

PENERAPAN ARSITEKTUR BIOKLIMATIK PADA PERANCANGAN PUSAT PENGEMBANGAN PERUSAHAAN RINTISAN DIGITAL DI KOTA SOLO

Anisa Vira Syamdani, Ir. Agung Kumoro Wahyuwibowo, M.T., Anita Dianingrum, S.T., M.T.
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
Email: anisavirasy@student.uns.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital di Indonesia saat ini semakin mengalami kemajuan di berbagai bidang, salah satunya di bidang bisnis yang memunculkan berbagai perusahaan rintisan berbasis digital. Namun hal ini masih terkendala dikarenakan kurangnya akan fasilitas yang memadai. Dengan pengadaan fasilitas bagi para pelaku usaha, maka konsumsi energi pada bangunan semakin meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut maka penerapan arsitektur bioklimatik dipilih agar dapat memanfaatkan potensi iklim setempat untuk memenuhi kebutuhan energi pada bangunan. Metode yang digunakan yaitu metode deskripsi dengan tahapan penentuan ide, pengumpulan data melalui studi literatur, analisis data, dan perumusan konsep desain. Hasil dari segi arsitektural yaitu berupa penerapan konsep arsitektur bioklimatik pada studi kasus desain Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo.

Kata kunci: Pusat Pengembangan, Perusahaan Rintisan, Kreativitas, Arsitektur Bioklimatik

1. PENDAHULUAN

Jumlah pengguna teknologi digital di Indonesia saat ini terbilang cukup tinggi. Hingga tahun 2020, berdasarkan hasil survey yang dilakukan oleh Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia (APJII) tercatat terdapat 196,71 juta pengguna teknologi digital berupa internet di Indonesia atau sekitar 73,7 persen dari total penduduk Indonesia yang berjumlah 266,91 juta jiwa. Jumlah ini menjadikan Indonesia sebagai negara dengan jumlah pengguna internet terbesar di Asia Tenggara. Data dari APJII juga menyebutkan pengguna internet paling banyak di Indonesia berkisar antara usia 20 s/d 24 tahun. Ini menunjukkan bahwa pengguna internet di Indonesia mayoritas merupakan pengguna dengan usia produktif. Dengan sumber daya yang melek teknologi digital ini membuka banyak kesempatan bagi Indonesia untuk terjun ke dunia ekonomi digital melalui usaha rintisan berbasis teknologi digital atau yang lebih sering dikenal dengan sebutan *startup*.

Pada awal tahun 2021, jumlah perusahaan rintisan atau *startup* di Indonesia yang tercatat dalam website *startupranking.com* mencapai angka 2.198 perusahaan. Berdasarkan data tersebut, Indonesia kini menduduki peringkat kelima dengan jumlah perusahaan rintisan terbanyak di dunia setelah negara Amerika Serikat, India, Inggris, dan Kanada. Beberapa perusahaan yang terdaftar dan telah mencapai kesuksesannya di antaranya yaitu Go-Jek, Tokopedia, OVO, Bukalapak, dan Traveloka. Perkembangan perusahaan rintisan saat ini sedang didukung penuh oleh pemerintah melalui berbagai kegiatan seperti program *1000 Startup* dan BEK-UP (BEKRAF for Pre-Startup) yang diadakan oleh Badan Ekonomi Kreatif (BEKRAF). Alasan pemerintah mendukung perkembangan perusahaan rintisan dikarenakan ekonomi digital yang termasuk ke dalam sektor ekonomi kreatif menjadi tulang punggung perekonomian nasional dengan cara dapat membuka kesempatan bekerja bagi masyarakat Indonesia sehingga mampu membantu untuk mendongkrak perekonomian negara. Berdasar *Mapping & Database Startup Indonesia* tahun 2018 yang diterbitkan oleh MIKTI (Masyarakat Industri Kreatif Teknologi Informasi dan Komunikasi Indonesia), terdapat 992 perusahaan rintisan dan telah menyerap 55.903 tenaga kerja. Namun persebaran perusahaan rintisan ini masih belum merata dan terpusat di

kota-kota besar saja, seperti didominasi di Jabodetabek dengan besaran 52,62%. Sedangkan untuk mempersiapkan ekonomi digital di Indonesia, diperlukan ekosistem *startup* yang matang dari berbagai daerah.

Dalam mendirikan perusahaan rintisan yang dilakukan oleh pihak-pihak pelaku usaha, terdapat 5 masalah utama yang dihadapi. Kelima permasalahan utama tersebut di antaranya yaitu modal, SDM, fasilitas, regulasi dan undang-undang, serta *market* atau pasar. Berdasarkan hasil *Mapping & Database Startup* Indonesia yang telah dilakukan pada tahun 2018, para pelaku usaha tersebut memiliki harapan terhadap pemerintah mengenai jawaban atas kelima permasalahan tersebut dengan prioritas persentase 44,32% untuk modal; fasilitas sebesar 20,45%; regulasi dan undang-undang sebesar 16,48%; *market* atau pasar sebesar 10,80%; serta SDM sebesar 8,52%. Berdasar persentase prioritas harapan pelaku usaha tersebut, fasilitas menjadi harapan terbesar ke dua bagi mereka. Hal ini menunjukkan bahwa, dalam sektor pengembangan ekonomi digital berupa perusahaan rintisan di Indonesia ini masih kurang fasilitas yang memadai. Beberapa fasilitas yang memadai hanya berada di kota-kota besar, seperti Jogja Digital Valley di Yogyakarta, Start Surabaya di Jawa Timur, Kolaborasi di Bandung, dan lain-lain.

Di Jawa Tengah, pada tahun 2018 terdapat sekitar 3,02% dari total 992 jumlah perusahaan rintisan yang telah masuk ke dalam *database* MIKTI. Jika dinominalkan, jumlah perusahaan rintisan di Jawa Tengah yaitu 30 perusahaan dengan persebaran 23 perusahaan di Solo, 2 perusahaan di Salatiga, 1 perusahaan di Magelang, 1 perusahaan di Purwokerto, 2 perusahaan di Tegal, dan 1 perusahaan di Semarang. Dari data tersebut didapatkan bahwa Solo menjadi salah satu kota yang melahirkan pelaku usaha di sektor ekonomi digital paling banyak di Jawa Tengah.

