

GREENLINK: INOVASI KANOPI PINTAR BERBASIS IOT DAN  
ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI UPAYA DALAM  
REVITALISASI RUANG TERBUKA HIJAU DAN KETAHANAN  
IKLIM DI KOTA SEMARANG

(Subtema: Revitalisasi Ruang terbuka Hijau untuk Mitigasi Perubahan Iklim di  
Semarang)



Nama : Nesya Meilita Andari  
NIM : C2C023054

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG  
2025

## **Pendahuluan**

Perubahan iklim telah menjadi tantangan global yang semakin nyata dan mendesak. Fenomena ini ditandai dengan meningkatnya suhu rata-rata bumi, perubahan pola cuaca yang ekstrem, serta peningkatan frekuensi bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan gelombang panas. Laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022) menyebutkan bahwa emisi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia telah mempercepat pemanasan global, sehingga meningkatkan risiko terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam konteks perkotaan, perubahan iklim memperburuk masalah lingkungan yang sudah ada, seperti polusi udara, berkurangnya ruang terbuka hijau, serta meningkatnya suhu akibat efek pulau panas perkotaan (Setiawan, 2021).

Sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, Semarang menghadapi berbagai tantangan akibat dampak perubahan iklim dan urbanisasi yang pesat. Urbanisasi yang tidak terencana dengan baik dapat meningkatkan emisi karbon, memperburuk kualitas udara, serta mengurangi daya dukung lingkungan perkotaan (Putri, 2020). Pertumbuhan infrastruktur dan ekspansi wilayah kota menyebabkan berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH), meningkatnya emisi karbon, serta menurunnya kualitas udara. Selain itu, Semarang juga rentan terhadap bencana lingkungan, terutama banjir yang semakin sering terjadi akibat kombinasi curah hujan tinggi dan buruknya sistem drainase kota (Hidayat, 2023). Meskipun pemerintah telah mengimplementasikan berbagai kebijakan mitigasi, seperti penambahan taman kota dan peningkatan kapasitas drainase, solusi yang ada masih belum optimal dalam mengatasi permasalahan lingkungan secara komprehensif. Kurangnya integrasi teknologi dalam pengelolaan ruang hijau serta minimnya keterlibatan aktif masyarakat menjadi tantangan utama dalam mewujudkan kota yang berkelanjutan (Ramadhani, 2024).

Sebagai jawaban atas tantangan perubahan iklim dan degradasi ruang hijau di perkotaan, diperlukan solusi inovatif berbasis teknologi cerdas yang mampu mengoptimalkan keberlanjutan lingkungan. GreenLink: Inovasi Kanopi Pintar Berbasis IoT dan Energi Terbarukan hadir sebagai upaya revitalisasi ruang terbuka hijau (RTH) dengan mengintegrasikan teknologi modern untuk menciptakan kota yang lebih adaptif dan berkelanjutan. Sistem ini menggabungkan Internet of Things

(IoT), energi terbarukan, serta sistem pemantauan lingkungan berbasis data guna meningkatkan ketahanan iklim dan kualitas udara perkotaan.

GreenLink tidak hanya berfungsi sebagai peneduh dan penyerap polusi, tetapi juga sebagai pusat pemantauan kualitas udara, suhu, serta kelembaban. Data yang diperoleh secara real-time dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan masyarakat dalam pengambilan kebijakan lingkungan berbasis bukti. Dengan sensor lingkungan yang dipasang pada kanopi pintar, sistem ini mampu menyesuaikan aliran udara, pencahayaan, serta distribusi energi surya secara otomatis, sehingga pemanfaatan energi menjadi lebih efisien (Santoso, 2022). Selain itu, GreenLink berkontribusi dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya ruang hijau sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim.

Metode pengembangan GreenLink mengadopsi pendekatan design thinking, yang mencakup analisis kebutuhan lingkungan perkotaan, pengembangan prototipe kanopi pintar, serta uji coba efektivitasnya dalam berbagai kondisi iklim (Rahmawati, 2023). Proses ini melibatkan kolaborasi antara pakar teknologi, arsitek lanskap, serta komunitas lokal agar solusi yang dihasilkan dapat beradaptasi dengan kebutuhan spesifik Kota Semarang. Dengan adanya keterlibatan aktif masyarakat dalam perencanaan dan implementasi proyek ini, GreenLink diharapkan mampu menjadi model inovasi hijau yang dapat diterapkan di berbagai kota lain di Indonesia.

