

KONSEP PENANGGULANGAN POLUSI CAHAYA PADA OBSERVATORIUM BINTANG DI KABUPATEN KARANGANYAR

Aldi Muhammad Rahmadhan, Avi Marlina, Ummul Mustaqimah
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
aldimuhammad131@student.uns.ac.id

Abstrak

Observatorium merupakan sebuah wadah penelitian astronomi yang memiliki fungsi penelitian dan pendidikan, yang keberadaannya di Indonesia saat ini masih kurang optimal dikarenakan adanya gangguan dari polusi cahaya yang bersumber dari pemukiman di sekitar site. Oleh karena itu, Indonesia membutuhkan sebuah observatorium yang optimal tanpa terganggu oleh polusi cahaya yang ada di sekitar site dan dapat menanggulangi polusi cahaya yang selalu muncul di sekitar site, sehingga observatorium berfungsi secara optimal. Penanggulangan ini nantinya akan bersifat berkelanjutan, dikarenakan pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin pesat dan akan menciptakan polusi cahaya dari rumah-rumah yang terbangun. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi identifikasi permasalahan, pengumpulan data, analisis data, dan perumusan konsep. Hasil dari penelitian ini memberikan rancangan observatorium dengan memperhatikan konsep penanganan khusus polusi cahaya, konsep pengolahan tapak, konsep pengolahan tampilan bangunan, serta konsep struktur bangunan yang dapat menanggulangi serta mencegah polusi cahaya yang dapat mengganggu proses penelitian dan pengamatan astronomi secara berkelanjutan.

Kata kunci: Observatorium bintang, polusi cahaya, penanggulangan, astronomi, berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki Undang - Undang No.21 Tahun 2013, yang mengamanatkan bangsa Indonesia untuk mandiri dalam sains dan teknologi keantariksaan. Sesuai dengan adanya pernyataan tersebut, maka Indonesia perlu memiliki wadah penelitian sebagai langkah awal untuk mendukung perkembangan Indonesia di ranah sains keantariksaan. Ilmu keantariksaan yang ada saat ini masih dapat dikatakan kurang dan belum optimal. Perguruan tinggi yang sampai saat ini diketahui memiliki program studi astronomi adalah Institut Teknologi Bandung (ITB). ITB merupakan sebuah perguruan tinggi yang menaungi observatorium yang banyak diketahui orang saat ini yaitu Observatorium Bosscha yang berlokasi di Lembang, Bandung. Observatorium ini merupakan salah satu dari beberapa observatorium di Indonesia yang teridentifikasi masih berfungsi dan berperan penting dalam penelitian keantariksaan di Indonesia. Observatorium Bosscha sudah beberapa kali berperan dalam penelitian Internasional yang berkaitan dengan penelitian asteroid, bintang ganda, *supergiant star*, serta studi gugus galaksi. Penelitian tersebut berperan penting dalam pemahaman alam semesta yang dibutuhkan dunia. Oleh karena itu, sangat disayangkan apabila Indonesia tidak melanjutkan Sejarah dari penelitian tersebut, namun pada kenyataannya jumlah observatorium yang ada di Indonesia masih tergolong sedikit. Sampai saat ini ada empat observatorium yang teridentifikasi sebagai observatorium yang berfungsi dan berperan dalam penelitian keantariksaan yaitu, Observatorium Bosscha, Observatorium TIM, Observatorium Assalam, dan Observatorium Mount Lokon.

Dari empat observatorium yang ada di Indonesia observatorium yang paling terkenal adalah Observatorium Bosscha. Hal itu dikarenakan lokasi Bosscha yang sangat optimal sebagai lokasi dibuatnya observatorium. Ketinggian yang dimiliki Observatorium Bosscha adalah ± 1300 mdpl di mana ketinggian tersebut merupakan salah satu syarat dari beberapa ketentuan yang diperlukan untuk optimalnya sebuah fungsi observatorium. Ada lima poin penting yang menjadi syarat membangun observatorium yang sesuai dengan jurnal "*The Typology of Astronomical Observatories*" (Wauamas, 2013) yaitu, 1. Lokasi yang memiliki kegelapan malam optimal; 2. Atmosfer yang stabil; 3. Ketinggian minimal 1000-2000 mdpl; 4. Iklim yang stabil; 5. Akses yang terjangkau yaitu minimal 3 jam

dari pusat kota terdekat. Dari beberapa persyaratan ini, Observatorium Bosscha sudah mencakup semuanya. Hal ini dibuktikan dengan posisi Observatorium Bosscha yang berada di Lembang, Bandung, dengan jarak tidak begitu jauh dengan Kota Bandung. Namun kondisi Observatorium Bosscha saat ini sudah tidak optimal untuk pengamatan seperti dahulu. Hal ini dikarenakan polusi cahaya yang dihasilkan oleh pemukiman penduduk yang tumbuh di sekitar Observatorium Bosscha. Polusi cahaya merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi kualitas pengamatan dan penelitian antariksa. Salah satu syarat dari observatorium adalah langit malam yang gelap, namun langit malam yang gelap tersebut didasari dari beberapa faktor, salah satunya gangguan cahaya dari dataran yang lebih rendah. Cahaya dari dataran yang lebih rendah ini bersumber dari pemukiman warga. Faktor inilah yang membuat Observatorium Bosscha saat ini dinilai kurang optimal untuk pengamatan malam. Untuk menanggulangi hal ini, Bosscha memiliki beberapa penanganan, salah satunya yaitu pemberian mitigasi polusi cahaya dengan tutupan vegetasi yang mengitari kompleks Observatorium Bosscha. Dengan kondisi Bosscha yang ada pada saat ini maka Indonesia membutuhkan sebuah observatorium baru yang lebih optimal dan lebih mudah dijangkau oleh para peminat astronomi lain yang berasal dari berbagai daerah.

Sebuah observatorium yang baik harus dapat menanggulangi pertumbuhan penduduk yang akan menciptakan sebuah polusi cahaya yang akan mengganggu proses penelitian dan pengamatan. Oleh karena itu salah satu program Bosscha yang dapat digunakan untuk pencegahan polusi cahaya yang dapat diterapkan untuk perencanaan observatorium adalah konsep penanganan khusus. Konsep penanganan khusus ini merupakan cara Observatorium Bosscha untuk mencegah dan mengurangi polusi cahaya yang terjadi. Sesuai dengan pengamatan potensi polusi cahaya di Observatorium Bosscha dibantu dengan penggunaan citra satelit VIIRS-DNB (Prastyo & Herdiwijaya, 2018) untuk mengetahui skema sumber polusi yang terjadi di sekitar Observatorium Bosscha. Konsep penanganan khusus ini membagi 4 radius lingkaran yang mengelilingi observatorium dengan jarak radius dari titik site ke titik terjauh sepanjang 2.5 km. Keempat pembagian tersebut meliputi, 1. Kawasan penyangga 1; 2. Kawasan penyangga 2; 3. Kawasan penyangga terbangun; 4. Kawasan Luar. Masing-masing lingkaran radius ini memiliki persyaratan khusus untuk mencegah timbulnya polusi cahaya. Apabila sebuah observatorium dapat menggunakan 4 poin konsep penanganan khusus ini maka observatorium tersebut dapat dikatakan optimal dan akan dapat merespons perkembangan pemukiman penduduk yang ada di sekitar bangunan observatorium.

Dari konsep penanggulangan polusi cahaya yang dilakukan oleh Bosscha, perancangan observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini dituntut agar dapat merespons polusi cahaya yang diciptakan oleh pemukiman penduduk yang ada di sekitar site yang sesuai dengan cara penyatuan bangunan dengan kondisi lingkungan melalui komposisi massa (Fachrunnisa, Daryanto, & Farkhan, 2022). Hal yang dapat dilakukan untuk merespons polusi cahaya adalah dengan memperhatikan pemilihan site dengan referensi kriteria kompleks observatorium Bosscha yang memperhatikan kesesuaiannya dengan konsep penanganan khusus (Kartini & Burhanudin). Selain itu terdapat beberapa faktor lain yang dapat digunakan untuk menanggulangi polusi cahaya yaitu dengan memperhatikan pengolahan site yang digunakan untuk observatorium, pemilihan tampilan yang akan digunakan observatorium agar tidak mengganggu pengamatan, dan pemilihan struktur yang cocok untuk mengatur keluar masuknya cahaya dengan menggunakan struktur khusus yang sesuai dengan kebutuhan atap observatorium (Sylvie & Anastasia Maurina) yang dibutuhkan oleh instrument pengamatan observatorium. Beberapa faktor yang ada di atas merupakan hal yang penting untuk diperhatikan dalam merancang sebuah observatorium. Oleh karena itu sebelum merancang sebuah observatorium yang optimal faktor penting yang telah disebutkan di atas harus menjadi acuan dalam perancangan sebuah observatorium Bintang.

2. METODE

Penelitian Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yang dilakukan dengan 4 tahapan. Tahapan penelitian dengan menggunakan deskriptif kualitatif yang dilakukan adalah identifikasi permasalahan, pengumpulan data, analisis data, dan perumusan konsep.

Tahapan yang dilakukan pertama kali adalah identifikasi permasalahan. Identifikasi permasalahan ini dilakukan dengan melihat secara langsung kondisi observatorium yang saat ini ada di Indonesia. Dari 4 observatorium yang teridentifikasi di Indonesia, Bosscha merupakan salah satu observatorium yang masih dikenal dan beroperasi hingga saat ini. Kondisi Observatorium Bosscha saat ini dapat dikatakan kurang optimal. Hal itu disebabkan karena pertumbuhan penduduk yang ada di sekitar Observatorium Bosscha yang mengakibatkan polusi cahaya meningkat. Polusi cahaya merupakan salah satu gangguan utama untuk sebuah observatorium karena, dapat mengganggu proses penelitian dan pengamatan bintang. Di tinjau dari penelitian polusi cahaya di Bosscha berdasarkan citra satelit VIIRS-DNB, didapatkan data polusi cahaya yang ada di Bosscha cenderung tidak merata. Dalam jangkauan sudut *azimuth* 270-90 derajat didapatkan polusi cahaya yang tergolong sedang dan pada *azimuth* 90-270 tergolong tinggi. Ketidakmerataan ini diakibatkan kondisi geografis Observatorium Bosscha. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan merancang observatorium baru yang memperhatikan kondisi geografis dan pengendalian polusi cahaya saat ini dan yang akan datang dengan tinjauan data utama yang didapatkan dari penelitian polusi cahaya di Observatorium Bosscha.

Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari observasi dan survei lapangan serta wawancara terkait. Data yang diperoleh dari observasi, survei, dan wawancara adalah kondisi polusi cahaya di sekitar *site* yang berpengaruh terhadap objek observatorium, pertumbuhan penduduk dengan tingkat pencahayaan pada perumahan, vegetasi sekitar *site*, potensi *site*, kondisi malam dan pagi pada *site*, serta kegiatan penduduk sehari-hari. Selain data primer, data sekunder di dapatkan dari studi literatur dan preseden terkait observatorium. Studi literatur memiliki tujuan untuk memahami bagaimana kriteria optimal sebuah observatorium berdasarkan pemilihan *site*, persyaratan utama kondisi *site*, dan kondisi cara penanggulangan polusi cahaya dari *site*. Dari data studi preseden diperoleh sebuah contoh observatorium yang optimal untuk menentukan desain bangunan observatorium yang cocok diterapkan untuk *site* terpilih dengan memperhatikan efeknya terhadap polusi cahaya. Data dari studi preseden digunakan untuk referensi bagaimana bangunan observatorium yang akan dibangun nanti dari segi tampilan, bahan bangunan, topografi, sistem observatorium, studi ruang khusus observatorium, serta utilitas dan struktur yang akan digunakan.

Tahapan ketiga adalah analisis data. Data yang telah dikumpulkan diolah dengan proses analisis desain berdasarkan kriteria terkait observatorium yang optimal meliputi kriteria dari *site*, pengolahan hubungan antar bangunan di dalam *site* yang dapat menciptakan sirkulasi yang baik, besaran ruang yang dibutuhkan sesuai dengan regulasi terkait dan instrumen yang akan digunakan, jarak antara bangunan yang tidak akan mengganggu bangunan observatorium satu dengan yang lainnya, konsep penangan khusus terkait dengan polusi cahaya yang akan diterima oleh *site*, pencegahan terhadap polusi cahaya yang ada pada saat ini, serta dampak dari pemilihan material tampilan bangunan, struktur, dan pengolahan *site*. Selain itu terdapat analisis pengguna ruang, kelompok kegiatan ruang, besaran kebutuhan ruang khusus, dan pola hubungan ruang makro dan mikro, serta beberapa analisis dari lokasi tapak, kondisi iklim, analisis zonasi tapak, analisis bentuk dan tampilan, analisis struktur, serta analisis utilitas.

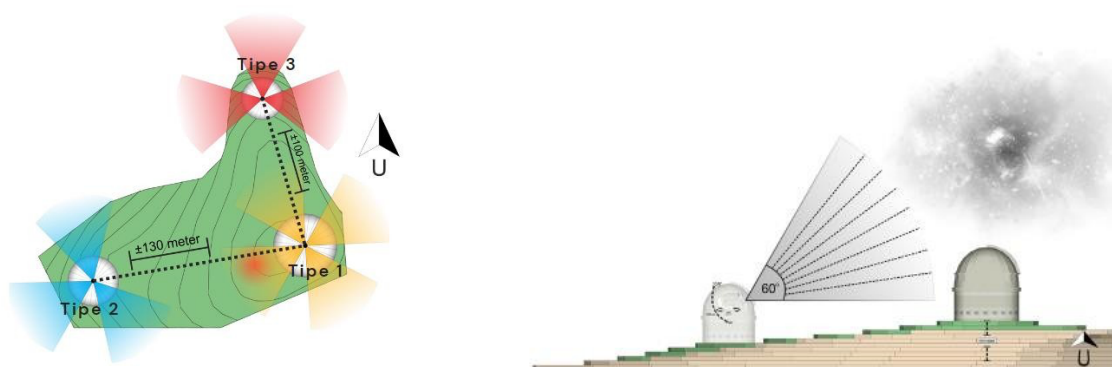
Tahapan keempat adalah perumusan konsep. Perumusan konsep dibuat untuk mendapatkan solusi dari masalah polusi cahaya yang ada dengan hasil akhir sebuah desain bangunan yang memenuhi kriteria dari observatorium berdasarkan proses analisis data. Perumusan konsep meliputi konsep tapak, konsep bentuk dan tampilan, konsep ruang, konsep struktur, dan konsep utilitas pada bangunan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Observatorium bintang yang optimal terhadap potensi polusi cahaya memiliki beberapa poin kriteria desain sebagai dasar dalam melakukan perancangan bangunan. Kriteria utama yang dibutuhkan oleh observatorium ada 3 yaitu kriteria tapak, kriteria ruang, dan kriteria bentuk serta tampilan bangunan. Kriteria tapak memiliki persyaratan yaitu pengolahan sesuai kebutuhan instrumen, dan penzanaan sesuai kebutuhan instrumen. Kriteria ruang yaitu dapat mendukung pengunjung, staf, dan instrumen dalam satu ruangan yang sama dengan sirkulasi yang baik serta mendukung proses penelitian dan edukasi. Kriteria bentuk dan tampilan harus merepresentasikan observatorium, menyesuaikan instrumen yang digunakan serta dapat bertahan dalam segala cuaca dan polusi cahaya. Selain 3 kriteria utama di atas, terdapat 2 kriteria sekunder yang meliputi sirkulasi, serta struktur dan utilitas. Kriteria sirkulasi meliputi fleksibilitas sirkulasi untuk pengunjung dan bangunan satu dengan yang lain harus terkoneksi dengan baik di dalam *site*. Kriteria struktur dan utilitas untuk observatorium harus dapat menanggulangi kondisi kontur yang ekstrem dan tidak menghalangi proses pengamatan dan tidak menghalangi proses pengamatan dan penelitian, serta sistem utilitas tidak boleh mengganggu proses penelitian.

Beberapa kriteria di atas memiliki desain khusus yang harus bisa menanggulangi polusi cahaya dengan penerapan desain yaitu, pengolahan tapak yang berkontur dengan menyusun penataan massa bangunan untuk mencegah polusi cahaya yang dapat mengganggu proses penelitian dan pengamatan dengan, pengolahan tampilan bangunan yang harus dapat mencegah polusi cahaya mengganggu proses penelitian dan pengamatan serta dapat menyesuaikan kebutuhan tampilan dari observatorium serta ketahanan tampilan bangunan terhadap cuaca yang ada di area *site*, dan yang terakhir adalah penggunaan struktur bangunan khusus yang dapat mengatur keluar masuknya cahaya sesuai dengan kebutuhan penelitian dan pengamatan. 3 kriteria desain utama ini tidak akan berfungsi secara optimal apabila tidak dapat merespons perkembangan jumlah pemukiman penduduk yang akan menciptakan polusi cahaya. Oleh karena itu, konsep penanganan khusus terhadap polusi cahaya harus diterapkan pada observatorium ini. Konsep penanganan khusus mengatur perkembangan jumlah pemukiman penduduk dengan membagi 4 radius area dari titik utama *site* dan melebar sejauh 2.5 km.

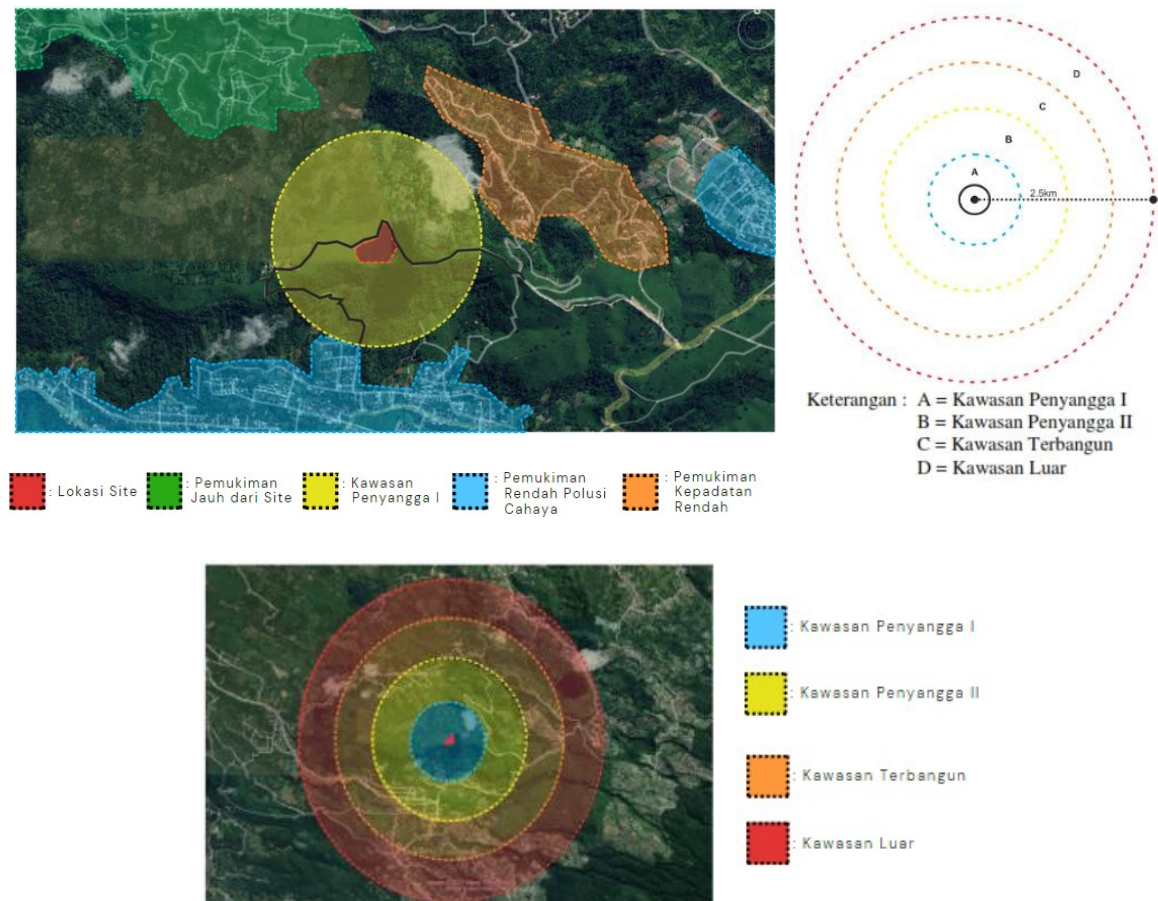
Dari Kriteria desain di atas didapatkan konsep penempatan bangunan yang mengatur titik penempatan bangunan penelitian utama yaitu bangunan observatorium (Gambar 1). Penempatan ini memberikan efek pencegahan polusi cahaya yang akan masuk ke dalam *site*. Konsep penempatan massa bangunan ini juga memiliki kriteria khusus di mana bangunan tidak boleh saling menutupi arah pengamatan satu sama lain sesuai dengan sudut *alt-azimuth* yang digunakan.



Gambar 1
Konsep Penempatan Bangunan

1. Konsep penanganan khusus penanggulangan potensi polusi cahaya pada site

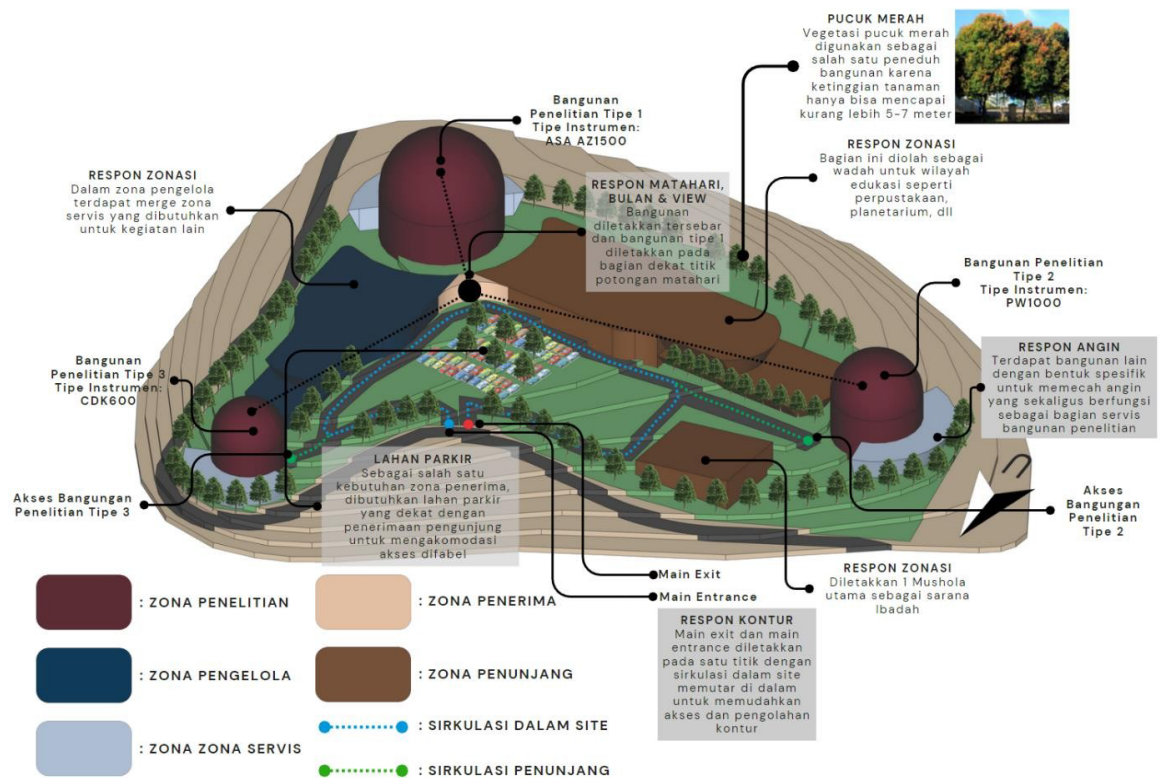
Konsep penanganan khusus merupakan konsep yang diambil dari Observatorium Bosscha dalam langkahnya untuk menanggulangi polusi cahaya yang terjadi di sekitar kompleks Bosscha (Gambar 2). Konsep ini membagi 4 zona dari radius lingkaran dengan titik tengah adalah *site*. Konsep penanganan khusus terdiri dari 4 zona yang meliputi, 1. Kawasan Penyangga I di mana Lahan hanya untuk perkebunan tanaman rendah dan sumber cahaya minimal; 2. Kawasan Penyangga II dengan Kawasan transisi dengan sumber cahaya yang rendah dan kepadatan pemukiman rendah; 3. Kawasan Penyangga Terbangun di mana Kawasan Terbangun, tidak dilanjutkan pemukiman baru, dengan batasan penerangan; 4. Kawasan Luar dengan Pengendalian Kawasan, dengan penggunaan lahan selektif. Konsep ini digunakan oleh Bosscha untuk penanggulangan polusi cahaya, namun konsep penanganan ini hanya dapat mengatur sebagian kecil dari sumber polusi cahaya. Konsep penanganan khusus ini dapat digunakan dalam perancangan observatorium yang baru mulai dari penentuan kawasannya, dan bagaimana observatorium ini menanggulangi potensi polusi cahaya ke depannya. Dalam realisasinya, konsep penanganan khusus ini digunakan untuk menentukan potensi lokasi Pembangunan observatorium di Kemuning, Kabupaten Karanganyar, dengan menganalisis radius polusi cahaya sesuai dengan konsep penanganan khusus. Dari hasil analisis konsep penanganan khusus lokasi *site* yang berlokasi di Kemuning, Kabupaten Karanganyar ini sudah memenuhi konsep penanganan khusus sehingga *site* memiliki potensi yang optimal untuk dibangun sebuah observatorium.



Gambar 2
Konsep Penanganan Khusus

2. Konsep tapak yang dapat menanggulangi polusi cahaya

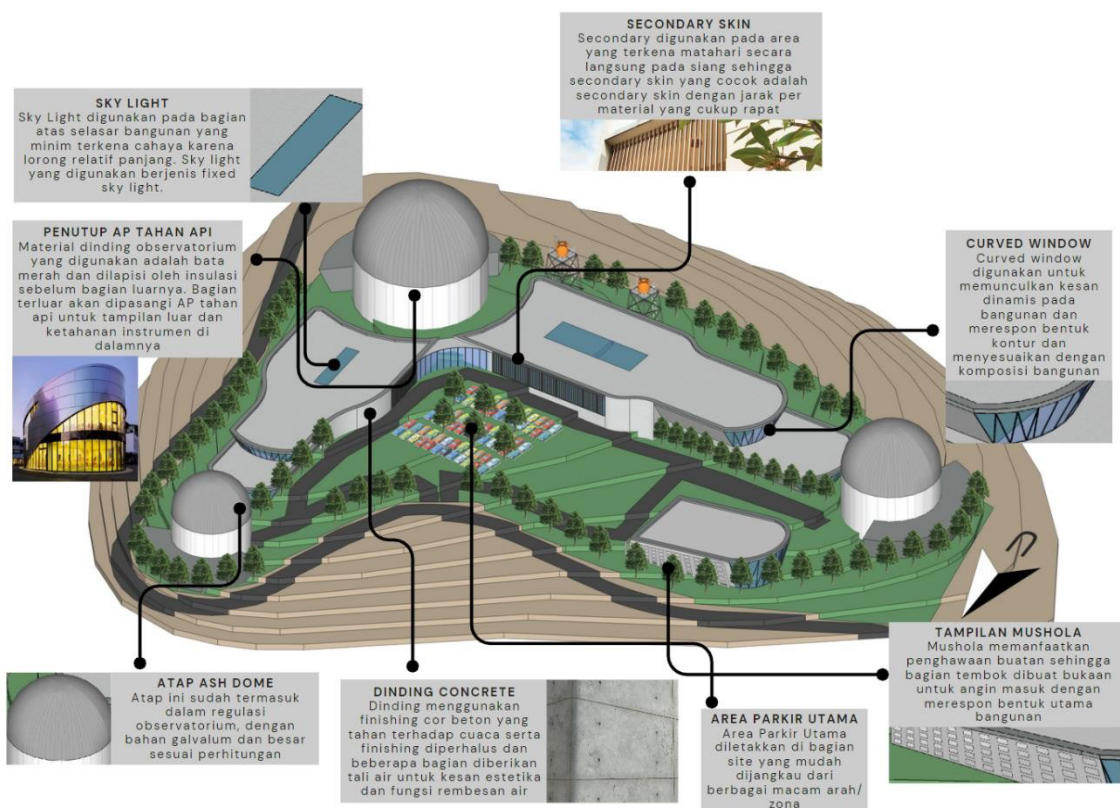
Konsep tapak harus dapat menjadi salah satu cara untuk menanggulangi polusi cahaya pada *site* observatorium. Cara menanggulangnya yaitu dengan memberikan penghalang di sekitar *site*. Penghalang memiliki macam-macam jenis, yaitu dapat berupa *secondary skin* di sekitar *site*, tembok masif di sekitar *site*, dan vegetasi alami seperti pepohonan (Gambar 3). Dalam konsep tapak Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini salah satu penanggulangannya adalah dengan menggunakan vegetasi di sekitar *site*. Cara ini sudah digunakan oleh Bosscha untuk menanggulangi polusi cahaya yang ada pada kompleks Observatorium Bosscha. Penanggulangan ini dilakukan dengan penanaman vegetasi dengan ketinggian yang tidak melebihi observatorium itu dan vegetasi yang digunakan memiliki dedaunan yang rimbun sehingga dapat menangkis cahaya yang berusaha masuk ke area *site*. Dalam konsep ini vegetasi yang digunakan adalah tanaman pucuk merah dengan ketinggian 5-7 meter. Tanaman pucuk merah memiliki dedaunan yang rimbun dan dapat menanggulangi cahaya yang berusaha menembus ke area *site*.



Gambar 3
Konsep Tapak

3. Konsep tampilan yang dapat menanggulangi polusi cahaya

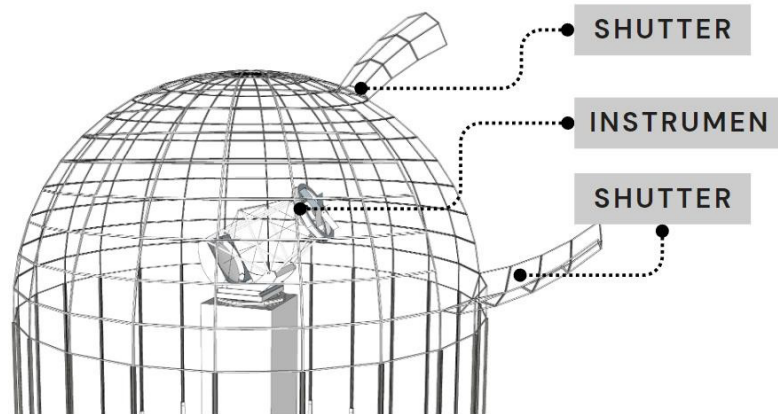
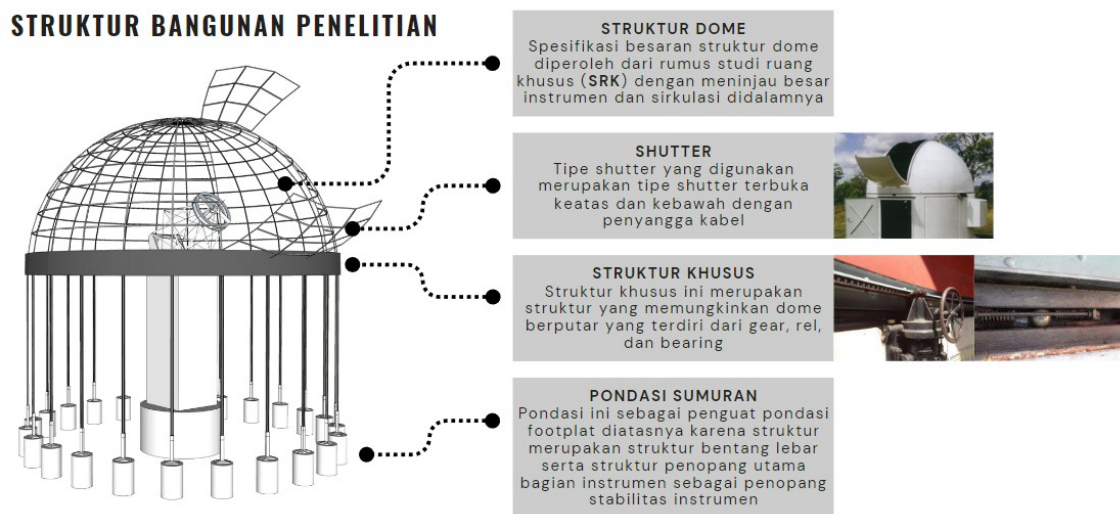
Konsep tampilan juga dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menanggulangi potensi polusi cahaya yang dapat mengganggu proses penelitian dan pengamatan bintang. Penggunaan material tampilan berpotensi tinggi untuk dapat menanggulangi polusi cahaya yang masuk ke dalam *site*. Penggunaan tampilan dari observatorium yang dekat dengan pemukiman tidak boleh terlalu reflektif terhadap sinar matahari yang nantinya akan mengganggu pandangan orang di siang hari dan juga di waktu malam yang akan berbalik memantulkan cahaya lampu malam kembali ke dalam *site*. Oleh karena itu pemilihan material tutupan bangunan harus dapat merespons hal tersebut. Dalam konsep tampilan, tampilan yang digunakan oleh bangunan penunjang observatorium adalah tampilan yang tidak berkilau atau bersifat tidak memantulkan cahaya. Material tutupan yang digunakan oleh bangunan penunjang observatorium adalah dinding *finishing* beton di mana beton yang digunakan akan diolah sehingga tidak akan terlalu memantulkan cahaya dikala malam maupun siang hari. Selain itu pemilihan tutupan yang digunakan oleh bangunan observatorium juga memiliki sifat yang sama. Konsep tampilan dari bangunan observatorium akan menggunakan penutup *aluminium panel* (AP) tahan api dengan tampilan yang tidak terlalu memantulkan cahaya. Dengan digunakannya penutup tampilan yang tidak bersifat memantulkan cahaya, hal tersebut akan mengurangi polusi cahaya yang masuk ke dalam *site* (Gambar 4).



Gambar 4
Konsep Tampilan

4. Konsep struktur yang dapat menanggulangi polusi cahaya

Konsep lain yang harus dapat menanggulangi polusi cahaya adalah struktur. Struktur yang digunakan untuk menanggulangi polusi cahaya ini ada pada bangunan observatoriumnya. Struktur ini merupakan struktur khusus yang digunakan hanya pada bangunan observatoriumnya. Konsep struktur ini digunakan dengan mengambil referensi dari Observatorium Bosscha. Struktur khusus ini memungkinkan untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk ke dalam bangunan observatorium itu dan memungkinkan untuk memindahkan arah pengamatan apabila titik pengamatan tertentu sangat terganggu oleh polusi cahaya. Struktur yang dipakai adalah struktur *shutter* (Gambar 5). Struktur ini merupakan struktur yang terdapat pada atap yang dapat terbuka dan tertutup untuk menyesuaikan intensitas cahaya yang masuk ke dalam observatorium. Struktur ini memiliki engsel untuk buka tutup dari atap observatorium. Selain struktur *shutter*, struktur lain untuk menanggulangi polusi cahaya adalah struktur khusus. Struktur khusus ini memungkinkan atap dari observatorium berputar sesuai dengan sudut *azimuth* apabila diperlukan. Dengan menggunakan struktur ini atap observatorium dapat berputar sesuai arah pengamatan yang diinginkan atau yang memiliki potensi polusi cahaya paling rendah. Struktur ini merupakan referensi dari atap Observatorium Bosscha yang dapat berputar sesuai dengan pengaturan yang diinginkan.



Gambar 5
Konsep Struktur

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penanggulangan potensi polusi cahaya merupakan salah satu cara dari beberapa banyak cara untuk mengoptimalkan proses penelitian dan pengamatan astronomi yang dilakukan oleh sebuah observatorium. Penanggulangan ini menjadi sangat penting mengingat laju pertumbuhan penduduk selalu meningkat setiap waktu dan akan mengakibatkan peningkatan polusi cahaya. Polusi cahaya dari waktu ke waktu akan terus bertambah dan langkah yang dapat diambil dari observatorium adalah mencegah atau melakukan sebuah penanggulangan. Dengan melakukan empat tahapan metode penelitian, didapatkan beberapa cara penanggulangan polusi cahaya dengan menggunakan konsep penanganan khusus yang sudah pernah digunakan oleh Observatorium Bosscha, mengolah site, mengolah tampilan, serta mengolah struktur.

Pengolahan konsep penanganan khusus, pengolahan *site*, pengolahan tampilan, serta pengolahan struktur didasari dari potensi polusi cahaya yang terjadi saat itu serta polusi cahaya yang akan datang nantinya. Dari data penelitian, konsep penanganan khusus mengatur polusi cahaya secara makro, dengan mengatur perkembangan pemukiman yang terjadi di area sekitar *site*. Konsep penanganan khusus ini memberikan regulasi terhadap area di sekitar *site* dengan membagi area menjadi 4. Konsep ini masih tergolong lemah untuk diterapkan, karena konsep ini menyangkut kebutuhan penduduk yang ada di sekitar *site*, sehingga persetujuan penduduk dibutuhkan untuk menerapkan konsep ini. Untuk pengolahan secara mikro dilakukan di dalam *site* dengan cara mengolah *site*, dengan memberikan mitigasi polusi cahaya yaitu menempatkan beberapa vegetasi di titik tertentu untuk mencegah cahaya masuk, serta memberikan dinding di sekitar *site* dengan tujuan yang sama. Pengolahan tampilan mengatur pengaruh cahaya apabila cahaya berhasil masuk ke dalam *site* dengan tujuan tampilan yang di gunakan tidak akan memantul dan menyebabkan gangguan dalam proses penelitian dan pengamatan. Pengolahan struktur mengatur keluar masuknya cahaya yang diperlukan dalam proses pengamatan dengan menggunakan struktur khusus yaitu struktur *shutter*. Struktur ini memungkinkan para peneliti mengatur keluar masuk cahaya yang diperlukan pada saat melakukan pengamatan. Selain struktur *shutter*, struktur khusus lain yang digunakan adalah struktur yang memungkinkan atap bangunan observatorium berputar. Struktur ini berfungsi untuk menghindari cahaya yang berlebihan dari titik tertentu. Dengan adanya penanggulangan polusi cahaya diharapkan Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini dapat beroperasi secara optimal untuk beberapa tahun ke depan dengan terus mempertimbangkan potensi polusi cahaya yang terjadi setiap tahunnya.

Saran yang dapat diberikan untuk perencanaan bangunan Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar yaitu agar selalu bisa merespons potensi polusi cahaya yang akan selalu meningkat setiap waktunya dan agar terus bisa berkembang dari sisi teknologi dan pengolahan kewasannya. Konsep penanggulangan polusi cahaya yang dilakukan oleh Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini masih dapat dikembangkan dan disempurnakan berdasarkan potensi dan kondisi dari *site*. Konsep penanggulangan ini diharapkan dapat menjadi acuan dari perancangan observatorium bintang di daerah lain dalam mengatur polusi cahaya yang akan terus berkembang agar observatorium yang dirancang dapat berfungsi secara optimal. Selain itu saran lain untuk penelitian konsep penanggulangan polusi cahaya pada Observatorium Bintang di Kabupaten Karanganyar ini agar dapat dijadikan sebuah acuan atau referensi untuk perancangan observatorium lain ke depannya.

REFERENSI

- Fachrunnisa, A. T., Daryanto, T. J., & Farkhan, A. (2022). Penyatuan bangunan dan Lingkungan Melalui Komposisi Massa dengan Pendekatan Arsitektur Organik pada Planetarium Tawangmangu. *Jurnal Senthong*, 65-76.
- Kartini, N., & Burhanudin, H. (t.thn.). Pengujian Kriteria Kawasan Tertentu Terhadap Kompleks Observatorium Bosscha sebagai Dasar Penentuan Bentuk Pengelolaan Kawasan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 1-13.
- Prastyo, H. A., & Herdiwijaya, D. (2018). Analisis Dinamika Polusi Cahaya di Sekitar Observatorium Bosscha Berdasarkan Citra Satelit VIIRS-DNB. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5*, 1-10.
- Sylvie, & Anastasia Maurina, S. M. (t.thn.). Rancangan Atap Retractable pada Observatorium Bosscha. *Jurnal Universitas Katolik Parahyangan*, 1-17.
- Wauamas, A. A. (2013). The Typology of Astronomical Observatories. *Delft University of Technology Journal*.