Meskipun perkembangan perusahaan rintisan di Solo sudah mulai mengalami peningkatan, namun masih dinilai oleh beberapa CEO atau pendiri perusahaan rintisan dari Solo bahwa Solo masih tertinggal dari kota-kota besar yang lain. Sementara itu, berdasar *database* MIKTI tahun 2018, Solo menunjukkan adanya potensi besar di sektor ini. Selain itu, potensi Solo dalam perkembangan perusahaan rintisan juga ditunjukkan dengan adanya komunitas *Startup Solo* yang masih aktif hingga saat ini yang bernama *Solocon Valley*. Hingga akhir tahun 2020, terdapat sekitar 30 perusahaan rintisan yang tergabung dalam komunitas tersebut (Pertiwi, 2020). Hal-hal yang menyebabkan Solo masih tertinggal dari kota lain yaitu selain cara pandang pelaku usaha, juga disebabkan oleh masih kurangnya fasilitas dan wadah yang dapat menampung kegiatan pelaku usaha tersebut, seperti kegiatan inkubasi bisnis, akselerasi bisnis, pengembangan kreativitas, dan kolaborasi antar pelaku perusahaan rintisan yang mana masih sama dengan masalah yang dihadapi oleh pelaku usaha berdasarkan data dari *database* MIKTI. Dalam hal ini, apabila ada pelaku usaha rintisan dari Solo yang ingin melakukan kegiatan seperti inkubasi dan akselerasi bisnis, perlu melakukannya di kota lain seperti Jakarta dan Surabaya yang telah tersedia fasilitas pendukung tersebut (Pertiwi, 2020).

Pada sebuah bangunan yang berfungsi sebagai perkantoran, pada umumnya memerlukan cukup banyak penggunaan energi terutama energi listrik. Hal ini dikarenakan penggunaan gawai yang memerlukan energi listrik oleh pengguna. Berdasarkan data Outlook Energi Indonesia 2021 yang dikeluarkan oleh BPPT, konsumsi energi yang dibutuhkan pada sektor komersial berupa perkantoran, perhotelan, dan jasa komersial lainnya didominasi dengan penggunaan listrik 60% hingga 70% yang digunakan untuk pendingin ruangan, penerangan, mesin pompa air, serta alat-alat berbasis listrik lainnya. Hingga tahun 2050, diproyeksikan penggunaan energi pada sektor komersial menjadi 191,0 juta SBM (Setara Barel Minyak) dengan laju pertumbuhan rata-rata 4,9% per tahun. Dengan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya, kebutuhan sumber daya untuk menghasilkan energi tersebut juga akan semakin meningkat. Hingga saat ini kapasitas pembangkit listrik yang terpasang di Indonesia mayoritas masih berasal dari energi fosil seperti batu bara. Penggunaan energi fosil ini semakin lama akan membuat sumber daya yang ada semakin menipis. Selain itu, penggunaan energi fosil juga akan menghasilkan limbah yang berupa gas karbon dioksida (CO₂) yang dapat menyebabkan pemanasan global. Untuk mengurangi terjadinya pemanasan global tersebut, Indonesia turut menyatakan komitmennya dalam pengurangan emisi dengan meratifikasi *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change* yang berisi

pembatasan kenaikan suhu global di bawah 2°C. Strategi yang dilakukan yaitu salah satunya dengan mendorong pengembangan EBT (Energi Baru Terbarukan) yang ramah lingkungan dan terbarui. Untuk mendukung pembatasan kenaikan suhu global, maka dikenal pendekatan melalui bioklimatik yang pada dasarnya dalam pendekatan ini mengarahkan untuk mendesain bangunan yang hemat energi dengan memperhatikan iklim di mana bangunan dibangun agar dapat menciptakan kenyamanan bagi penghuninya. Untuk mengetahui apakah bagaimana penerapan arsitektur bioklimatik dapat memberikan pengaruh dalam penghematan energi pada bangunan, maka akan dibahas mengenai penerapan arsitektur bioklimatik pada bangunan Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo.

2. METODE

Metode perencanaan yang digunakan yaitu metode deskripsi dengan tahapan sebagai berikut. Tahapan pertama yaitu dengan mengumpulkan data dan input teori yang berkaitan dengan teori arsitektur bioklimatik. Pada tahap ini diperoleh prinsip arsitektur bioklimatik yang akan diulas yaitu berdasarkan prinsip yang dikemukakan oleh Kenneth Yeang. Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur dari buku dan artikel publikasi yang berkaitan. Setelah data yang berkaitan terkumpul, maka tahap selanjutnya yaitu dilakukan analisis dengan mengambil substansi-substansi arsitektur bioklimatik yang diimplementasikan pada studi kasus perumusan konsep desain Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo yang memiliki fungsi utama sebagai tempat berkembangnya bagi pelaku usaha, terutama pelaku usaha rintisan. Bangunan ini berada di Jalan Senapan, Kelurahan Kadipiro, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta. Sasaran pengguna bangunan ini yaitu komunitas dan pelaku usaha yang berdomisili di Kota Solo maupun luar Kota Solo. Untuk memfasilitasi pengguna yang berdomisili di luar Kota Solo, pusat pengembangan ini juga menyediakan asrama yang dapat disewa dan digunakan secara bersama selama mengikuti kegiatan inkubasi dan akselerasi bisnis. Dalam perancangan bangunan ini didesain berdasarkan prinsip-prinsip desain arsitektur bioklimatik dengan memperhatikan konteks iklim setempat agar dapat menciptakan bangunan yang hemat energi dan dapat memberikan kenyamanan bagi penggunanya.

Menurut Kenneth Yeang (1996), bioklimatik merupakan ilmu yang mempelajari hubungan antara iklim dan kehidupan, terutama efek dari iklim untuk kesehatan dan aktivitas sehari-hari. Sedangkan bangunan bioklimatik merupakan sebuah bangunan yang direncanakan dengan desain hemat energi yang berhubungan dengan iklim setempat dan data-data meteorologi sehingga menghasilkan bangunan yang dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar sekaligus memiliki penjemaran, operasi, dan penampilan yang memiliki kualitas tinggi (Yeang, 1996). Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa arsitektur bioklimatik merupakan pendekatan yang mengarahkan arsitek agar mendapatkan penyelesaian desain dengan memperhatikan hubungan bentuk arsitektur dan lingkungan iklim daerah setempat (Tumimomor & Poli, 2011).

Dalam menerapkan arsitektur bioklimatik ke dalam desain, perlu memperhatikan sisi terbaik dari kondisi iklim lokal tapak dan manfaat lokal alami atau kondisi eksisting tapak dengan menepati konsep kenyamanan pengguna dalam bangunan melalui kontrol iklim dengan penggunaan energi secara pasif yaitu pengaplikasian *passive cooling and heating* (Widera, 2015). Elemen kunci dari desain bioklimatik yang baik yaitu penggunaan maksimum dari cahaya matahari untuk memastikan pencahayaan alami yang memadai untuk ruangan. Pencahayaan alami sebaiknya dapat dikontrol untuk menghindari *glare* dan *overheating* pada ruangan. Untuk mencapai kenyamanan thermal pada suatu ruangan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu cara yang paling efisien yaitu dengan cara radiasi pada lantai dan langit-langit (Widera, 2015).

Prinsip arsitektur bioklimatik yang diterapkan pada bangunan Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo didasarkan pada delapan prinsip yang disarankan oleh Kenneth Yeang (1996), yaitu:

- a. Orientasi bangunan
Dalam menentukan orientasi bangunan sangat penting sebagai perwujudan konservasi energi. Bangunan yang menghadap utara dan selatan akan memberikan keuntungan dalam pengurangan panas yang masuk ke dalam bangunan.
- b. Desain dinding
Desain dinding merupakan lapisan yang berguna untuk melapisi kulit bangunan. Untuk bangunan yang berada di daerah tropis, dinding luar bangunan terdapat bukaan yang dapat diatur dan dengan memilih material yang memiliki kemampuan sebagai isolator yang baik.
- c. Orientasi bukaan
Orientasi bukaan sebaiknya menghadap ke arah utara dan selatan dikarenakan pada sisi ini merupakan sisi yang akan menerima radiasi panas matahari paling minimum.
- d. Penyekat panas
Penyekat panas pada bangunan dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berfungsi sebagai penyekat panas atau isolator panas yang baik. Dengan menggunakan jenis material ini, maka bangunan akan mampu mengurangi pertukaran panas dari luar bangunan dengan udara dingin dari dalam bangunan.
- e. Alat pembayang matahari (*sun shading device*)
Dalam mengontrol jumlah cahaya matahari yang masuk agar tidak berlebihan. Ketika memanfaatkan pencahayaan alami dan penghawaan alami pada bangunan, maka diperlukan alat pembayang matahari. Penggunaan *sunshading device* juga menjadi aspek yang penting dalam penerapan strategi penghematan energi dalam bangunan. Untuk mendapatkan desain dari pembayang matahari yang efektif bergantung pada orientasi dari pergerakan matahari dan pemilihan fasad bangunan. Alat pembayang matahari dapat diaplikasikan pada seluruh bukaan yang menghadap ke arah matahari, terutama pada sisi timur dan barat.
- f. Hubungan terhadap landscape
Lantai dasar dari bangunan di daerah tropis sebaiknya lebih terbuka ke luar dan memiliki ventilasi alami karena hubungan pada lantai dasar dengan bagian luar bangunan sangatlah penting untuk memungkinkan terjadinya pergerakan udara yang melewati ruang dan masuknya sinar matahari ke dalam bangunan.
- g. Ruang transisi
Ruang transisi merupakan ruangan yang berada di antara dalam dan luar bangunan. Untuk ruang transisi ini sebaiknya diletakkan di tengah atau pinggir bangunan yang dapat difungsikan sebagai ruang udara atau atrium.

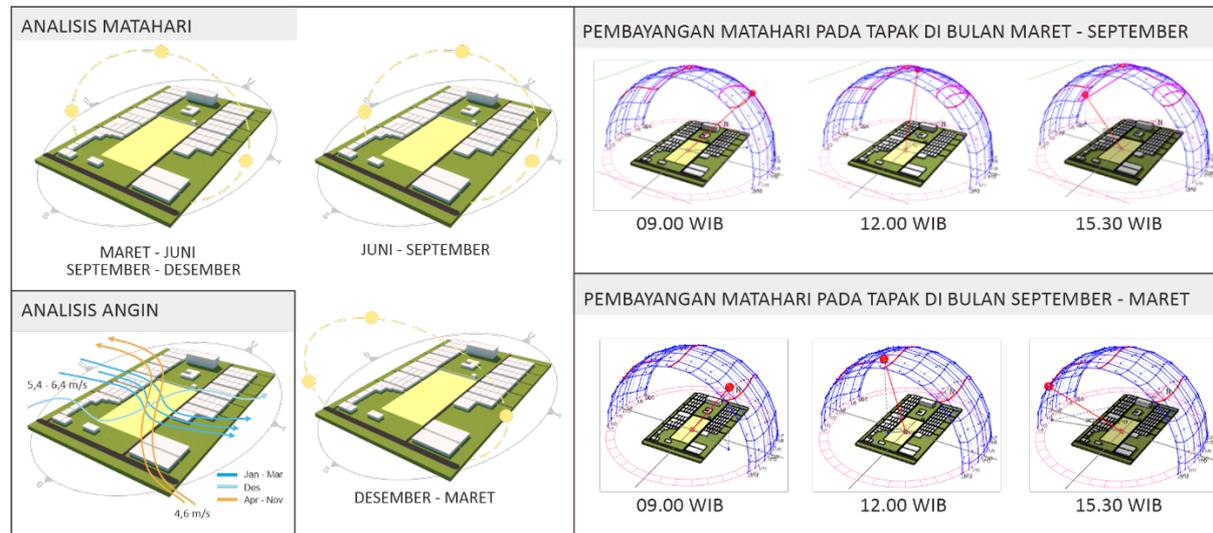
Berikut ini adalah proses analisis penerapan arsitektur bioklimatik pada desain Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo.

Orientasi Bangunan

Analisis orientasi bangunan berdasarkan kemudahan akses menuju tapak dan memprioritaskan analisis yang berdasarkan pada kondisi iklim tapak seperti arah datang dan pembayangan sinar matahari serta arah angin untuk menciptakan kenyamanan pengguna di dalam bangunan. Kriteria yang digunakan dalam analisis orientasi bangunan yaitu dapat dengan mudah diakses dan dikenali oleh pengguna bangunan, dapat memanfaatkan sinar dan cahaya matahari, serta dapat mengambil keuntungan dari pergerakan angin.

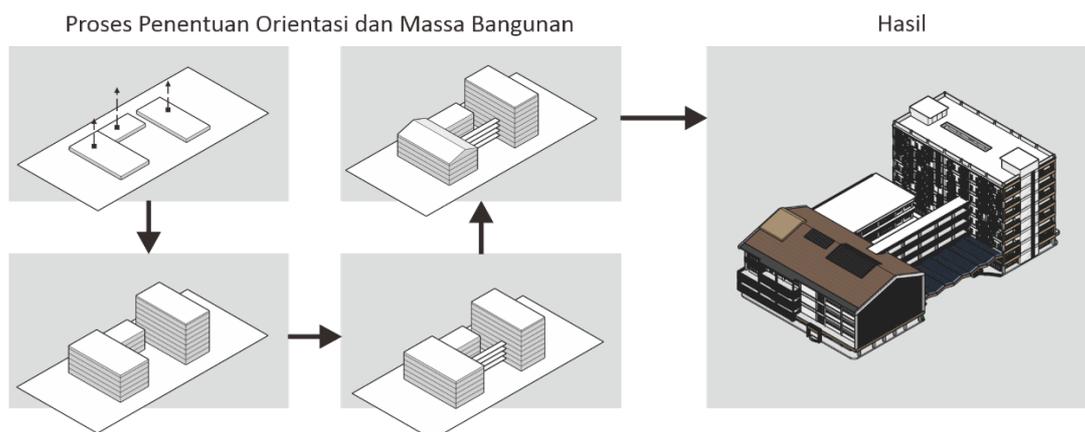
Berdasarkan kemudahannya, tapak hanya dapat diakses melalui Jalan Senapan yang berada pada sisi timur tapak. Dari arah Jalan Senapan ini, pengguna dapat mengenali bangunan yang dimaksud sehingga arah timur memiliki kondisi yang kuat yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan dalam penentuan orientasi bangunan.

Namun dalam hal agar dapat memenuhi kriteria pemanfaatan sinar dan cahaya matahari, orientasi bangunan yang paling optimal pada daerah beriklim tropis lembab seperti Indonesia yaitu memanjang dari Timur ke Barat. Dengan orientasi bangunan tersebut, dapat memberikan keuntungan peletakan bukaan bangunan menghadap Utara dan Selatan agar kondisi ruangan di dalam bangunan tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Begitu pula dengan mengambil keuntungan dari pergerakan arah angin, maka orientasi bangunan sebaiknya menghadap ke arah tegak lurus dari datangnya arah angin dengan orientasi bukaan yang tidak menghalangi arah datangnya angin.



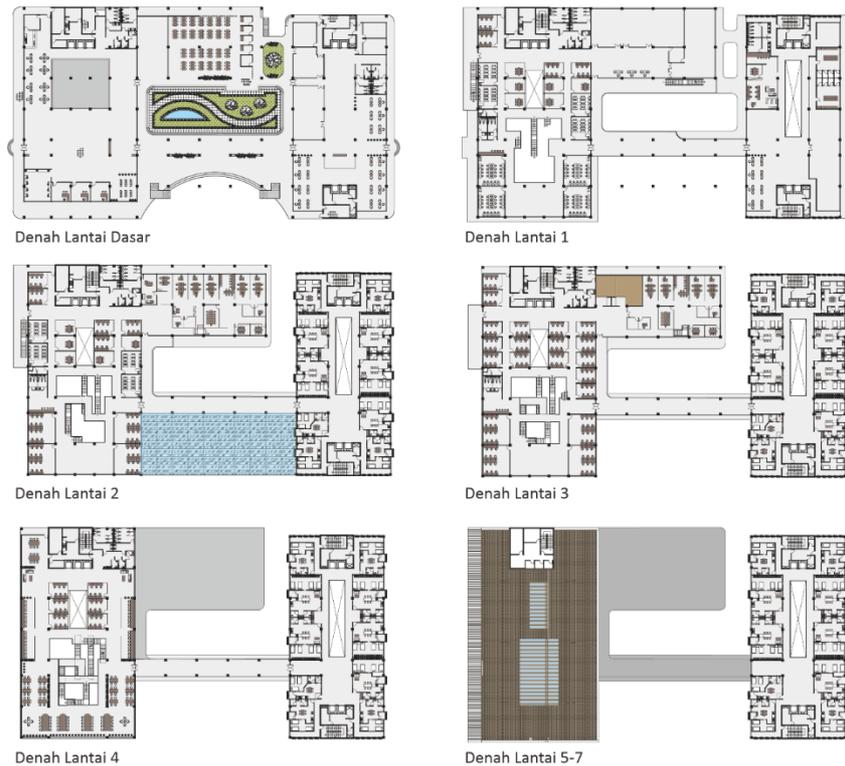
Gambar 1
Analisis Tapak terhadap Penyebaran Sinar Matahari dan Angin

Berdasarkan analisis tapak tersebut, maka respon desain mengenai orientasi bangunan yaitu dengan tetap membuat orientasi fasad bangunan menghadap ke arah Timur agar dapat dikenali oleh pengguna. Kondisi tapak yang berbentuk memanjang dari arah Utara ke Selatan, akan sulit apabila bangunan dipaksakan berorientasi memanjang dari Timur ke Barat seluruhnya. Untuk menjawab permasalahan tersebut, maka bangunan dibagi menjadi dua massa yang keduanya berorientasi dari Timur ke Barat agar dapat memanfaatkan penghawaan alami dan pencahayaan alami secara optimal untuk ruangan-ruangan tertentu.



Gambar 2
Penentuan Orientasi Bangunan

Dengan alternatif orientasi bangunan tersebut, maka ruang-ruang yang ada di dalamnya dapat diposisikan berada di area terluar sisi bangunan untuk memanfaatkan pencahayaan dan penghawaan alami yang dapat dilihat pada gambar denah bangunan berikut.



Gambar 3
Denah Bangunan Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital

Desain Dinding

Pemilihan desain dinding pada bangunan didasarkan pada analisis kondisi iklim mikro pada tapak seperti analisis angin, analisis kelembaban, dan analisis suhu udara. Berdasarkan analisis pergerakan angin didapatkan bahwa pada tapak dilalui angin dengan kecepatan antara 4,63 m/s hingga 6,4 m/s yang digolongkan dengan kondisi angin sepoi-sepoi pada kondisi cuaca normal. Berdasarkan analisis kelembaban, untuk area ini memiliki kelembaban udara relatif rata-rata 79% yang mana sangat mendekati angka maksimum kelembaban udara relatif agar mencapai kenyamanan yaitu 50% hingga 80%. Sedangkan berdasarkan analisis suhu udara, tapak mengalami periode dengan kondisi terlalu panas setiap bulannya dengan rata-rata suhu udara tiap tahunnya mencapai 28,2°C.

Dengan analisis ketiga aspek tersebut, untuk memanfaatkan kondisi alam berupa angin sepoi-sepoi yang masih menguntungkan, maka pemilihan desain dinding yang dapat digerakkan seperti penggunaan ventilasi alami akan dapat membantu sirkulasi udara di dalam ruangan. Penerapan ventilasi alami pada bangunan berupa penggunaan jendela hidup dengan tipe *casement-side hung*. Selain itu juga diterapkan *secondary skin* berbahan GRC (*Glass Reinforced Concrete*) dengan finalisasi lapisan cat yang diharapkan mampu mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan.



Gambar 4
Desain Dinding pada Bangunan dengan Penerapan Buka-tutup dan Penyerap Panas

Orientasi Bukaannya

Angin yang berhembus dengan karakteristik sepoi-sepoi dari tenggara memiliki kecepatan rata-rata 4,63 m/s. Kondisi ini dapat dimanfaatkan untuk memasukkan penghawaan alami ke dalam bangunan. Angin yang menuju arah barat laut ini juga tidak membawa hawa panas, begitu pula angin dari arah sebaliknya, sehingga bukaan untuk penghawaan alami pada sisi selatan dan utara bangunan dapat dimaksimalkan dengan pemasangan bukaan yang dapat dioperasikan dengan ukuran yang cukup besar. Sedangkan pada sisi timur dan barat, merupakan angin dengan kondisi yang membawa hawa panas. Pada sisi timur dan barat ini tetap dapat diterapkan *operated window*, namun dengan ukuran yang lebih kecil dari sisi selatan dan utara.

Penerapan bukaan bangunan pada masing-masing sisi bangunan dapat dilihat pada gambar tampak bangunan berikut. Untuk sisi Timur bangunan menggunakan bukaan-bukaan yang dilengkapi dengan alat pembayang matahari karena pada sisi ini terpapar sinar matahari secara langsung. Untuk sisi Utara dan Selatan yang tidak secara langsung terpapar sinar matahari, maka bukaan tidak banyak ditutupi dengan alat pembayang matahari (*sunshading*), namun tetap menerapkan penggunaan teritisan pada bukaannya. Sedangkan untuk sisi Barat yang terpapar sinar matahari sore yang cukup menyilaukan, maka pada sisi ini menggunakan bukaan yang dilindungi dengan teritisan dan alat pembayang matahari.



Gambar 5

Bukaan pada Sisi Bangunan

(a) Bukaan pada sisi Timur dan Barat yang dilengkapi dengan *sunshading*, (b) Bukaan pada sisi Utara dan Selatan dengan teritisan

Penyekat Panas

Untuk mengurangi panas dari luar bangunan menuju dalam bangunan, maka menggunakan material yang berbahan isolator yang baik. Material bangunan yang akan digunakan yaitu material alam dan buatan. Pemilihan material untuk lantai hingga bagian atap dipilih berdasarkan sifatnya yang utama yaitu mampu menjadi insulator panas yang baik dan juga kekuatannya terhadap cuaca yang menerpa. Berdasarkan analisis iklim tapak, didapatkan hasil bahwa strategi perancangan berdasarkan iklim salah satunya dengan tetap menjaga suhu udara agar tetap berada di luar ruangan. Maka dalam pemilihan material, khususnya material eksterior bangunan perlu mempertimbangkan *time lag* bahan dalam menghantarkan panas ke dalam bangunan.

a. Material Lantai

Material lantai pada bangunan secara umum menggunakan material granit. Granit dipilih karena dapat menyerap suhu dingin sehingga diharapkan mampu membantu dalam menjaga

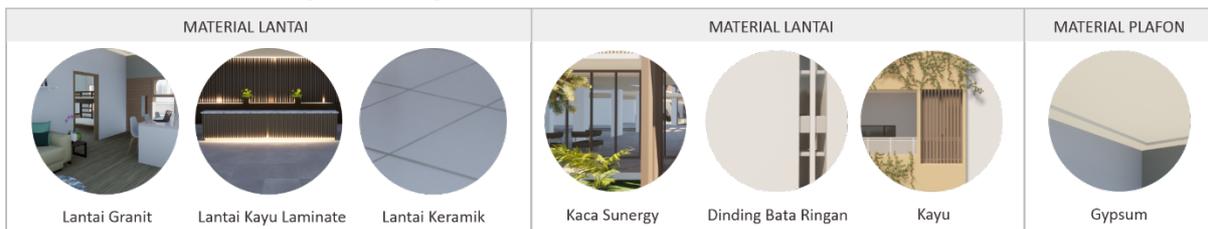
suhu ruangan agar tidak terlalu panas pada siang hari. Kemudian untuk ruang-ruang lain, seperti ruang hunian yang berupa asrama dipilih material kayu laminate karena material ini mampu tahan terhadap air dan juga dapat memberikan kesan rumahan serta alami. Pada area kamar mandi menggunakan material keramik karena tahan terhadap air.

b. Material Dinding

Pemilihan material untuk dinding bangunan didasarkan pada karakteristik material tersebut sehingga cocok digunakan sebagai dinding eksterior maupun interior bangunan. Untuk dinding eksterior menggunakan material bata ringan sebagai dinding partisi karena merupakan isolator panas yang baik serta dapat tahan terhadap gempa. Lalu untuk bukaan-bukaan menggunakan material kaca dengan jenis kaca sunergy karena jenis kaca ini mampu menahan panas tetapi tetap dapat meneruskan cahaya agar masuk ke dalam bangunan. Untuk struktur bangunan, menggunakan material beton karena material ini dapat menahan panas dengan baik serta tahan terhadap berbagai kondisi cuaca. Pada dinding juga diterapkan penggunaan material alami berupa kayu yang digunakan pada eksterior maupun interior untuk memberikan kesan alami pada bangunan. Bahan alami ini juga memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap cuaca panas dan dapat menahan panas dari luar bangunan.

c. Material Plafon

Jenis plafon yang dapat digunakan yaitu plafon berbahan gypsum. Plafon gypsum memiliki keunggulan yaitu tahan terhadap api serta memiliki daya hantar panas yang rendah. Daya hantar panas yang rendah ini dapat membantu ruangan agar tetap terjaga suhunya ketika suhu di luar ruangan meningkat.



Gambar 6
Material Bangunan yang Berfungsi sebagai Penyekat Panas

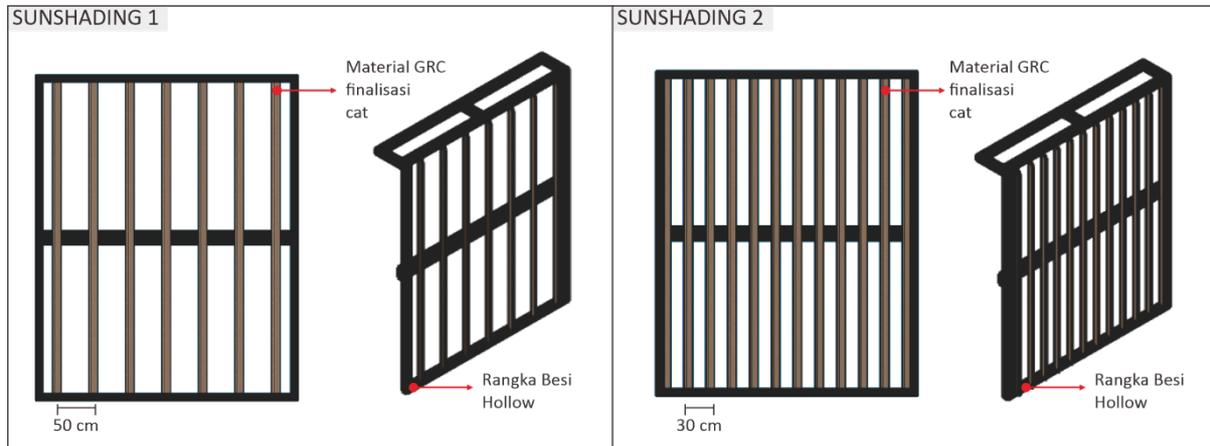
Alat Pembayang Matahari (Sun Shading Device)

Alat pembayang matahari yang diterapkan akan diaplikasikan pada bukaan-bukaan yang ada dengan lebih terfokus pada bukaan di sisi Timur dan Barat dikarenakan pada sisi ini terpapar sinar matahari secara langsung. Penggunaan alat pembayang ini ditujukan untuk mengurangi cahaya yang dapat mengakibatkan silau namun tetap dapat merefleksikan cahaya agar tetap masuk ke dalam bangunan. Selain menggunakan peneduh berupa teritisan, juga menerapkan alat pembayang matahari dengan bentuk kisi vertikal.



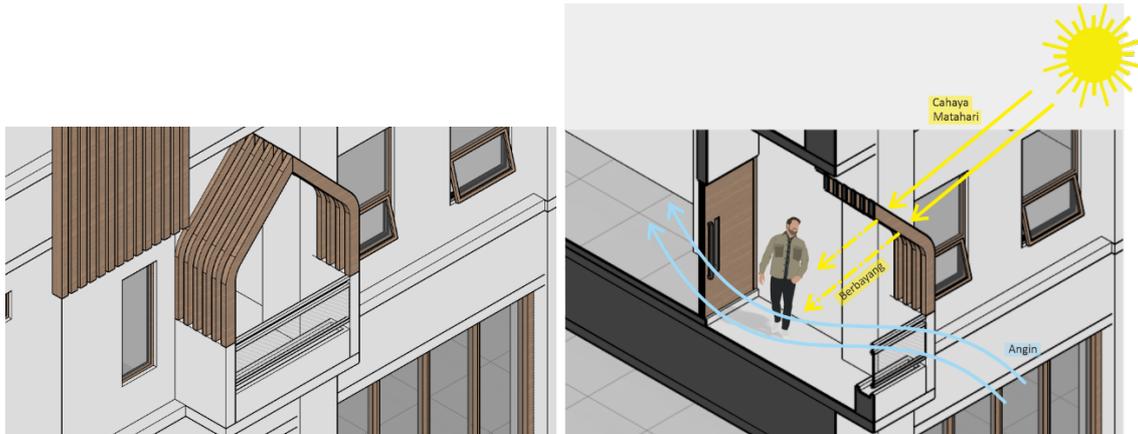
Gambar 7
Alat Pembayang Matahari pada Sisi Timur dengan Bentuk Kisi Vertikal

Pada sisi Timur, alat pembayang matahari didesain dengan kerapatan yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada sisi Timur merupakan area yang terpapar sinar matahari pagi yang belum terlalu terik. Untuk ruangan yang khusus memerlukan penggunaan pencahayaan minimum, dapat menggunakan detail pembayang matahari yang lebih rapat jika dibandingkan dengan alat pembayang matahari yang diaplikasikan pada ruangan dengan fungsi yang lebih umum.



Gambar 8
Detail Alternatif Alat Pembayang Matahari

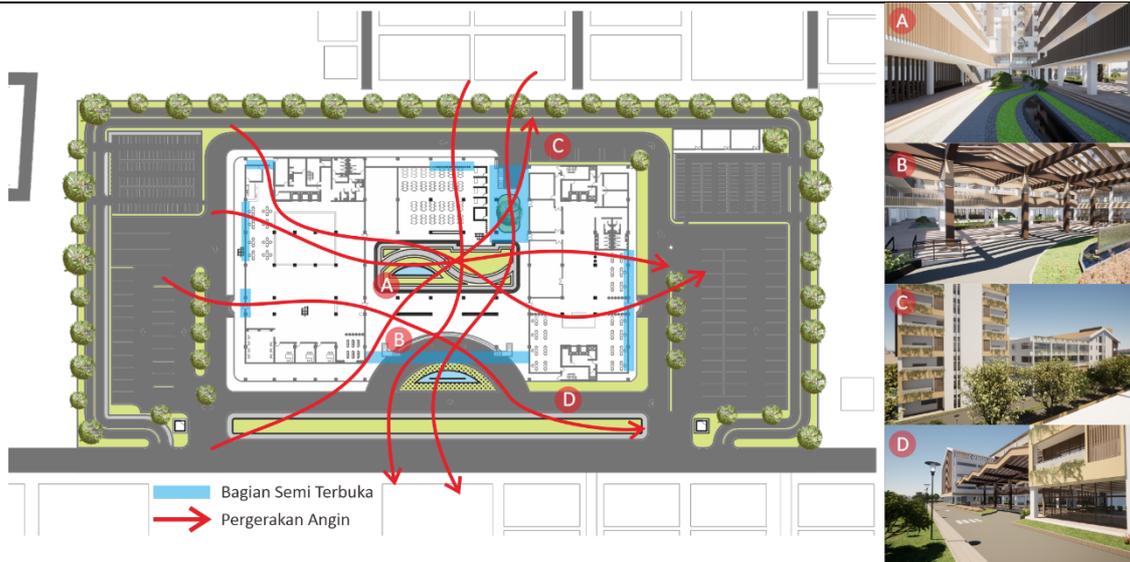
Untuk sisi Utara dan Selatan pada bangunan tinggi yang difungsikan sebagai ruang penunjang berupa hunian, didesain dengan menggunakan balkon agar dapat memaksimalkan sirkulasi udara pada ruang hunian. Kemudian untuk melindungi dari paparan panas secara langsung, maka diaplikasikan teritisan dan pada area balkon.



Gambar 9
Alat Pembayang Matahari pada Area Balkon

Hubungan terhadap Landscape

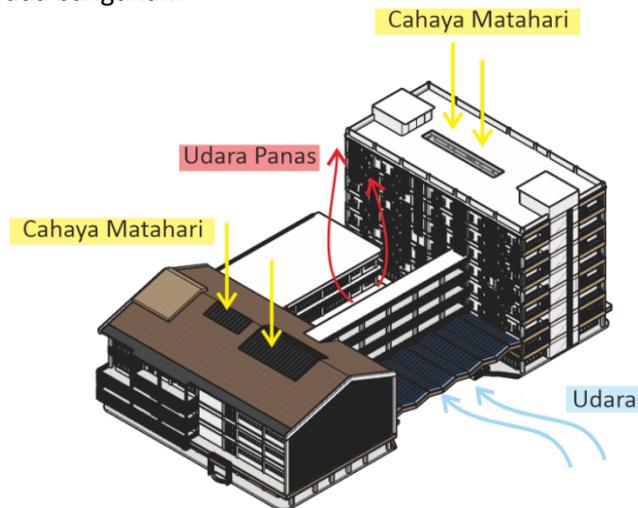
Pada lantai dasar bangunan disediakan area taman terbuka yang diharapkan tetap dapat tercipta aliran udara sehingga membuat ruangan di sekitarnya tetap terasa sejuk. Desain dinding pada lantai dasar ini dibuat semi terbuka di beberapa bagian agar dapat menyalurkan udara ke dalam bangunan.



Gambar 10
Desain Landscape pada Bangunan

Ruang Transisi

Ruang transisi ini menjadi ruang perantara antara ruang luar dengan ruang dalam bangunan. Pada bangunan ini didesain ruang transisi berupa atrium pada bagian tengah bangunan yang dilengkapi dengan void agar dapat memaksimalkan sirkulasi udara di dalam bangunan dan pemerataan pencahayaan alami yang digunakan pada bangunan. Pada bagian atas void ini, yaitu pada bagian atap, didesain dengan menggunakan *skylight* agar pencahayaan alami dapat dimanfaatkan di ruang-ruang yang ada pada bangunan.



Gambar 11
Ruang Transisi

Penghematan Energi pada Bangunan Berdasarkan Arsitektur Bioklimatik

Penghematan energi pada bangunan Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo, selain dengan menerapkan pemanfaatan pencahayaan dan penghawaan alami, juga diterapkan pada sistem utilitas bangunan yang lain seperti sistem jaringan listrik serta sistem pengolahan air kotor. Untuk sistem jaringan listrik, pada bangunan ini memanfaatkan energi dari cahaya matahari dengan menggunakan panel surya sebagai energi cadangan. Panel surya merupakan sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan sistem *photovoltaic*. Energi listrik yang telah dihasilkan oleh sistem ini berupa energi listrik DC yang kemudian disimpan dalam sebuah baterai. Sebelum dapat digunakan oleh alat elektronik, energi listrik ini diubah terlebih dahulu menjadi energi listrik AC melalui inverter.

Sistem pengolahan air kotor berupa air hujan, akan diolah kembali menjadi air bersih dengan melalui beberapa tahap. Dengan memanfaatkan kondisi iklim dengan curah hujan tinggi, pengolahan air hujan menjadi air bersih memiliki berbagai manfaat yang di antaranya yaitu dapat menghemat penggunaan air dari sumber air bersih utama. Pengolahan air hujan menjadi air bersih yaitu dengan menampung air hujan yang jatuh di atap dengan mengalirkannya menuju bak penampungan air hujan. Pada bagian depan bak penampungan tersebut, air akan difiltrasi. Filtrasi ini bertujuan untuk menyaring kotoran dan dedaunan kering yang terbawa oleh air. Filtrasi ini menggunakan media pasir dan kerikil sehingga sampah-sampah yang terbawa akan tertahan. Air yang telah difiltrasi ini kemudian dapat ditampung pada *ground tank* yang kemudian disalurkan menuju *upper tank* dan dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman yang ada pada bangunan dan sekitar bangunan. Apabila hujan terjadi secara terus-menerus dan bak penampungan telah penuh, maka air akan dialirkan menuju sumur resapan untuk air hujan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil pembahasan mengenai penerapan arsitektur bioklimatik pada bangunan Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo yaitu:

- a. Orientasi bangunan sebaiknya berorientasi dari sisi Timur ke Barat. Namun tapak terpilih memiliki sisi panjang dari Utara menuju Selatan, sehingga massa bangunan dibagi menjadi dua dengan masing-masing memiliki orientasi Timur ke Barat agar ruang-ruang yang ada di dalamnya dapat mendapatkan pencahayaan dan penghawaan alami.
- b. Desain dinding pada bangunan dibuat dengan banyak bukaan yang dapat digerakkan seperti jendela yang dapat dioperasikan dengan jenis *casement-side hung* dan *vertically pivoted*.
- c. Orientasi bukaan pada sisi Utara dan Selatan bangunan didesain lebih banyak apabila dibandingkan dengan bukaan pada sisi Barat dan Timur. Hal ini dikarenakan pada sisi Utara dan Selatan tidak terpapar sinar matahari secara langsung.
- d. Penyekat panas pada objek rancang bangun terbagi menjadi tiga bagian. Ketiga bagian yaitu (1) penyekat panas pada lantai dengan menggunakan material granit, kayu laminate, dan keramik; (2) penyekat panas pada dinding dengan menggunakan material beton, bata ringan, kaca sunergy, dan material alam seperti batu alam serta kayu; (3) penyekat panas pada plafon dengan menggunakan material gypsum.
- e. Alat pembayang matahari yang digunakan pada bangunan menggunakan kisi vertical dengan detail yang berbeda-beda sesuai lokasi pemasangannya.
- f. Hubungan terhadap landscape terwujud pada lantai dasar agar dapat tercipta aliran udara dari area taman menuju bangunan.
- g. Ruang transisi diaplikasikan pada ruang tengah bangunan yang berupa void dengan *skylight* sebagai penutup atas atrium agar dapat menyebarkan pencahayaan alami pada bangunan.
- h. Penghematan energi diterapkan melalui sistem jaringan listrik yang mengandalkan panel surya sebagai energi cadangan dan pengolahan air kotor berupa air hujan yang dimanfaatkan kembali menjadi air bersih.

2. Saran

Pusat Pengembangan Perusahaan Rintisan Digital di Kota Solo dapat menjadi salah satu fasilitas dengan pemanfaatan kondisi iklim setempat agar dapat menciptakan kenyamanan bagi para pelaku usaha yang akan mengembangkan usaha rintisannya di bidang digital dengan mewujudkan penghematan energi melalui desain bangunannya. Bangunan yang dirancang dengan menggunakan pendekatan yang menekankan pada pemecahan kondisi iklim setempat, akan menghasilkan desain yang hemat energi. Namun, seiring dengan berkembangnya ilmu

pengetahuan dan teknologi saat ini, ternyata bangunan yang telah menggunakan pendekatan iklim dalam perancangannya masih dapat ditekan lagi dalam penggunaan energinya (Karyono, 2016). Penghematan energi di dalam bangunan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu melalui sistem utilitas bangunan (penerangan, pompa, BAS, pengkondisian udara, dll); melalui pengguna bangunan (pengetahuan, perilaku, dan disiplin hemat energi); serta melalui rancangan arsitektur bangunan (sistem aktif dan pasif).

REFERENSI

- Buku Panduan Inkubasi Bisnis Teknologi*. (2017). Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
- Hackett, Sean M. & Dilts, David M. . (2004). A Systematic Review of Business Incubation Research. *Journal of Technology Transfer*.
- Hidayat, T. (2019, Mei 18). *Dari Cockroach, Unicorn sampai Hectacorn. Ini 6 Level Valuasi Startup!* Retrieved from Unida: <https://www.unida.ac.id/teknologi/artikel/dari-cockroach-unicorn-sampai-hectocorn-ini-6-level-valuasi-startup.html>
- Inggrid A.G Tumimomor, Hanny Poli. (2011). Arsitektur Bioklimatik. *Media Matrasain*.
- Karyono, T. H. (2016). Arsitektur Tropis dan Bangunan Hemat Energi. *Jurnal Kalang*.
- Kurniawan, F. (2019, Maret 19). *Startup Banyak Kumpul di Jawa, 52 Persen Ada di Jabodetabek*. Retrieved from tirto.id: www.google.com/amp/s/amp.tirto.id/startup-banyak-kumpul-di-jawa-52-persem-ada-di-jabodetabek-djQh
- Megawati & Akromusyuhada. (2018). Pendekatan Arsitektur Bioklimatik pada Konsep Bangunan Sekolah yang Hemat Energi. *Prosiding Seminar Nasional Unimus (Volume 1)*.
- Pertiwi, W. K. (2020, Desember 29). *Startup Digital di Daerah Tak Kalah Potensial*. Retrieved from kompas.com: <https://google.com/amp/s/amp.kompas.com/tekno/read/2020/12/29/11010057/startup-digital-di-daerah-tak-kalah-potensial>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. New York: Crown Business.
- Suwarno & Ikaputra. (2020). Arsitektur Bioklimatik Usaha Arsitek Membantu Keseimbangan Alam dengan Unsur Buatan. *Jurnal Arsitektur Komposisi, Volume 13 No. 2 April 2020*.
- Widera, B. (2015). Bioclimatic Architecture. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research*.
- Yeang, K. (1996). *The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer*. London: Academy Group Ltd.