Sebagaimana dikemukakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2021), pengelolaan ruang hijau berbasis teknologi sangat penting dalam mewujudkan kota berkelanjutan yang mampu menghadapi tantangan urbanisasi dan perubahan iklim. Dengan pendekatan holistik dan berbasis data, GreenLink diharapkan dapat menjadi solusi strategis dalam revitalisasi ruang terbuka hijau, sehingga Semarang dapat berkembang menjadi kota yang lebih cerdas, hijau, dan nyaman bagi seluruh warganya.

## **Pembahasan**

Integrasi teknologi dalam pengelolaan lingkungan perkotaan memiliki peran krusial dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Kota-kota besar seperti Semarang mengalami berbagai permasalahan akibat urbanisasi yang pesat, seperti

peningkatan suhu akibat efek pulau panas perkotaan, banjir akibat drainase yang tidak optimal, serta polusi udara yang tinggi (Santoso, 2023). Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan solusi berbasis teknologi yang mampu meningkatkan ketahanan lingkungan sekaligus mendukung kebijakan pembangunan berkelanjutan. Pemanfaatan Internet of Things (IoT), energi terbarukan, serta pengelolaan ruang hijau berbasis digital dapat menjadi langkah inovatif dalam mewujudkan kota yang lebih ramah lingkungan dan adaptif terhadap perubahan iklim (Rahman, 2022).

Sebagai solusi atas tantangan lingkungan di Semarang, GreenLink: Integrated Smart Canopy Network dirancang dengan mengintegrasikan teknologi IoT dengan infrastruktur hijau yang mendukung ketahanan iklim. GreenLink terdiri dari jaringan kanopi pintar yang ditempatkan di berbagai ruang publik seperti trotoar, taman kota, dan area komersial untuk meningkatkan kenyamanan serta mengurangi dampak urban heat island (Wahyuni, 2024). Kanopi ini dilengkapi dengan sensor pemantau lingkungan yang mengumpulkan data mengenai kualitas udara, suhu, dan kelembaban secara real-time. Data ini dapat diakses oleh pemerintah dan masyarakat untuk mendukung pengambilan kebijakan berbasis data serta meningkatkan kesadaran lingkungan warga (Putra, 2023).

Dalam implementasinya, GreenLink dirancang dengan beberapa fitur utama yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Panel surya dipasang pada kanopi untuk menghasilkan energi terbarukan yang digunakan dalam sistem pencahayaan LED serta operasional sensor (Hidayat, 2023). Selain itu, kanopi dilengkapi dengan sistem pengaturan sirkulasi udara yang mampu menyesuaikan kondisi lingkungan sekitar, sehingga menciptakan ruang publik yang lebih nyaman (Sari, 2022). Dengan adanya layar digital interaktif, masyarakat dapat berinteraksi dengan sistem, mendapatkan informasi lingkungan, serta memberikan laporan terkait kondisi kota (Yusuf, 2024). Dengan desain modular dan penerapan bertahap, GreenLink diharapkan dapat menjadi model solusi perkotaan yang dapat direplikasi di kota-kota lain guna meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim (Fauzan, 2023).

#### ▪ Kerangka Pembuatan GreenLink

##### 1. Analisis kebutuhan dan Identifikasi Masalah

Tahap pertama dalam pembuatan GreenLink adalah melakukan analisis kebutuhan kota Semarang dalam menghadapi perubahan iklim.

Beberapa faktor yang dipertimbangkan meliputi:

- Peningkatan suhu kota dan efek pulau panas perkotaan (Urban Heat Island Effect).
  - Tingkat polusi udara dan kualitas lingkungan yang semakin menurun.
  - Kurangnya ruang terbuka hijau akibat urbanisasi yang pesat.
  - Kurangnya integrasi teknologi dalam pengelolaan lingkungan perkotaan.
- Analisis ini didasarkan pada data lingkungan kota, wawancara dengan pemangku kepentingan, serta kajian literatur terkait kebijakan lingkungan (IPCC, 2023).

## 2. Perancangan dan Desain Sistem GreenLink

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, tahap berikutnya adalah merancang sistem GreenLink dengan memperhatikan aspek teknis dan fungsional. Beberapa komponen utama dalam desain sistem meliputi:

1. Struktur Kanopi Pintar: Dirancang dengan material ramah lingkungan dan tahan cuaca.
2. