BAB II

Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan Hakikat Objek Studi

2.1.1 Kawasan UMKM dalam Konteks Wisata

UMKM merupakan sektor ekonomi rakyat yang memiliki karakter fleksibel, padat karya, dan berbasis kreativitas lokal. Dalam konteks kawasan wisata, UMKM memegang peran strategis sebagai penggerak ekonomi sekaligus pembentuk identitas budaya. Kementerian Koperasi dan UMKM (2022) menjelaskan bahwa UMKM menyumbang sekitar 60% Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia dan menyerap lebih dari 97% tenaga kerja, sehingga keberadaannya sangat penting bagi keberlanjutan ekonomi lokal.

Dalam perspektif wisata, UMKM berperan sebagai daya tarik utama. Produk lokal seperti kuliner khas, kerajinan tangan, karya seni, dan berbagai produk kreatif lainnya menjadi magnet bagi wisatawan yang ingin mendapatkan pengalaman otentik tentang budaya setempat. Zukin (2010) menekankan bahwa identitas kota dibangun melalui *cultural materiality*, yaitu representasi fisik dari budaya lokal yang tercermin dalam produk UMKM. Oleh karena itu, UMKM bukan sekadar kegiatan ekonomi, tetapi elemen yang memperkaya narasi budaya kota. (Mayo, 2011)

Dalam konteks ruang, UMKM menjadi *urban activator*. Kehadiran UMKM menciptakan kegiatan harian yang dinamis dan berulang. Montgomery (1998) menjelaskan bahwa vitalitas kota (*urban vitality*) muncul dari interaksi sosial, aktivitas ekonomi, dan kenyamanan ruang (Scroll & For, 1998). Ketika UMKM ditempatkan di kawasan taman wisata, kawasan tersebut menjadi hidup sepanjang waktu karena kegiatan ekonomi menghasilkan arus pengunjung dan menciptakan ritme aktivitas yang terus berlangsung. UMKM juga memiliki peranan pendidikan budaya. Melalui kegiatan seperti workshop batik, demo memasak makanan tradisional, atau pembuatan kerajinan, pengunjung dapat mengetahui proses kreatif di balik produk lokal. Hal ini menciptakan pengalaman wisata yang lebih mendalam, di mana wisatawan tidak hanya melihat produk, tetapi memahami nilai-nilai budaya yang melatari pembuatan produk tersebut.

Dari sisi spasial, UMKM membutuhkan ruang yang dirancang secara ergonomis dan fleksibel. Ruang untuk UMKM harus mudah diakses, memiliki

hubungan visual yang kuat dengan ruang publik, dan dilengkapi dengan sirkulasi yang nyaman. Alexander (1977) menegaskan bahwa ruang komersial yang baik harus memiliki pola interaksi yang jelas, keterbukaan visual, dan akses langsung dari jalur sirkulasi utama. Dengan demikian, perancangan ruang UMKM dalam taman wisata harus mempertimbangkan aspek visual, kenyamanan iklim, arus pengunjung, serta integrasi dengan elemen lanskap (Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, 1997).

2.1.2 Pengertian Taman Wisata

Taman wisata pada hakikatnya merupakan bentuk ruang publik (*public open space*) yang hadir sebagai respons terhadap kebutuhan masyarakat urban akan ruang untuk bersosialisasi, berekreasi, mengakses alam, serta menjaga kesehatan fisik dan mental. Keberadaan taman wisata tidak dapat dipisahkan dari proses urbanisasi yang menyebabkan meningkatnya kepadatan penduduk, berkurangnya ruang hijau, dan meningkatnya tekanan psikologis akibat gaya hidup perkotaan yang serba cepat. Menurut Gehl (2011), manusia membutuhkan ruang luar yang memungkinkan terjadinya aktivitas sosial dan aktivitas pilihan secara bebas, sehingga ruang publik seperti taman memiliki peran sentral dalam menciptakan kota yang sehat dan manusiawi (Gehl, 2011).

Secara ekologis, taman wisata merupakan infrastruktur hijau (*green infrastructure*) yang memainkan peran penting dalam menyediakan jasa ekosistem. Jasa ekosistem tersebut meliputi penyediaan oksigen, peningkatan keanekaragaman hayati, penyerapan karbon, dan pengaturan iklim mikro. Forman (2014) menjelaskan bahwa taman kota mampu menurunkan suhu lingkungan secara signifikan melalui proses evapotranspirasi, sehingga memberikan efek pendinginan alami bagi kawasan sekitarnya. Selain itu, taman berfungsi sebagai daerah resapan air yang mampu menahan limpasan permukaan dan membantu penyerapan air hujan ke dalam tanah, sehingga berpotensi mengurangi risiko banjir perkotaan (Pollio, 2016).

Dalam konteks Semarang, keberadaan taman wisata memiliki relevansi yang sangat besar karena kota ini menghadapi ancaman banjir hampir setiap tahun. Dengan integrasi sistem drainase pintar ke dalam desain taman, taman wisata dapat berfungsi sebagai elemen mitigasi banjir yang memadukan teknologi modern dengan prinsip-prinsip ekologi lanskap. Konsep seperti *rain garden*, bioswale, kolam retensi, dan permukaan permeabel merupakan bagian dari taman wisata yang berfungsi ekologis sekaligus estetis (Beatley,

2017). Hal ini menunjukkan bahwa taman bukan hanya ruang rekreasi, tetapi bagian integral dari sistem ketahanan lingkungan kota.

Dari perspektif sosial, taman wisata berfungsi sebagai ruang interaksi sosial lintas kelompok. Giddens (1984) menekankan bahwa ruang publik adalah arena pembentukan struktur sosial karena di sanalah terjadi interaksi antarmanusia yang membangun rasa kebersamaan dan menciptakan identitas komunitas (Giddens, 1984). Di dalam taman wisata, berbagai aktivitas seperti olahraga bersama, festival budaya, pertunjukan seni, dan kegiatan komunitas dapat memperkuat kohesi sosial dan menciptakan ruang yang inklusif bagi seluruh lapisan masyarakat.

Dari perspektif psikologis, paparan terhadap vegetasi, suara air, dan suasana terbuka memiliki efek restoratif terhadap kondisi mental manusia. Ulrich (1986) menjelaskan bahwa interaksi dengan alam dapat menurunkan stres, meningkatkan konsentrasi, dan memperbaiki kesehatan mental (Ulrich, 1986). Oleh karena itu, taman wisata yang dirancang dengan prinsip *biophilic design* dapat meningkatkan kesejahteraan psikologis masyarakat. Secara konseptual, taman wisata adalah ruang multi-dimensi yang menyatukan fungsi ekologis, rekreatif, sosial, dan estetika secara harmonis. Dalam konteks proyek ini, taman wisata menjadi wadah utama untuk menampung berbagai aktivitas wisata, edukasi drainase pintar, kegiatan budaya, UMKM, serta interaksi sosial masyarakat.

2.1.3 Sistem Drainase Pintar

Sistem drainase pintar merupakan inovasi teknologi yang mengintegrasikan prinsip-prinsip hidrologi, rekayasa teknis, sensor berbasis Internet of Things (IoT), dan pemrosesan data real-time untuk mengelola aliran air secara adaptif dan efisien. Pada dasarnya, drainase pintar dirancang untuk mengatasi keterbatasan sistem drainase konvensional yang tidak mampu merespons perubahan intensitas curah hujan, peningkatan limpasan permukaan, dan dinamika iklim ekstrem yang semakin sering terjadi di kawasan perkotaan. Dalam konteks kota-kota Indonesia, terutama Semarang yang menghadapi tantangan banjir karena penurunan muka tanah, rob, dan curah hujan intensitas tinggi, drainase pintar menjadi solusi strategis untuk meningkatkan kapasitas kota dalam menghadapi risiko hidrometeorologis (Nasional & Bencana, 2025). Sistem ini memastikan bahwa air dapat dialirkan, ditahan, atau dialihkan secara otomatis berdasarkan kondisi aktual di lapangan melalui integrasi sensor dan sistem kendali.

Konsep dasar drainase pintar berangkat dari sistem monitoring hidrologis yang dilengkapi sensor ketinggian air, sensor curah hujan, sensor kelembapan tanah, dan perangkat logika yang menganalisis data secara real-time. Data yang diperoleh kemudian dikirim ke pusat kontrol atau *cloud system* untuk dianalisis sehingga sistem dapat mengaktifkan komponen mekanis seperti katup otomatis, pintu air, atau pompa sesuai kebutuhan (Ummah, 2019). Dengan mekanisme ini, drainase pintar mampu mengurangi risiko genangan serta mencegah luapan air yang dapat merusak infrastruktur dan menghambat aktivitas masyarakat. Sistem ini juga dapat memberikan peringatan dini (*early warning system*) ketika terdeteksi potensi banjir, sehingga masyarakat dan pemerintah dapat mengambil tindakan preventif secara cepat dan tepat.

Sistem drainase konvensional umumnya dirancang dengan pola gravitasi, menggunakan jaringan saluran tertutup atau terbuka berbahan beton. Ketika curah hujan meningkat tajam, seperti yang terjadi di Semarang dengan intensitas mencapai 3.000-3.500 mm per tahun (BMKG, 2024), kapasitas saluran ini sering kali tidak mampu menampung volume air yang datang secara cepat. Akibatnya, terjadi limpasan permukaan yang tinggi dan genangan di daerah dengan elevasi rendah. Selain itu, sistem konvensional tidak memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan intensitas hujan atau pasang surut air laut, sehingga sering menyebabkan masalah drainase ganda di kawasan pesisir. Menurut Bappeda Semarang (2024), lebih dari 40% wilayah Semarang bawah termasuk zona rawan genangan dan banjir rob akibat keterbatasan sistem drainase konvensional yang tidak tanggap terhadap dinamika hidrologis. Sebaliknya, Sistem Drainase Pintar (Smart Drainage System) menawarkan pendekatan yang jauh lebih integratif dan adaptif terhadap kondisi lingkungan perkotaan modern. Sistem ini tidak hanya berfungsi untuk mengalirkan air, tetapi juga mengelola siklus air hujan secara berkelanjutan melalui proses penahanan, penyaringan, dan pemanfaatan kembali. Dengan dukungan teknologi sensor, sistem pintar mampu memonitor dan mengatur aliran air secara real-time berdasarkan data cuaca, intensitas hujan, dan kapasitas saluran (PUB Singapore, 2023). Teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengaturan otomatis pada pompa, katup, serta tangki penyimpanan air, sehingga limpasan dapat dikontrol secara dinamis. Hal ini membuat sistem drainase pintar jauh lebih responsif terhadap perubahan kondisi iklim dan cuaca ekstrem dibanding sistem konvensional yang bersifat statis dan pasif. Dari sisi ekologis, sistem drainase pintar lebih unggul karena mengintegrasikan prinsip Water Sensitive Urban Design

(WSUD) ke dalam perancangan arsitektur lanskap. Alih-alih menutup permukaan tanah dengan beton, sistem ini menggunakan rain garden, bioswale, kolam retensi, dan paving berpori untuk memaksimalkan infiltrasi air ke dalam tanah. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi beban saluran utama, tetapi juga memperkaya keanekaragaman hayati perkotaan serta memperbaiki mikroklimat lokal (Zhang, K., Chui, T. F. M., & Wang, 2020). Sebaliknya, sistem konvensional justru memperparah efek urbanisasi dengan menutup permukaan tanah dan meningkatkan suhu lingkungan akibat berkurangnya evapotranspirasi alami.

Dalam pendekatan modern, sistem drainase pintar dikembangkan melalui konsep *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) yang menekankan bahwa air tidak hanya dianggap sebagai ancaman, tetapi juga sebagai bagian integral dari perancangan kota (Wong, 2006). Drainase pintar dapat dikombinasikan dengan elemen-alami seperti *bioswale*, *rain garden*, kolam retensi, dan ruang terbuka hijau untuk meningkatkan infiltrasi alami dan mengurangi limpasan permukaan. Dengan demikian, sistem ini tidak bergantung sepenuhnya pada saluran tertutup, tetapi memanfaatkan interaksi antara teknologi dan elemen ekologi untuk menciptakan keseimbangan hidrologis yang berkelanjutan. Hal ini sangat relevan dengan kondisi Semarang yang memerlukan solusi adaptif untuk mengelola curah hujan tinggi sekaligus menyediakan ruang publik berkualitas melalui integrasi taman dan elemen air.

Keuntungan utama dari drainase pintar adalah kemampuannya berfungsi secara adaptif. Berbeda dengan drainase konvensional yang bersifat statis, drainase pintar dapat mengatur kapasitas tampungan, mengalihkan aliran air ke zona aman, dan mengoptimalkan penggunaan ruang resapan berdasarkan estimasi cuaca dan kondisi hidrologis. Bahkan beberapa sistem modern menggunakan model prediktif berbasis *machine learning* untuk memperkirakan potensi banjir beberapa jam sebelum terjadi, sehingga proses mitigasi dapat dilakukan lebih cepat (Lin, Y., Li, Y., Zhang, D., & Wang, 2023). Kemampuan prediktif ini menjadi sangat penting pada kawasan rawan banjir karena memberi waktu kepada pengelola untuk mengoperasikan pompa tambahan, menutup pintu air tertentu, atau mengarahkan air ke kolam retensi.Dari sisi desain kawasan, drainase pintar memungkinkan terciptanya ruang publik yang aman secara hidrologis tanpa mengor bankan fungsi estetika dan rekreasi. Sistem ini dapat diintegrasikan sebagai elemen lanskap yang menyatu dengan jalur pedestrian, taman tematik, plaza, atau area UMKM. Misalnya, saluran drainase dapat didesain sebagai kanal terbuka estetis yang menunjukkan alur air secara transparan, kolam retensi dapat

dijadikan fitur air (*water feature*), dan bioswale dapat diintegrasikan sebagai elemen vegetasi hias. Penggabungan elemen teknis dan estetis ini sejalan dengan teori *ecological urbanism* yang menyatakan bahwa infrastruktur ekologis harus bersifat edukatif, estetis, dan terintegrasi dengan pengalaman ruang pengunjung (Mostafavi et al., 2016).

Selain fungsi hidrologis dan estetika, drainase pintar juga memiliki nilai edukatif dan sosial. Ketika diterapkan dalam ruang publik seperti taman wisata, sistem ini dapat memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan air perkotaan, konservasi lingkungan, dan mitigasi banjir. Panel informasi, tampilan digital real-time, atau signage edukatif dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana air disalurkan dan diolah. Dengan demikian, taman wisata bukan hanya ruang rekreasi, tetapi juga pusat edukasi publik tentang keberlanjutan.

2.1.4 Integrasi dengan Pengolahan Air di Taman Wisata UMKM

Dalam konteks perencanaan kawasan wisata berbasis sistem drainase pintar, pengelolaan air hujan menjadi salah satu aspek fundamental yang menentukan keberlanjutan lingkungan dan ketahanan kawasan terhadap risiko hidrologis. Air hujan yang jatuh ke permukaan kawasan tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan secara langsung, melainkan mengalami proses distribusi menjadi infiltrasi, evapotranspirasi, dan limpasan permukaan (*runoff*). Oleh karena itu, pemahaman mengenai *rainwater runoff* dan *rainwater harvesting* menjadi sangat penting sebagai dasar dalam merancang sistem pengelolaan air yang terintegrasi, adaptif, dan efisien.

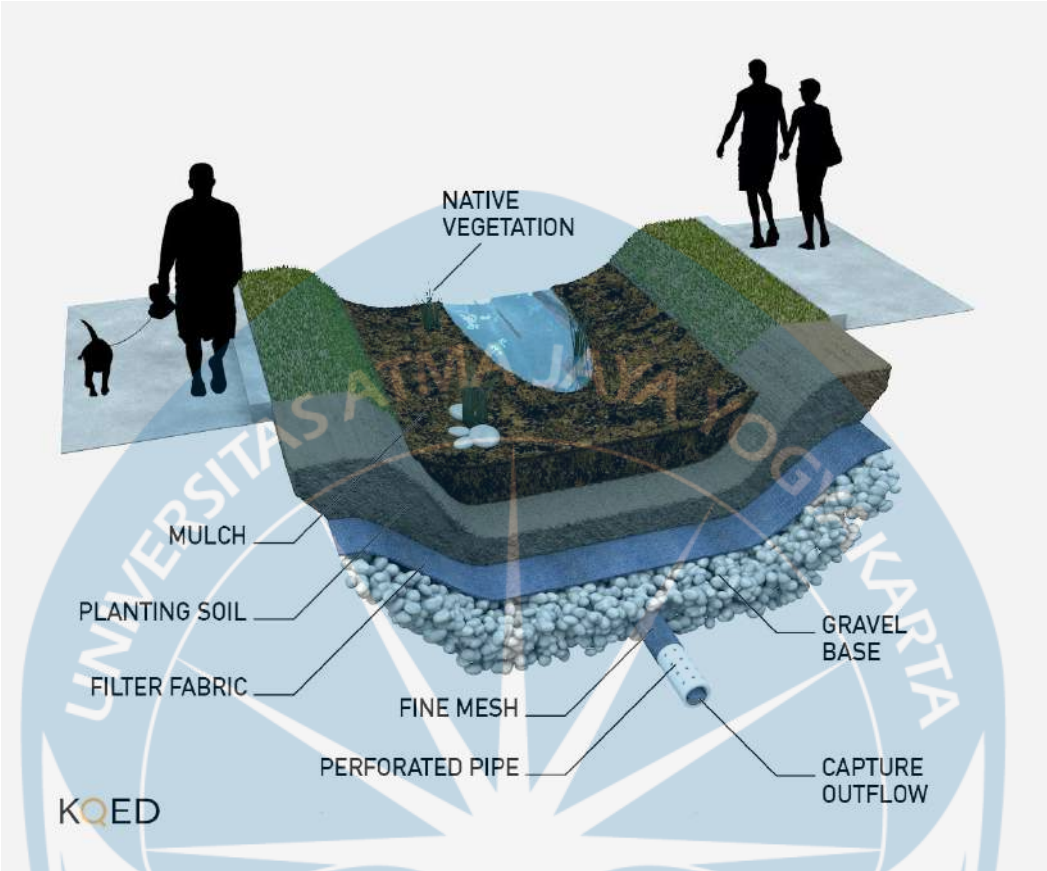
A. Rain Water Runoff

Rainwater runoff atau limpasan air hujan merupakan bagian penting dalam siklus hidrologi yang menggambarkan aliran air di atas permukaan tanah setelah terjadinya presipitasi. Runoff terjadi saat air hujan yang jatuh ke permukaan bumi tidak sepenuhnya dapat meresap ke dalam tanah (infiltrasi), sehingga mengalir menuju saluran alami maupun buatan seperti sungai dan sistem drainase. Dalam kajian hidrologi, runoff dipahami sebagai komponen presipitasi yang berubah menjadi aliran permukaan akibat keterbatasan kapasitas infiltrasi tanah.



Gambar 2.1.1 Contoh Rainwater Runoff

Proses terbentuknya *rainwater runoff* sangat dipengaruhi oleh interaksi antara intensitas curah hujan, kondisi kelembaban tanah, serta karakteristik fisik lahan. Ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka kelebihan air tidak dapat meresap dan akan mengalir di atas permukaan sebagai limpasan. Selain itu, tingkat kejenuhan tanah juga memiliki peran penting, di mana limpasan permukaan cenderung meningkat secara signifikan ketika tanah telah mencapai kondisi jenuh. Secara mekanisme, proses *rainwater runoff* diawali dari presipitasi yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan yang mencapai permukaan tanah selanjutnya mengalami beberapa tahapan, yaitu intersepsi oleh vegetasi atau bangunan, infiltrasi ke dalam tanah, dan pembentukan limpasan permukaan apabila kapasitas infiltrasi telah terlampaui. Air limpasan tersebut kemudian mengalir mengikuti kemiringan lahan menuju titik terendah dan masuk ke dalam sistem aliran, seperti saluran drainase atau sungai. Dalam proses tersebut, waktu tempuh aliran (*travel time*) menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi besarnya debit limpasan yang dihasilkan, karena menentukan kecepatan akumulasi aliran pada suatu titik tertentu (Zhao & Wu, 2015). Contoh penerapan konsep *rainwater runoff* dalam sistem drainase terintegrasi dapat dilihat pada gambar di bawah, yang menunjukkan bagaimana limpasan air hujan dikelola melalui jaringan drainase untuk mengurangi potensi genangan dan banjir.



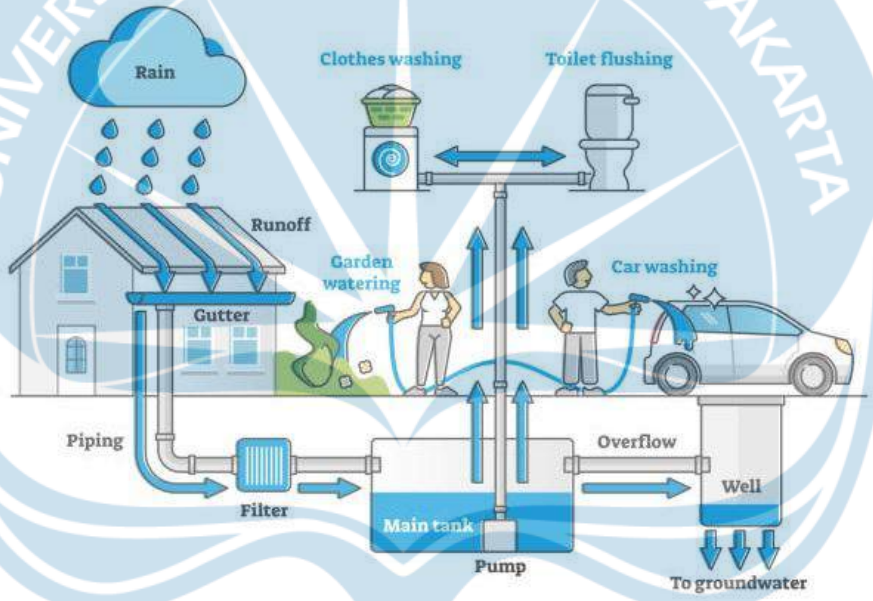
Gambar 2.1.2 Ilustrasi Penggunaan Rainwater Runoff dalam Sistem Drainase yang sudah Teringrasi

Dalam konteks perkotaan, peningkatan runoff sangat dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan. Permukaan kedap air seperti beton dan aspal mengurangi kemampuan infiltrasi sehingga meningkatkan volume limpasan. Studi menunjukkan bahwa berkurangnya lahan resapan akibat pembangunan dapat meningkatkan debit runoff dan berkontribusi terhadap terjadinya genangan maupun banjir. Oleh karena itu, pengelolaan runoff menjadi aspek penting dalam perencanaan sistem drainase berkelanjutan.

B. Rain Water Harvesting

Rainwater harvesting atau pemanenan air hujan merupakan suatu metode pengelolaan sumber daya air yang dilakukan dengan cara mengumpulkan, menampung, dan memanfaatkan air hujan untuk berbagai kebutuhan. Konsep ini menjadi salah satu solusi dalam pengelolaan air berkelanjutan, khususnya di wilayah perkotaan yang mengalami peningkatan limpasan air hujan (runoff) akibat berkurangnya area resapan. Rainwater

harvesting tidak hanya berfungsi sebagai alternatif sumber air, tetapi juga sebagai upaya untuk mengurangi volume limpasan permukaan dan risiko banjir (Campisano et al., 2017). Secara prinsip, rainwater harvesting bekerja dengan menangkap air hujan dari permukaan tangkapan (catchment area) seperti atap bangunan, kemudian mengalirkannya melalui sistem saluran menuju tempat penampungan. Air yang terkumpul dapat digunakan secara langsung maupun melalui proses pengolahan sederhana, tergantung pada kebutuhan penggunaannya. Sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan air serta mendukung konservasi sumber daya air (Tamer A. Gado. Kafr El Sheikh., 2020)



Gambar 2.1.3 Gambar 2.1.4.3 Ilustrasi sistem kerja Rainwater Harvesting (Kelvinwatertech, 2025)

Gambar di atas merupakan ilustrasi mekanisme kerja *rainwater harvesting* yang terdiri atas beberapa tahapan utama. Tahap pertama adalah penangkapan air hujan (*collection*), yaitu proses ketika air hujan jatuh dan tertangkap oleh permukaan tangkapan seperti atap bangunan atau permukaan kedap air lainnya. Tahap kedua adalah pengaliran (*conveyance*), yaitu proses mengalirkan air hujan melalui talang atau pipa menuju sistem penampungan. Selanjutnya, tahap ketiga adalah penyaringan (*filtration*), yang bertujuan untuk menyaring kotoran seperti daun, debu, dan partikel lainnya sebelum air masuk ke dalam tangki penyimpanan. Tahap keempat adalah penyimpanan (*storage*),

yaitu proses menampung air hujan dalam tangki atau reservoir untuk digunakan di kemudian hari. Tahap terakhir adalah pemanfaatan (*distribution*), yaitu penggunaan air sesuai dengan kebutuhan, seperti untuk irigasi, penyiraman tanaman, *flushing toilet*, serta kebutuhan domestik non-konsumsi lainnya (Fernandez-Fontaina et al., 2016). Dalam penerapannya, *rainwater harvesting* memiliki berbagai manfaat, antara lain mengurangi ketergantungan terhadap sumber air tanah, menurunkan volume limpasan air hujan (*runoff*), serta mengurangi beban sistem drainase perkotaan. Selain itu, sistem ini juga berperan dalam mitigasi banjir serta meningkatkan ketahanan air, khususnya di wilayah perkotaan dengan tingkat kepadatan tinggi(Campisano et al., 2017)

C. Penerapan dalam Taman

Integrasi antara *rainwater runoff* dan *rainwater harvesting* dalam perancangan taman wisata merupakan pendekatan komprehensif dalam pengelolaan air hujan berbasis ekologi. Pendekatan ini menggabungkan prinsip pengendalian limpasan (*runoff control*) dengan pemanfaatan kembali air hujan (*water reuse*), sehingga mampu mengurangi risiko banjir sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air. Dalam konteks perkotaan, integrasi ini menjadi bagian dari konsep *sustainable urban drainage system* (SUDS) dan *low impact development* (LID) yang menekankan pengelolaan air hujan sedekat mungkin dengan sumbernya (Campisano et al., 2017).

Secara konseptual, sistem ini bekerja dengan mengalirkan limpasan air hujan dari berbagai permukaan kedap air menuju elemen lanskap yang dirancang secara khusus, seperti *bioswale*, *rain garden*, dan kolam retensi. Elemen-elemen tersebut tidak hanya berfungsi sebagai pengendali aliran, tetapi juga sebagai media filtrasi alami yang mampu meningkatkan kualitas air sebelum ditampung. Air yang telah melalui proses tersebut kemudian disimpan dalam sistem *rainwater harvesting*, baik berupa tangki bawah tanah, kolam buatan, maupun reservoir terbuka, untuk selanjutnya dimanfaatkan kembali sesuai kebutuhan (Gado & El-Agha, 2020).

1. Prinsip Integrasi Sistem

Integrasi runoff dan harvesting dalam taman wisata didasarkan pada beberapa prinsip utama, yaitu:

- **Pengendalian di sumber (source control)**

Air hujan dikelola langsung di lokasi jatuhnya melalui elemen resapan dan penampungan awal.

- **Perlambatan aliran (detention and retention)**

Limpasan diperlambat menggunakan elemen lanskap untuk mengurangi debit puncak.

- **Peningkatan infiltrasi**

Air diarahkan untuk meresap ke dalam tanah melalui media permeabel.

- **Pemanfaatan ulang (reuse)**

Air yang ditampung digunakan kembali untuk kebutuhan taman.

- **Pengelolaan kualitas air**

Vegetasi dan tanah berfungsi sebagai filter alami untuk meningkatkan kualitas air.

Prinsip-prinsip ini menjadikan taman sebagai bagian dari infrastruktur hijau (*green infrastructure*) yang berfungsi aktif dalam siklus hidrologi perkotaan (Fletcher et al., 2015).

2. Komponen Sistem dalam Taman Wisata

Dalam implementasinya, integrasi ini terdiri atas beberapa komponen utama:

- **Area tangkapan (catchment area)**

Meliputi atap bangunan, jalur pedestrian, plaza, dan area terbuka lainnya.

- **Saluran pengarah (conveyance system)**

Berupa talang, saluran terbuka, atau drainase permukaan yang mengarahkan aliran ke titik tertentu.

- **Elemen pengendali limpasan**

Bioswale: memperlambat aliran dan menyaring air

Rain garden: meningkatkan infiltrasi

Perkerasan permeable: mengurangi limpasan langsung

- **Sistem penyimpanan (harvesting system)**

Kolam retensi/detensi

Tangki air bawah tanah

Danau buatan

- **Sistem distribusi ulang**

Air digunakan kembali untuk:

Irigasi taman

Air mancur dan elemen estetika

Fasilitas umum non-konsumsi

- **Overflow system**

Air berlebih dialirkan ke drainase kota secara terkendali.

3. Mekanisme Kerja Terintegrasi

1. Mekanisme kerja sistem integrasi ini dapat dijelaskan sebagai berikut:
2. Air hujan jatuh ke permukaan taman (atap, jalan, vegetasi).
3. Sebagian air meresap, sementara sisanya menjadi limpasan (*runoff*).
4. Limpasan dialirkan menuju *bioswale* dan *rain garden* untuk memperlambat aliran dan proses filtrasi.
5. Air yang telah tersaring dialirkan menuju kolam retensi atau tangki penyimpanan.
6. Air disimpan dan dimanfaatkan kembali sesuai kebutuhan taman.

Sistem ini mampu menurunkan debit puncak limpasan serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan air secara signifikan (Lee et al., 2016).

4. Manfaat Integrasi dalam Taman Wisata

Penerapan sistem ini memberikan berbagai manfaat, antara lain:

- **Hidrologis**:

Mengurangi limpasan permukaan, menurunkan risiko banjir, dan meningkatkan infiltrasi air tanah.

- **Lingkungan**:

Meningkatkan kualitas air melalui filtrasi alami serta mendukung keanekaragaman hayati.

- **Ekonomi**:

Mengurangi penggunaan air bersih dari sumber konvensional.

- **Estetika**:

Elemen air seperti kolam dan saluran vegetatif meningkatkan kualitas visual taman.

5. Studi Kasus di Indonesia

Beberapa taman di Indonesia telah menerapkan konsep serupa, antara lain:

- **Taman Tabebuya, Jakarta**

Taman ini memiliki kolam retensi yang berfungsi sebagai penampung limpasan air hujan sekaligus elemen estetika. Sistem ini membantu mengurangi genangan di kawasan sekitarnya.

- **Taman Kota 1 BSD, Tangerang Selatan**

Menggunakan danau buatan sebagai bagian dari sistem penampungan air hujan dari kawasan urban di sekitarnya, yang kemudian dimanfaatkan untuk irigasi lanskap.

- **Taman Cattleya, Jakarta Barat**

Dirancang sebagai taman resapan dengan fungsi utama mengurangi genangan melalui peningkatan infiltrasi dan penahanan air hujan.

Penerapan di berbagai kota tersebut menunjukkan bahwa taman dapat berfungsi sebagai infrastruktur pengelolaan air yang efektif sekaligus ruang publik.

6. Konsep Skema Desain (Penjelasan Gambar)

Secara visual, skema integrasi runoff dan rainwater harvesting dalam taman dapat digambarkan sebagai sistem alur berikut:

Hujan > Runoff > Bioswale/Rain Garden > Filtrasi > Kolam/Tangki > Pemanfaatan

- Desain taman biasanya memanfaatkan:
- kontur lahan untuk mengarahkan aliran
- vegetasi sebagai filter alami
- kolam sebagai elemen pusat (retensi + estetika)
- jalur air sebagai elemen edukatif

Dengan pendekatan ini, taman tidak hanya berfungsi pasif, tetapi menjadi sistem aktif dalam pengelolaan air perkotaan.

2.1.5 2.1.5 Integrasi Taman Wisata UMKM Drainase Pintar

Integrasi antara taman wisata, UMKM, dan sistem drainase pintar merupakan konsep utama yang membedakan proyek ini dari pengembangan ruang publik konvensional. Integrasi ini menciptakan hubungan fungsional antara ekologi, ekonomi, teknologi, dan sosial sehingga kawasan dapat berfungsi sebagai ruang rekreasi, ruang ekonomi kreatif, sekaligus infrastruktur mitigasi banjir yang cerdas. Dalam konteks kota Semarang yang menghadapi persoalan banjir tahunan, penurunan muka tanah, urbanisasi cepat, dan kebutuhan ruang publik yang meningkat penggabungan ketiga elemen tersebut merupakan pendekatan strategis yang tidak hanya memperkuat kualitas lingkungan, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan ketahanan kota. Taman wisata menjadi ruang hijau yang mampu meningkatkan kualitas udara, menyediakan ruang rekreasi, serta memperkuat karakter kota; UMKM menjadi penggerak ekonomi lokal yang menciptakan aktivitas sosial; dan drainase pintar menjadi elemen mitigasi yang memastikan kawasan tetap aman dan berfungsi optimal sepanjang tahun.

Secara teoretis, taman wisata berfungsi sebagai ruang publik yang mendukung aktivitas sosial dan rekreasi. Keberadaannya meningkatkan

kesejahteraan masyarakat melalui pengalaman ruang yang nyaman, adaptif terhadap iklim, dan bebas hambatan. Gehl (2011) menegaskan bahwa ruang publik yang berkualitas mampu meningkatkan intensitas interaksi sosial dan mendorong keterlibatan masyarakat. Ketika taman wisata dipadukan dengan aktivitas UMKM, maka ruang publik tersebut tidak hanya menjadi tempat rekreasi, tetapi juga wadah ekonomi kreatif yang menghidupkan kawasan. UMKM, sebagai aktor lokal, menyediakan produk kuliner, kerajinan, dan layanan kreatif yang merepresentasikan identitas budaya Semarang. Hal ini sejalan dengan teori *experience economy*, yang menyatakan bahwa wisatawan dan pengunjung modern mencari pengalaman yang autentik melalui interaksi dengan budaya lokal (Nasrullah et al., 2023). Integrasi UMKM dalam taman wisata menciptakan dinamika yang meningkatkan daya tarik kawasan dan memperkuat narasi budaya yang ingin disampaikan kepada pengunjung.

Di sisi lain, sistem drainase pintar menjadi elemen penting dalam perancangan kawasan di kota-kota yang rawan banjir seperti Semarang. Smart drainage system menggabungkan sensor IoT, pemantauan real-time, dan sistem kendali otomatis untuk memastikan aliran air berjalan optimal dalam kondisi hujan intensitas tinggi (Chen et al., 2022). Teknologi ini memberikan informasi tentang tinggi muka air, kecepatan aliran, dan potensi genangan, sehingga sistem dapat merespons secara adaptif melalui pengaturan katup otomatis, pengalihan aliran ke kolam retensi, atau aktivasi pompa. Dengan demikian, kawasan taman wisata tidak hanya berfungsi sebagai ruang publik, tetapi juga sebagai bagian dari infrastruktur kota yang meningkatkan ketahanan terhadap banjir (*urban resilience*). Dalam konsep *water-sensitive urban design* (WSUD), air bukan elemen yang disembunyikan, tetapi diintegrasikan ke dalam ruang publik melalui bioswale, rain garden, dan saluran terbuka yang estetis sekaligus fungsional (Wong, 2006).

Integrasi ketiga komponen ini menciptakan ekosistem ruang yang saling mendukung. Taman wisata menyediakan vegetasi yang membantu absorpsi dan infiltrasi air, mengurangi limpasan permukaan dan memperbaiki kualitas lingkungan. UMKM menyediakan aktivitas ekonomi yang menjaga ruang tetap hidup, aman, dan menarik. Drainase pintar menjaga stabilitas kawasan sehingga seluruh aktivitas wisata berjalan tanpa gangguan banjir. Ketiga elemen ini secara bersama-sama menciptakan kawasan yang lebih produktif, resilien, dan berkelanjutan. Dari perspektif sosial, integrasi ini memperkuat interaksi antara pengunjung dan pelaku UMKM, meningkatkan partisipasi

masyarakat, dan menyediakan ruang komunal yang inklusif. Dari perspektif ekonomi, integrasi ini menciptakan peluang kewirausahaan dan meningkatkan pendapatan lokal. Dari perspektif ekologis, kawasan menjadi lebih adaptif terhadap cuaca ekstrem dan perubahan iklim, sekaligus meningkatkan kualitas ekologis lingkungan perkotaan.

2.2 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teoretikal

2.2.1 Ruang Publik

Dalam kajian urbanisme kontemporer, ruang publik dipahami tidak hanya sebagai ruang fisik, tetapi sebagai ruang yang mempengaruhi dinamika sosial, ekonomi, politik, dan kultural masyarakat. Ruang publik merupakan ruang negosiasi kepentingan, ruang ekspresi identitas, dan ruang pertemuan yang memungkinkan kolaborasi antarindividu dan komunitas. Amin (2008) menekankan bahwa ruang publik adalah arena di mana formasi sosial terbentuk melalui interaksi keseharian, sehingga ruang tersebut harus memungkinkan aktivitas yang inklusif, spontan, dan beragam (Amin, 2008). Dengan demikian, taman wisata sebagai ruang publik harus dirancang untuk menampung berbagai bentuk aktivitas yang mewakili keragaman masyarakat Semarang.



Gambar 2.2.1 Ilustrasi Penerapan Ruang Publik (DATRA Building The Future, 2020)

Dalam perspektif psikologi lingkungan, Kaplan & Kaplan (1989) menambahkan bahwa ruang publik yang berkualitas harus mendukung *restorative environment*, yaitu lingkungan yang memungkinkan pemulihan

stres, kelelahan mental, dan kejenuhan akibat kehidupan urban (Kaplan, 1998). Gambar diatas merupakan salah satu contoh penerapan Publik seperti taman yang dapat memberikan manfaat restoratif melalui unsur vegetasi, suara alam, warna hijau yang menenangkan, dan keterhubungan dengan elemen air. Hal ini penting dalam konteks Semarang yang mengalami tingkat kepadatan kota tinggi dan suhu panas perkotaan akibat fenomena *urban heat island*.

Selain itu, ruang publik berkualitas harus memenuhi prinsip *safety, comfort, and enjoyment* sebagaimana dijelaskan Gehl (2011). Keamanan dalam taman wisata tidak hanya berkaitan dengan pengawasan alami atau *natural surveillance*, tetapi mencakup pencahayaan yang baik, visibilitas ruang yang terbuka, aliran sirkulasi yang jelas, serta keberadaan aktivitas UMKM yang menciptakan kehidupan ruang sepanjang hari. Aktivitas ekonomi UMKM akan menciptakan kondisi yang disebut Gehl sebagai "kehidupan kota aktif," yaitu kondisi di mana ruang publik tidak pernah sepi sehingga meningkatkan rasa aman pengunjung baik siang maupun malam.

Dalam konteks perancangan ruang publik tropis, keberadaan bayangan, ventilasi alami, dan jalur yang terhubung menjadi sangat penting. Emmanuel (2005) menyatakan bahwa desain ruang luar harus mempertimbangkan kenyamanan termal manusia tropis yang cenderung sensitif terhadap suhu, kelembapan, dan paparan sinar matahari langsung (Emmanuel, 2005). Oleh karena itu, penggunaan kanopi pohon, struktur shading, jalur dengan peneduhan, dan vegetasi tinggi harus menjadi prioritas desain taman wisata. Hal ini relevan dengan kondisi Semarang yang beriklim panas dan memiliki intensitas radiasi matahari tinggi.

Ruang publik juga harus mampu mendukung interaksi antar-generasi. Carr et al. (1992) dalam teorinya menyebutkan bahwa ruang publik ideal harus melayani kebutuhan anak-anak, orang dewasa, hingga lansia secara simultan. Oleh karena itu, keberagaman fasilitas adalah syarat utama sebuah taman wisata. Fasilitas seperti area bermain anak, area duduk, area olahraga, area UMKM, dan area edukasi drainase harus dirancang saling mendukung untuk menciptakan ruang yang inklusif.

2.2.2 Teori Taman Kota dan Lanskap

Dalam kajian tata lanskap, taman kota memiliki posisi penting karena berfungsi sebagai struktur ekologis, estetika, dan sosial yang melebur dalam jaringan kota. Menurut Spirn (1984), lanskap kota bukan sekadar lingkungan

estetis, tetapi sebuah “medium ekologis” yang mencerminkan hubungan antara manusia, alam, dan budaya (Spirn, 1985). Dalam konteks Semarang yang rentan banjir dan penurunan muka tanah, taman kota yang baik harus diintegrasikan dengan sistem pengelolaan air dan vegetasi yang adaptif terhadap kondisi hidrologi local seperti gambar dibawah.



Gambar 2.2.2 St Stephen’s Green, the South Dublin Park **(Dubai Giti Hotel, 2026)**

Sejalan dengan hal tersebut, McHarg (1969) menekankan pentingnya penataan ruang berbasis analisis ekologis. Prinsip ini menjelaskan bahwa desain taman tidak boleh hanya mempertimbangkan bentuk visual, tetapi juga fungsi ekologis yang mencakup aliran air, kapasitas infiltrasi, kualitas tanah, kondisi vegetasi lokal, dan kebutuhan biodiversitas (McHarg, 1969). Maka dalam taman wisata berbasis UMKM, keberadaan vegetasi lokal Semarang seperti ketapang, flamboyan, tabebuya, tanjung, dan kaliandra dapat mendukung keseimbangan ekosistem sekaligus menghemat biaya pemeliharaan. Konsep *urban green network* juga relevan. Konsep ini menyatakan bahwa taman kota harus terhubung dengan ruang hijau lain untuk membentuk jaringan ekologis yang mendukung pergerakan flora dan fauna, mendorong infiltrasi air, dan memperbaiki kualitas udara. Dalam kawasan wisata berbasis UMKM, desain lanskap harus mempertimbangkan integrasi jalur hijau menuju saluran drainase, kolam retensi, dan bioswale. Selain itu, taman kota modern harus berfungsi sebagai ruang edukasi.

Dengan demikian, teori taman kota dan lanskap memberikan landasan bahwa taman wisata berbasis UMKM harus dirancang sebagai ruang multifungsi yang ekologis, rekreatif, estetis, sekaligus mampu mengintegrasikan teknologi drainase pintar dalam bentuk yang menarik dan informatif.

2.2.3 Teori Smart Drainage System

Smart Drainage System merupakan pendekatan pengelolaan drainase perkotaan yang memadukan teknologi sensor, kontrol otomatis berbasis Internet of Things (IoT), serta rekayasa hidrologi–mekanika fluida untuk mengatur aliran air, menahan limpasan, mengurangi beban saluran, dan mencegah genangan secara adaptif. Berbeda dengan sistem drainase konvensional yang hanya mengandalkan gravitasi dan bentuk geometris saluran, Smart Drainage System bekerja dengan cara membaca kondisi air secara real-time, menganalisis kecenderungan limpasan, dan mengaktifkan perangkat mekanis seperti pintu air otomatis, katup kontrol, dan pompa adaptif. Sistem ini sangat relevan diterapkan pada kawasan taman kota karena taman berfungsi ganda sebagai ruang publik sekaligus bagian dari jaringan pengendalian air hujan yang harus mampu menahan, menyerap, dan mengalirkan air secara terkendali.

Secara prinsip kerja, Smart Drainage System tersusun atas tiga komponen utama: sensor monitoring, unit kontrol otomatis, dan aktuator mekanis. Sensor monitoring meliputi sensor ketinggian air, sensor curah hujan, sensor laju aliran, serta sensor kelembapan tanah. Dalam konteks taman kota, sensor-sensor ini ditempatkan pada area rawan genangan, inlet saluran, kolam retensi taman, dan zona penurunan (low-point). Sensor mengirimkan data secara langsung ke kontroler IoT sehingga sistem terus memperbarui informasi mengenai tinggi muka air, kapasitas saluran, dan volume air hujan. Ketika data menunjukkan peningkatan tinggi air menuju batas kritis, sistem melakukan respons mekanis otomatis berupa membuka pintu air, mengalihkan aliran ke kolam retensi taman, atau mengaktifkan pompa untuk menurunkan volume air di saluran utama.

Untuk menentukan jumlah air yang harus dikelola, Smart Drainage System menggunakan perhitungan debit limpasan melalui Metode Rasional, dinyatakan sebagai:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

di mana *Q* adalah debit limpasan (m³/s), *I* adalah intensitas hujan (mm/jam), *A* adalah luas area taman (m²), dan *C* adalah koefisien limpasan yang bergantung pada jenis permukaan. Pada taman kota yang memiliki elemen hijau seperti vegetasi, permeable pavement, dan rain garden, nilai *C* relatif kecil sehingga limpasan dapat ditekan. Perhitungan limpasan ini penting untuk mengetahui kapan saluran taman akan penuh dan kapan sistem harus mengaktifkan pintu air atau pompa untuk mencegah genangan (Aridhadinata et al., 2024).

Dalam mengalirkan air menuju kolam resapan atau saluran kota, sistem menggunakan prinsip mekanika fluida yang dihitung dengan Persamaan Manning, yaitu:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung kapasitas saluran terbuka di taman seperti bioswale, selokan vegetatif, dan green swale. Saluran taman biasanya memiliki permukaan bervegetasi sehingga nilai kekasaran *n* lebih tinggi dibandingkan saluran beton. Oleh karena itu, persamaan ini membantu perancang menentukan dimensi saluran agar mampu mengalirkan debit air yang diprediksi berdasarkan intensitas hujan puncak (Spirn, 1985).

Selain aliran saluran, Smart Drainage System pada taman kota juga memanfaatkan infrastruktur hijau seperti rain garden, bioretention, dan sumur resapan untuk meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Infiltrasi dihitung menggunakan Hukum Darcy:

$$q = K \cdot i$$

yang menunjukkan bahwa laju infiltrasi (*q*) berdasarkan permeabilitas tanah (*K*) dan gradien hidraulik (*i*). Karena taman kota umumnya memiliki area vegetasi dan tanah terbuka, infiltrasi memainkan peran penting dalam mengurangi volume air yang masuk ke saluran mekanis, sehingga beban sistem berkurang secara signifikan (Aridhadinata et al., 2024).

Dalam pengaturan mekanis, pintu air otomatis dan katup kontrol bekerja berdasarkan prinsip aliran orifice:

$$Q = C_d A_o \sqrt{2g\Delta h}$$

yang digunakan untuk mengatur kecepatan dan jumlah air yang dikeluarkan dari kolam retensi atau bak kontrol taman menuju saluran kota. Ketika intensitas hujan tinggi, kontroler IoT dapat mengirim perintah untuk membuka katup secara bertahap agar pelepasan air tetap stabil dan tidak menimbulkan limpasan berlebih di hilir. Pada kondisi ekstrem, misalnya ketika area luar taman mengalami kenaikan muka air atau rob, sistem dapat menutup pintu air otomatis untuk mencegah arus balik ke dalam kawasan taman.

Smart Drainage System juga dilengkapi pompa otomatis yang bekerja berdasarkan rumus daya pompa:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

yang memastikan pompa memiliki tenaga cukup untuk memindahkan air dari zona rendah taman ke saluran kota atau ke kolam tampungan lain. Pompa adaptif (variable speed pump) digunakan untuk menyesuaikan kecepatan pompa dengan kondisi hidrologi, sehingga penggunaan energi lebih efisien.

Secara keseluruhan, Smart Drainage System pada taman kota merupakan perpaduan antara infrastruktur hijau, mekanisme aliran fisik, dan teknologi otomatisasi. Sistem ini meningkatkan kapasitas adaptif kawasan taman dalam mengelola limpasan air, mengurangi risiko genangan, serta memastikan taman tetap berfungsi sebagai ruang publik yang aman. Dengan integrasi sensor real-time, sistem kontrol cerdas, perangkat mekanik, dan komponen infiltrasi, Smart Drainage System memberikan pendekatan yang komprehensif dan efektif untuk pengelolaan drainase perkotaan yang berkelanjutan.

2.2.4 Teori Wisata dan Aktivitas Manusia

Smart Drainage System atau sistem drainase pintar merupakan pendekatan pengelolaan air perkotaan yang memanfaatkan teknologi sensor, Internet of Things (IoT), pemantauan data secara real-time, serta kecerdasan buatan untuk mengoptimalkan aliran air, mencegah genangan, dan meningkatkan kapasitas adaptif kawasan terhadap risiko banjir. Sistem ini lahir sebagai respons terhadap kompleksitas masalah hidrologis akibat urbanisasi

pesat, meningkatnya luas permukaan kedap air, berkurangnya area resapan, serta meningkatnya intensitas curah hujan ekstrem yang tidak dapat ditangani oleh sistem drainase konvensional. Drainase konvensional bekerja secara pasif dan tidak memiliki kemampuan untuk merespons perubahan debit air secara cepat, sedangkan drainase pintar bersifat aktif, prediktif, dan adaptif terhadap dinamika hidrologis (Chen et al., 2022). Dalam praktiknya, sistem drainase pintar memanfaatkan sensor tinggi muka air, sensor curah hujan, sensor kelembapan tanah, sensor kecepatan aliran, dan sensor kualitas air yang kemudian mengirim data secara terus-menerus ke pusat kendali melalui jaringan 4G/5G atau sistem komunikasi LoRa. Data yang diterima dianalisis secara otomatis sehingga sistem dapat mengaktifkan katup otomatis, pompa adaptif, pintu air cerdas, atau mengalihkan aliran ke zona tampungan sebelum terjadi luapan atau genangan.

Pengembangan terkini sistem drainase pintar juga melibatkan integrasi model prediktif berbasis machine learning yang mampu memproyeksikan potensi banjir beberapa jam sebelum kejadian berdasarkan pola curah hujan historis, elevasi tanah, kapasitas saluran, dan data real-time. Zhang et al. (2021) menjelaskan bahwa kemampuan prediksi ini memberikan keunggulan strategis bagi pengelola kawasan, karena tindakan pencegahan seperti membuka pintu air atau menyiapkan saluran alternatif dapat dilakukan sebelum banjir terjadi. Integrasi teknologi ini sangat relevan bagi kota-kota pesisir seperti Semarang yang menghadapi kombinasi risiko banjir rob, limpasan hujan intens, serta penurunan muka tanah. Kondisi Semarang yang terus mengalami peningkatan kejadian banjir tahunan menuntut adanya sistem drainase yang tidak hanya menyalurkan air, tetapi juga menganalisis, menyimpan, dan menyesuaikan respons secara otomatis berdasarkan dinamika hidrologis (BNPB, 2024). Sistem drainase pintar dengan demikian menyediakan infrastruktur yang jauh lebih responsif dibanding drainase tradisional.

Selain aspek teknologi, teori drainase pintar juga berkaitan erat dengan prinsip Water Sensitive Urban Design (WSUD) dan Low-Impact Development (LID). Wong dan Brown (2009) menyatakan bahwa WSUD menekankan pemanfaatan air sebagai elemen desain kota yang tidak hanya dianggap sebagai ancaman, tetapi juga sebagai bagian dari sistem ekologis yang harus dikelola secara terintegrasi. Oleh sebab itu, drainase pintar sering dipadukan dengan elemen alami seperti bioswale, rain garden, kolam retensi, biofilter, sumur resapan, serta permukaan permeabel yang membantu memperlambat limpasan dan meningkatkan infiltrasi alami. Integrasi teknologi dengan elemen

ekologis terbukti dapat mengurangi limpasan permukaan hingga 60% serta membantu mengendalikan banjir dengan cara yang lebih ramah lingkungan (Ahern, 2013). Dengan demikian, sistem drainase pintar tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur teknis tetapi juga sebagai bagian dari sistem ekologi perkotaan yang mendukung keberlanjutan.

Penerapan drainase pintar dalam kawasan wisata dan UMKM memiliki dampak strategis karena kawasan tersebut sangat membutuhkan ruang yang bebas genangan agar aktivitas pengunjung dan ekonomi lokal dapat berlangsung stabil. Sistem ini memastikan bahwa jalur pedestrian, plaza, ruang publik, dan kios UMKM tetap kering dan aman, terutama pada musim hujan. Ketika sensor mendeteksi potensi kenaikan debit air, sistem dapat mengalihkan aliran ke kolam retensi atau mengaktifkan pompa sehingga area publik tidak terganggu. Selain itu, smart drainage juga mengurangi biaya operasional karena pengawasan tidak lagi bergantung pada tenaga manual, melainkan dilakukan melalui sistem digital yang dapat dipantau dari pusat kendali. Dalam konteks wisata edukatif, drainase pintar juga memiliki nilai sosial karena dapat ditampilkan kepada pengunjung melalui panel interaktif yang menunjukkan bagaimana sistem bekerja secara real-time, sehingga masyarakat memperoleh pemahaman mengenai pengelolaan air dan mitigasi bencana di perkotaan.

2.2.5 Teori Zonasi & Tata Ruang Kawasan

Infrastruktur hijau-biru (*green-blue infrastructure*) merupakan pendekatan perencanaan kota yang memadukan fungsi ekologis vegetasi (hijau) dan elemen air (biru) untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang resilien, efisien, dan berkelanjutan. Konsep ini berangkat dari penyadaran bahwa kota modern tidak lagi dapat bertumpu pada infrastruktur abu-abu (saluran beton, kanal tertutup, dan jaringan pipa) karena sistem tersebut tidak mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim, kenaikan intensitas hujan, dan meningkatnya permukaan kedap air akibat urbanisasi (Ahern, 2013). Infrastruktur hijau terdiri dari taman kota, hutan urban, jalur hijau, bioswale, ruang resapan, dan vegetasi alami lainnya yang berfungsi menurunkan suhu, memperbaiki kualitas udara, meningkatkan estetika, serta memperkuat biodiversitas. Sementara itu, infrastruktur biru mencakup sungai, kanal, kolam retensi, rawa buatan, dan jaringan air permukaan yang berperan dalam pengendalian banjir, pengaturan siklus hidrologi, dan penyediaan ruang interaksi manusia dengan air. Menurut Hansen et al. (2019), integrasi keduanya menciptakan sistem ekologis yang mampu menyerap air hujan,

mengurangi limpasan, meningkatkan infiltrasi, dan menahan debit puncak, sehingga efektif mengurangi risiko banjir perkotaan.

Dalam konteks kota padat dan pesisir seperti Semarang, infrastruktur hijau-biru menjadi solusi strategis karena berfungsi sebagai mekanisme adaptif terhadap rob, banjir tahunan, dan fluktuasi cuaca ekstrem. Keberadaan kolam retensi, jalur bioswale, dan taman resapan sekaligus memperkaya nilai sosial–rekreatif kawasan sehingga ruang publik tidak hanya berfungsi ekologis tetapi juga mendukung aktivitas masyarakat. Selain berfungsi sebagai penahan dan pengatur air, infrastruktur hijau–biru memberikan manfaat kesehatan berupa udara lebih bersih, suhu lebih rendah, dan ruang rekreasi alami yang berpengaruh positif pada kesehatan mental dan kesejahteraan masyarakat (Hansen et al., 2019). Dalam pengembangan taman wisata berbasis UMKM, integrasi infrastruktur ini menjadi fondasi yang memastikan kawasan tetap teduh, nyaman, dan mampu mengendalikan air secara alami sekaligus estetis. Oleh karena itu, teori infrastruktur hijau–biru memberikan landasan teoritis yang kuat untuk merancang kawasan wisata yang tidak hanya indah secara visual, tetapi juga tangguh terhadap risiko hidrologis dan berkontribusi pada peningkatan kualitas ekosistem perkotaan.

2.2.6 Teori Konsep Perancangan

Teori konsep perancangan merupakan landasan metodologis dalam proses merumuskan, membangun, dan mengembangkan ide dasar yang akan memandu keseluruhan proses desain arsitektur dan lanskap. Konsep perancangan tidak hanya dipahami sebagai gagasan visual semata, tetapi juga sebagai suatu kerangka berpikir yang bersifat komprehensif dan integratif. Di dalamnya terkandung upaya untuk menyelaraskan berbagai aspek perancangan, meliputi fungsi, estetika, ekologi, sosial, budaya, serta teknis ke dalam suatu sistem ruang yang terpadu dan berkelanjutan. Dengan demikian, konsep perancangan berperan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan desain yang tidak hanya mempertimbangkan bentuk fisik, tetapi juga kualitas ruang yang dihasilkan.

Menurut Lawson (2005), konsep perancangan merupakan proses interpretatif dan kreatif yang terbentuk melalui pemahaman mendalam terhadap kondisi tapak, kebutuhan pengguna, serta tujuan perancangan. Proses ini tidak bersifat linier, melainkan dinamis dan iteratif, di mana perancang secara terus-menerus melakukan eksplorasi, evaluasi, dan pengembangan ide. Informasi faktual yang diperoleh dari analisis tapak, kondisi lingkungan, serta aspek sosial kemudian diolah menjadi prinsip-prinsip

desain yang dapat diterapkan dalam pembentukan ruang, pengaturan massa bangunan, serta penciptaan pengalaman ruang yang diinginkan.

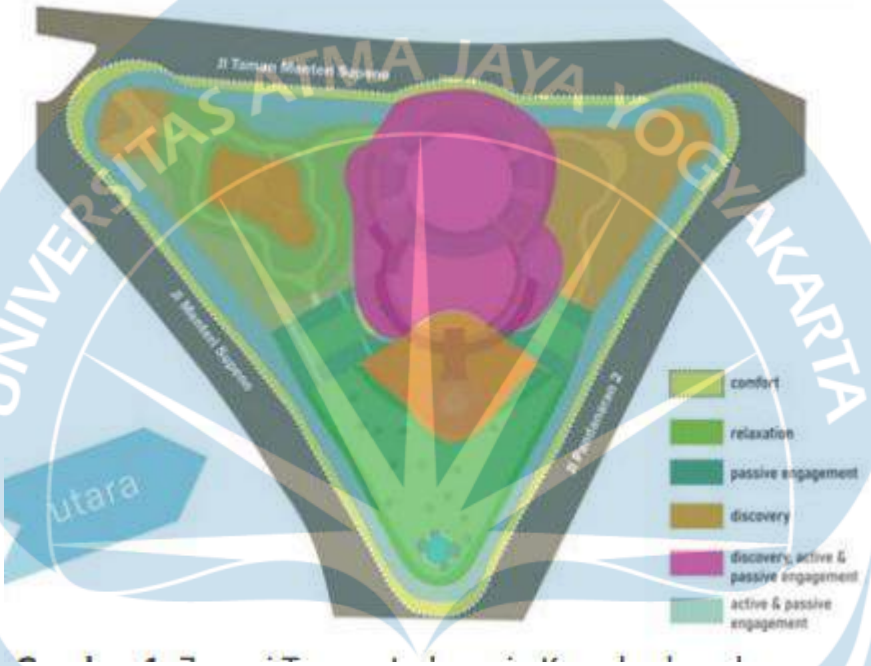
Dalam konteks perancangan arsitektur dan lanskap, konsep yang baik tidak hanya mampu menjawab permasalahan programatik, tetapi juga mampu menciptakan nilai tambah yang bersifat kualitatif. Nilai tersebut dapat berupa identitas ruang, kenyamanan termal dan visual, kemudahan aksesibilitas, hingga pengalaman ruang yang memiliki makna bagi pengguna. Oleh karena itu, konsep perancangan perlu disusun secara sistematis agar mampu mengakomodasi berbagai kebutuhan tersebut secara seimbang. Selain itu, konsep juga harus responsif terhadap kondisi lingkungan, terutama dalam menghadapi isu-isu perkotaan seperti keterbatasan lahan, perubahan iklim, serta permasalahan drainase dan pengelolaan air.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam mengimplementasikan konsep perancangan adalah melalui pengaturan zonasi ruang dan hierarki ruang. Zonasi ruang berfungsi untuk mengelompokkan fungsi-fungsi ruang berdasarkan karakteristik dan tingkat aktivitasnya, sehingga tercipta keteraturan dalam pemanfaatan ruang. Sementara itu, hierarki ruang digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan dan prioritas suatu ruang, baik dari segi aksesibilitas, privasi, maupun intensitas penggunaan. Melalui pengaturan zonasi dan hierarki yang tepat, hubungan antar ruang dapat tersusun secara logis dan efisien, sehingga mendukung terciptanya alur sirkulasi yang baik serta pengalaman ruang yang nyaman bagi pengguna.

Lebih lanjut, dalam perancangan taman wisata yang berbasis pada pendekatan ekologis, konsep perancangan juga perlu mempertimbangkan integrasi sistem alami ke dalam desain. Hal ini mencakup pengelolaan air hujan melalui sistem *rainwater runoff* dan *rainwater harvesting*, pemanfaatan vegetasi sebagai elemen peneduh dan penyaring alami, serta pengolahan kontur lahan untuk mendukung sistem drainase yang berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan aspek ekologis ke dalam zonasi ruang, taman tidak hanya berfungsi sebagai ruang rekreasi, tetapi juga sebagai infrastruktur hijau yang mampu mendukung keseimbangan lingkungan perkotaan.

Gambar di bawah ini digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bagaimana zonasi ruang disusun serta bagaimana hubungan hierarki antar ruang dibentuk dalam suatu perancangan. Melalui ilustrasi tersebut, dapat dipahami bahwa setiap zona memiliki fungsi, karakter,

dan tingkat kepentingan yang berbeda, sehingga memerlukan pengaturan yang tepat agar tercipta keterpaduan antar elemen ruang. Dengan demikian, konsep perancangan yang didukung oleh zonasi dan hierarki ruang yang jelas akan menghasilkan desain yang tidak hanya fungsional, tetapi juga memiliki kualitas ruang yang baik serta mampu menjawab kebutuhan pengguna dan lingkungan secara berkelanjutan.



Gambar 2.2.3 Ilustrasi Zooning dan Hierarki Ruang (Amalia Nafisha & Studi Arsitektur, 2024)

Dalam kajian desain modern, konsep perancangan sering dikaitkan dengan pendekatan *place-making*, yaitu upaya menciptakan ruang yang bermakna, berkarakter, dan mampu membangun hubungan emosional antara pengguna dan tempat (Project for Public Spaces, 2020). *Place-making* menekankan bahwa ruang publik harus mendorong interaksi sosial, mendukung aktivitas budaya lokal, dan menciptakan pengalaman yang menyenangkan serta relevan bagi masyarakat. Dengan demikian, konsep perancangan tidak hanya fokus pada aspek visual, tetapi juga aspek emosi, perilaku, memori kolektif, dan fungsi sosial ruang. Dalam pengembangan kawasan wisata berbasis UMKM, proses konseptual harus mempertimbangkan bagaimana ruang dapat mendorong interaksi antara pengunjung, pedagang UMKM, serta elemen edukatif seperti sistem drainase pintar yang menjadi identitas ekologis kawasan.

Konsep perancangan juga berperan sebagai alat untuk menerjemahkan hasil analisis tapak ke dalam strategi desain yang aplikatif. Schön (1983) menyatakan bahwa perancang harus mampu melakukan “reflection-in-action”, yaitu memahami masalah, menguji kemungkinan solusi, dan mengambil keputusan desain secara simultan berdasarkan dinamika pemahaman terhadap tapak dan kebutuhan pengguna. Hal ini menjadi penting dalam konteks kawasan perkotaan seperti Semarang, yang memiliki isu ekologis seperti banjir, rob, dan penurunan muka tanah. Oleh karena itu, konsep perancangan harus memasukkan prinsip keberlanjutan (*sustainability*), resiliensi hidrologis, dan adaptasi iklim sebagai fondasi utama dalam pengembangan ruang. Pendekatan ini sejalan dengan teori *ecological urbanism* yang dikemukakan Mostafavi dan Doherty (2016), di mana desain kawasan harus mampu mengintegrasikan infrastruktur ekologis, vegetasi, dan sistem manajemen air dalam satu kesatuan yang estetis sekaligus fungsional.

Dalam konteks taman wisata dengan sistem drainase pintar, konsep perancangan perlu menggabungkan elemen hijau–biru, teknologi pengelolaan air, pengalaman rekreatif, dan aktivitas UMKM dalam satu narasi ruang yang terpadu. Konsep harus mampu memberikan arah terhadap bagaimana elemen drainase seperti kolam retensi, bioswale, rain garden, dan kanal edukatif dapat muncul tidak hanya sebagai infrastruktur utilitas, tetapi juga sebagai elemen estetis, edukatif, dan rekreatif. Hal ini sejalan dengan prinsip *water-sensitive design*, yaitu pendekatan desain yang memandang air sebagai bagian dari identitas ruang, bukan sekadar elemen yang harus dibuang (Wong & Brown, 2009). Dalam konteks ini, air dapat menjadi elemen visual yang memperkaya lanskap, memberikan nilai estetika, sekaligus menjadi bagian dari sistem mitigasi banjir.

Selain itu, konsep perancangan juga mencakup perumusan hubungan ruang melalui penataan zonasi, pola sirkulasi, orientasi bangunan, dan hierarki ruang. Penentuan zonasi yang matang, seperti zona rekreasi, zona UMKM, zona hijau pasif, zona plaza publik, dan zona utilitas drainase, merupakan hasil dari konsep yang mampu memadukan fungsi dengan konteks. Pergerakan pengguna dari satu zona ke zona lain harus mengikuti alur desain yang intuitif, nyaman, dan konsisten dengan gagasan utama proyek. Lynch (1960) menekankan bahwa kualitas visual, orientasi, dan keterbacaan ruang merupakan kunci bagi pengalaman pengguna dalam kota, sehingga konsep perancangan harus memberikan dasar untuk menciptakan jalur, node, landmark, dan edges yang mudah dikenali.

2.3 Tinjauan Preseden

2.3.1 Studi preseden Arsitektural

A. Taman Literasi Martha Christina Tiahahu, Jakarta

Taman Literasi Martha Christina Tiahahu adalah ruang publik modern di kawasan Blok M, Jakarta Selatan, yang berfungsi sebagai pusat literasi, interaksi sosial, dan rekreasi. Taman ini mengintegrasikan fungsi ekologi dengan konsep *Transit Oriented Development* (TOD), menyediakan area hijau, perpustakaan, ruang diskusi, dan fasilitas komunitas yang mudah diakses melalui transportasi publik.



Gambar 2.3.1 Taman Tiahau Jakarta dari citra satelit

Lokasi: Jl. Sultan Hasanuddin Dalam, Melawai, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Taman ini berada tepat di pusat kawasan Transit Oriented Development (TOD) Blok M, yang memudahkannya diakses melalui Stasiun MRT Blok M, Terminal Bus Blok M, serta berbagai layanan Transjakarta.

Arsitek: Desain awal taman yang berdiri sejak tahun 1948 ini dirancang oleh M. Soesilo, tokoh arsitek di balik perancangan kawasan Kebayoran Baru sebagai kota satelit modern pertama di Indonesia.

Tahun Selesai: Taman ini pertama kali diresmikan pada tahun 1955. Setelah melalui proses revitalisasi besar-besaran, taman ini dibuka kembali untuk umum pada 18 September 2022.

Luas: Taman ini memiliki luas lahan sekitar 9.710 m2.

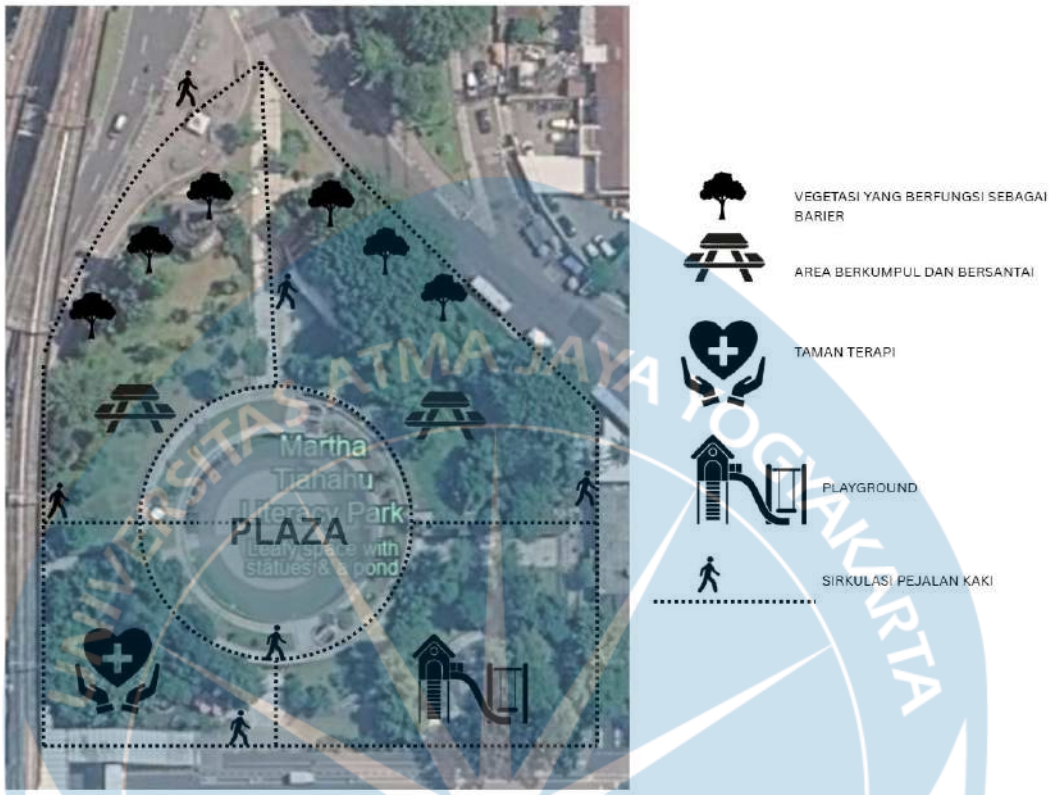
Kapasitas: Meskipun tidak ada angka kapasitas pengunjung yang ditetapkan secara kaku, taman ini dirancang sebagai ruang ketiga (third space) yang mampu menampung aktivitas masyarakat dalam jumlah besar setiap harinya, didukung oleh integrasi sistem transportasi publik yang masif.

Fungsi: Taman ini berfungsi sebagai ruang terbuka hijau (RTH) sekaligus pusat literasi nasional. Fasilitasnya mencakup perpustakaan, ruang baca, ruang diskusi, galeri, *amphitheatre*, plaza anak, *healing garden*, hingga area komersial berupa kedai kopi dan toko buku. Taman ini menjadi wadah interaksi sosial, tempat belajar, serta pendukung gaya hidup urban yang dinamis.

Tipologi: Secara tipologi, taman ini dikategorikan sebagai taman kota dalam kawasan *Transit Oriented Development* (TOD). Tipologi ini menempatkan taman bukan sekadar sebagai area hijau estetis, tetapi sebagai simpul integrasi yang menghubungkan mobilitas transportasi publik dengan aktivitas sosial dan edukasi masyarakat di pusat kota.

Taman Literasi Martha Christina Tiahahu dirancang dengan konsep lanskap yang menyatu dengan bangunan, sehingga area taman tampak didominasi oleh ruang terbuka hijau dari pandangan jalan. Desain taman ini merepresentasikan sosok Martha Christina Tiahahu, pahlawan wanita asal Maluku, melalui filosofi ruang dan bentuk bangunannya. Salah satu elemen uniknya adalah garis imajiner yang mengarah langsung ke Nusalaut, Maluku Tengah, sebagai tempat kelahiran sang pahlawan.

Dibangun di atas lahan seluas 9.710 m², fasilitas dua lantai ini mencakup berbagai sarana edukasi dan publik. Beberapa di antaranya meliputi Perpustakaan Jakarta, toko buku Gramedia, plaza anak, amfiteater, *healing garden*, kafe, serta ruang untuk diskusi dan literasi anak. Selain itu, tersedia pula fasilitas pendukung seperti musala dan toilet guna melengkapi kenyamanan pengunjung.



Gambar 2.3.2 Analisa sirkulasi Taman Tianhuha Jakarta (sumber: google earth)

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 2.3.2, pola sirkulasi pejalan kaki di Taman Tianhuha dirancang secara integratif dengan membentuk jalur melingkar (*looping*) yang mengelilingi seluruh area taman dan plaza utama. Desain sirkulasi ini tidak hanya berfungsi sebagai akses penghubung, tetapi juga berperan sebagai elemen pengikat yang mengarahkan pergerakan pengunjung untuk menikmati seluruh pengalaman ruang yang tersedia. Dalam menunjang kenyamanan dan aksesibilitas bagi pengguna, area di sekitar plaza telah dilengkapi dengan fasilitas pendukung yang memadai. Beberapa poin analisis mengenai fasilitas tersebut adalah sebagai berikut:

- Ruang Komunal dan Area Santai: Tersedianya area santai dan ruang kumpul yang strategis memungkinkan terjadinya interaksi sosial antar pengunjung, sehingga plaza tidak hanya berfungsi sebagai ruang sirkulasi, tetapi juga sebagai ruang sosial (*social space*) yang aktif.
- Vegetasi sebagai Pembatas Alami: Penggunaan deretan pohon di sepanjang jalur pejalan kaki tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi secara teknis berperan sebagai *barrier* (penghalang)

alami. Vegetasi ini memberikan proteksi bagi pejalan kaki dari kebisingan serta paparan sinar matahari langsung, sekaligus menciptakan pemisahan visual yang jelas antara jalur sirkulasi dengan area fungsional lainnya.

- Fasilitas Rekreasi Terintegrasi: Penempatan fasilitas hiburan seperti *playground* (area bermain anak) dan taman terapi secara berdampingan dengan alur sirkulasi menunjukkan pendekatan desain yang inklusif. Penataan ini memastikan bahwa berbagai kelompok usia dapat mengakses fasilitas rekreasi dengan mudah tanpa harus terpisah jauh dari koridor utama pergerakan pejalan kaki.

Pola sirkulasi pejalan kaki yang dirancang melingkar (*looping*) pada Taman Tianhuha menjadi model strategis yang sangat efektif untuk diadaptasi dalam pengembangan taman wisata berbasis UMKM. Dengan mengadopsi jalur menerus yang mengelilingi area plaza, pergerakan pengunjung dapat diarahkan secara alami untuk melintasi seluruh zona, sehingga setiap zona mendapatkan eksposur yang merata dan meminimalisir adanya titik mati (*dead space*) dalam kawasan. Integrasi fasilitas pendukung seperti area santai dan ruang kumpul di sekitar plaza berfungsi sebagai titik konversi ekonomi, di mana kenyamanan furnitur publik mampu meningkatkan durasi kunjung (*dwell time*) pengunjung, yang secara langsung berkorelasi positif dengan potensi transaksi di area kuliner maupun kerajinan. Selain itu, penggunaan vegetasi peneduh sebagai *barrier* alami tidak hanya memberikan kenyamanan termal untuk meningkatkan pengalaman ruang bagi pengunjung, tetapi juga berfungsi sebagai elemen pemisah yang menata visual antara jalur sirkulasi, zona komersial, dan area rekreasi seperti *playground*. Dengan menempatkan fasilitas rekreasi sebagai 'jangkar' magnet massa yang terhubung langsung ke jalur utama, taman ini mampu menciptakan ekosistem ruang publik yang inklusif, di mana fungsi sosial, rekreasi, dan ekonomi kreatif saling.

2.3.2 Studi Preseden Fungsional JSN-SR04t



Gambar 2.3.3 Sensor ultrasonic JSN-SR04t (GNS Components, 2026)

JSN-SR04T adalah modul sensor ultrasonik *waterproof* (tahan air) yang dirancang untuk mengukur jarak objek tanpa sentuhan fisik. Berbeda dengan sensor ultrasonik standar (seperti HC-SR04) yang terbuka, sensor ini

menggunakan *transducer* tertutup yang kokoh, membuatnya ideal untuk penggunaan di lingkungan luar ruangan atau kondisi lembap (GNS Components, 2026).

Fitur Utama

- Tahan Air (Waterproof): Kepala sensor terpisah dari modul kontrol melalui kabel, sehingga bagian yang terpapar lingkungan (transducer) aman dari air dan debu (IP67).
- Prinsip Kerja: Memancarkan gelombang suara ultrasonik dan mengukur waktu pantulan gelombang tersebut untuk menghitung jarak ke objek.
- Jangkauan Ukur: Umumnya efektif pada rentang 20 cm hingga 600 cm.
- Blind Zone: Memiliki zona buta (*blind zone*) sekitar 20 cm (jarak di bawah 20 cm tidak dapat dideteksi dengan akurat).
- Tegangan Operasi: Bekerja pada tegangan DC 3V - 5V.

Aplikasi Umum

- Pengukuran level air di dalam tangki atau penampungan.
- Sistem parkir kendaraan atau deteksi objek luar ruangan.
- Sistem keamanan atau deteksi keberadaan objek di lingkungan yang keras.
- Robotika yang beroperasi di medan basah atau berdebu.

Sensor *Water Flow* Tipe DN50



Gambar 2.3.4 Sensor Water Flow DN50

Sensor *water flow* tipe DN50 merupakan alat pengukur debit air yang dirancang khusus untuk pipa berukuran 2 inci. Sensor ini beroperasi dengan prinsip turbin menggunakan *Hall Effect*, di mana aliran air akan memutar baling-baling magnetik di dalam sensor, yang kemudian dikonversi menjadi pulsa listrik untuk menghitung volume atau kecepatan aliran air. Berikut adalah ringkasan fitur umum dan penggunaan sensor *water flow* tipe DN50 dalam bentuk poin-poin:

Fitur Umum Sensor DN50

- Kompatibilitas Pipa: Dirancang khusus untuk pemasangan pada pipa berukuran standar 2 inci (DN50).
- Sensor Hall Effect: Menggunakan mekanisme turbin magnetik untuk menghasilkan pulsa listrik yang akurat berdasarkan kecepatan aliran air.

- Tegangan Kerja Fleksibel: Dapat beroperasi pada rentang tegangan DC yang luas (5V – 24V), sehingga mudah diintegrasikan dengan berbagai jenis mikrokontroler atau sistem kontrol industri (PLC).
- Material Beragam: Tersedia dalam pilihan material kuningan (*brass*) untuk daya tahan tekanan tinggi, atau plastik *food grade* untuk penggunaan air konsumsi.
- Durabilitas Tinggi: Mampu menahan tekanan air hingga 1,75 MPa dan beroperasi pada rentang suhu ekstrem dari -25°C hingga 80°C.
- Output Digital: Menghasilkan sinyal *pulse* yang mudah diolah menjadi data digital mengenai volume atau laju aliran (*flow rate*) secara *real-time*.

Aplikasi Pemakaian

- Monitoring Konsumsi Air: Digunakan untuk memantau penggunaan air di gedung atau rumah tinggal guna mendeteksi kebocoran dan memantau efisiensi penggunaan.
- Otomasi Pertanian & Irigasi: Mengukur volume air yang disalurkan ke lahan pertanian untuk memastikan distribusi air yang presisi sesuai kebutuhan tanaman.
- Manajemen Sistem Pompa: Berfungsi sebagai sensor proteksi; jika air berhenti mengalir saat pompa menyala, sistem dapat segera mematikan pompa untuk mencegah kerusakan akibat *dry running*.
- Industri Manufaktur: Digunakan untuk memantau aliran pada sistem pendingin mesin (*chiller*) atau sebagai pengukur *output* cairan dalam proses produksi.
- Distribusi Air Bersih: Membantu dalam pencatatan debit air pada jaringan distribusi air untuk kepentingan audit atau manajemen sumber daya.

Berdasarkan studi penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan, Fitrya, dan Wirman (2026), pengembangan sistem *Smart Drainage* berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan kontribusi signifikan dalam transformasi manajemen sanitasi, khususnya dalam mendeteksi penyumbatan pada saluran air secara *real-time*. Sistem ini mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai komponen *non-contact* yang tahan air untuk mengukur jarak ketinggian permukaan air di dalam pipa-dengan tingkat kesalahan rata-rata yang sangat rendah, yakni sebesar 0,25%-serta sensor *water flow* tipe DN50 untuk memantau debit aliran air dengan tingkat kesalahan rata-rata 0,75%. Dalam

mekanisme operasionalnya, sistem ini melakukan analisis data komparatif yang presisi: pada kondisi drainase normal, sensor *water flow* akan mencatat debit aliran air yang stabil (diuji pada debit konstan 10 L/menit), sedangkan pada kondisi tersumbat, terjadi penurunan drastis pada debit air yang disertai dengan kenaikan level permukaan air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik.

Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan secara otomatis ke platform Telegram sebagai notifikasi peringatan dini. Implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi pendeteksian masalah sanitasi secara signifikan, tetapi juga secara drastis mengefisiensikan biaya operasional pemeliharaan dengan meminimalisir kebutuhan pengecekan manual yang memakan waktu. Dalam konteks penerapan pada taman wisata berbasis UMKM, sistem ini menjadi krusial untuk menjaga estetika dan kenyamanan area publik; dengan memantau saluran drainase secara proaktif, pengelola dapat mencegah risiko banjir genangan yang dapat mengganggu aktivitas komersial. Oleh karena itu, penggunaan kombinasi sensor ini merupakan solusi inovatif yang mengoptimalkan ketahanan infrastruktur taman sekaligus menciptakan ekosistem wisata yang berkelanjutan, bersih, dan tanggap terhadap kendala lingkunga.