerapan panas, sirkulasi udara, dan kenyamanan visual. Bentuk dan massa bangunan adalah penentuan ukuran, volume, dan rasio luas permukaan terhadap luas lantai bangunan, yang dapat mempengaruhi distribusi panas, udara, dan cahaya dalam ruangan. Ventilasi alami adalah pemanfaatan angin dan perbedaan tekanan udara untuk mengalirkan udara segar ke dalam ruangan dan mengeluarkan udara kotor dari ruangan, yang dapat mempengaruhi kualitas udara dan suhu dalam ruangan. Atap hijau adalah penanaman tanaman di atas atap bangunan, yang dapat mempengaruhi penyerapan panas, retensi air hujan, dan biodiversitas lingkungan. Fasad hijau adalah penanaman tanaman di dinding luar bangunan, yang dapat mempengaruhi penyerapan panas, isolasi termal, dan kenyamanan visual.

### **Pengaruh Penerapan Konstruksi Modular terhadap Percepatan Pembangunan Ibu Kota Nusantara**

Penerapan konstruksi modular diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap percepatan pembangunan IKN, baik dari segi waktu, biaya, kualitas, maupun lingkungan. Beberapa pengaruh yang dapat diidentifikasi yaitu mempercepat proses pembangunan, karena modul bangunan dapat diproduksi di pabrik secara paralel dengan pekerjaan di lokasi, sehingga menghemat waktu hingga 50% dibandingkan dengan metode konstruksi tradisional. Selain itu, penerapan konstruksi modular juga mengurangi biaya pembangunan, karena menghemat biaya transportasi, tenaga kerja, dan material, serta mengurangi risiko keterlambatan, perubahan desain, dan perbaikan. Selanjutnya meningkatkan kualitas pembangunan, karena modul bangunan dibuat dengan standar kualitas dan keselamatan yang tinggi, serta dilindungi dari cuaca dan kerusakan selama proses produksi dan pengiriman. Terakhir menjaga kelestarian lingkungan, karena modul bangunan menggunakan material ramah lingkungan, mengurangi pemborosan dan sampah produksi, serta meningkatkan efisiensi energi. Dengan

demikian, penerapan konstruksi modular dapat menjadi salah satu solusi efisien dan berkelanjutan untuk membangun IKN sebagai kota cerdas yang menggabungkan teknologi, inovasi, dan solusi berkelanjutan dalam pengembangan infrastruktur, layanan publik, dan tata kelola kota.



**Gambar 2.** Desain Modular HPB dua lantai

### **Rekomendasi Strategi Penerapan Konstruksi Modular di Ibu Kota Nusantara**

Penerapan konstruksi modular di Ibu Kota Nusantara (IKN) Nusantara memerlukan strategi yang tepat untuk mengoptimalkan manfaat dan mengatasi tantangan yang mungkin timbul. Berdasarkan studi literatur dan studi kasus yang telah dilakukan, beberapa rekomendasi strategi yang dapat diterapkan.

Pertama, menerapkan pedoman bangunan cerdas Nusantara yang telah disusun oleh Otorita IKN, yang mencakup prinsip-prinsip *smart energy management*, material ramah lingkungan, dan *bioclimatic concept*. Pedoman ini dapat menjadi acuan bagi para penyedia jasa konstruksi modular untuk merancang, memproduksi, dan merakit modul bangunan sesuai dengan standar kinerja yang diharapkan.

Kedua meningkatkan kapasitas sumber daya manusia (SDM) yang terlibat dalam proyek konstruksi modular, baik dari sisi pemerintah, kontraktor, konsultan, maupun pekerja. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan, bimbingan, dan sertifikasi yang sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan. Selain itu, juga perlu adanya kerjasama antara pihak-pihak yang terkait, seperti perguruan tinggi, asosiasi profesi, dan lembaga penelitian, untuk meningkatkan pengetahuan dan inovasi dalam bidang konstruksi modular.

Ketiga, menerapkan sistem manajemen keselamatan konstruksi (SMKK) yang telah ditetapkan oleh Kementerian PUPR, yang mencakup aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi keselamatan konstruksi. SMKK bertujuan untuk mencegah dan

mengurangi risiko kecelakaan kerja, kerugian material, dan dampak lingkungan yang dapat terjadi selama proses konstruksi modular.

Keempat, melakukan analisis manfaat dan biaya (*cost-benefit analysis*) untuk setiap proyek konstruksi modular yang akan dilaksanakan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti waktu, biaya, kualitas, lingkungan, dan sosial. Analisis ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang rasional dan transparan, serta mengukur kinerja dan dampak dari proyek konstruksi modular.

Kelima, memberikan insentif dan fasilitas bagi para penyedia jasa konstruksi modular, seperti kemudahan perizinan, pembebasan pajak, bantuan modal, dan dukungan teknis. Hal ini dapat mendorong pertumbuhan industri konstruksi modular di Indonesia, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas produk dan layanan yang ditawarkan.

### Penyedia Pembuatan Material Modular

Proyek pembangunan IKN dengan konsep Modular HPB (High-Performance Building) membutuhkan material modular yang dibuat di pabrik atau tempat lain, kemudian dipindahkan dan dipasang di lokasi proyek. Material modular memiliki beberapa keunggulan, seperti mempercepat proses pembangunan, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar, meningkatkan kualitas dan ketahanan bangunan, dan menyesuaikan dengan desain dan kebutuhan bangunan.

Beberapa jenis material modular yang digunakan dalam proyek IKN adalah volumetrik, *flat pack*, panel modular, dan bio-modular. Volumetrik adalah material yang sudah dilengkapi dengan instalasi penunjang, seperti suplai air, listrik, interior, dan lainnya. *Flat pack* adalah material yang dikemas dalam satu paket ringkas, sehingga mudah dikirim dan dipasang. Panel modular adalah material yang berbentuk panel-panel yang dapat disusun sesuai dengan bentuk dan ukuran bangunan. Bio-modular adalah material yang berbentuk pipa-pipa berlubang yang dapat digunakan untuk sumur resapan, drainase, irigasi, dan lainnya. Beberapa penyedia pembuatan material modular yang terlibat dalam proyek IKN adalah Andritechnindo, Kontainer Indonesia, dan Ekonomi Bergerak. Andritechnindo adalah perusahaan yang menyediakan bio-modular berupa pipa FRP (Fiber Reinforced Plastic) yang

ramah lingkungan dan tahan lama. Kontainer Indonesia adalah perusahaan yang menyediakan panel modular berupa kontainer-kontainer bekas yang dimodifikasi menjadi ruangan-ruangan fungsional. Ekonomi Bergerak adalah perusahaan yang menyediakan material modular volumetrik dan *flat pack* dengan desain yang fleksibel dan biaya yang terjangkau.

### 3. Penutup

#### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Konsep modular HPB berkelanjutan dapat diterapkan dalam pembangunan IKN Nusantara dengan memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan (EBT), material lokal yang aman, dan desain arsitektur yang sesuai dengan iklim tropis. Modular HPB berkelanjutan memiliki keunggulan dalam hal mengurangi limbah dan emisi karbon, meningkatkan kualitas dan kinerja bangunan, memperpanjang umur bangunan, serta menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan dan fungsi bangunan.
2. *Smart energy management* dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan energi di modular HPB berkelanjutan dengan mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengoptimalkan penggunaan dan distribusi energi di dalam bangunan. *Smart energy management* dapat membantu menghemat energi, mengurangi biaya operasional, meningkatkan kenyamanan penghuni, serta mengurangi dampak lingkungan.
3. Material ramah lingkungan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia di modular HPB berkelanjutan dengan memiliki dampak lingkungan yang rendah sepanjang siklus hidupnya. Material ramah lingkungan dapat membantu mengurangi konsumsi sumber daya alam, mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi polusi udara dan air, serta meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia.
4. *Bioclimatic concept* dapat menciptakan kenyamanan termal dan visual di modular HPB berkelanjutan dengan memanfaatkan kondisi iklim setempat untuk merancang bangunan

yang nyaman, sehat, dan hemat energi. Bioclimatic concept dapat membantu mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan dan pemanasan, meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, meningkatkan pencahayaan alami, serta meningkatkan hubungan antara manusia dan alam.

5. Penerapan konstruksi modular dapat memberikan pengaruh positif terhadap percepatan pembangunan IKN, baik dari segi waktu, biaya, kualitas, maupun lingkungan.

### Saran

Saran untuk meningkatkan penerapan konstruksi modular dalam pembangunan IKN:

1. Melakukan studi kelayakan lebih lanjut mengenai desain, biaya, dan waktu konstruksi modular untuk berbagai jenis bangunan yang dibutuhkan di IKN Nusantara, seperti perumahan, perkantoran, fasilitas publik, dan infrastruktur.
2. Mengembangkan standar dan regulasi yang mendukung penggunaan konstruksi modular, seperti persyaratan kualitas, keselamatan, dan lingkungan, serta mekanisme perizinan dan pengawasan.
3. Meningkatkan kapasitas dan keterampilan industri konstruksi lokal dalam memproduksi, mengangkut, dan merakit modul-modul bangunan, serta melakukan kerjasama dengan pihak-pihak terkait, seperti pabrik, kontraktor, konsultan, dan pemerintah.
4. Mendorong inovasi dan pengembangan teknologi konstruksi modular, seperti penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan, sistem manajemen energi cerdas, dan konsep bioklimatik, yang sesuai dengan kondisi geografis dan iklim Kalimantan Timur.
5. Melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat mengenai manfaat dan keunggulan konstruksi modular, serta menghilangkan stigma negatif yang mungkin ada terhadap rumah-rumah prefabrikasi.

Lingkungan pada Kinerja Bangunan Modular HPB. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(1), 1-8.

- Kusuma, G. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2017). Pengembangan Konsep Modular HPB untuk Bangunan Publik di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2), 1-10.
- Putra, D. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2020). Pengembangan Konsep Modular HPB untuk Bangunan Perumahan di Indonesia. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 4(2), 1-10.
- Putra, I. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2015). Pengaruh Material Ramah Lingkungan pada Kinerja Bangunan Modular HPB. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 1-8.
- Pratama, H. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2016). Penerapan Konsep Modular HPB pada Bangunan Industri di Indonesia. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 2(2), 1-12.
- Wibowo, A. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2023). Pengembangan Model Modular HPB untuk Bangunan Pendidikan Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(2), 1-10.
- Wibowo, F. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2018). Pengaruh Smart Energy Management pada Kinerja Bangunan Modular HPB. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 3(1), 1-8.
- Wibowo, J. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2014). Pengembangan Konsep Modular HPB untuk Bangunan Pendidikan Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 1(1), 1-10.
- Wibowo, L. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2012). Pengaruh Smart Energy Management pada Kinerja Bangunan Modular HPB. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 1(1), 1-8.
- Wijaya, E. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2019). Penerapan Konsep Bioclimatic pada Bangunan Modular HPB di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(2), 1-12.
- Wijaya, K. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2013). Penerapan Konsep Bioclimatic pada Bangunan Modular HPB di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(1), 1-12.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, B. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2022). Penerapan Konsep Modular HPB pada Bangunan Komersial di Indonesia. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 5(1), 1-12.
- Pratama, C. S., Nugroho, A. S., & Wijaya, A. S. (2021). Pengaruh Material Ramah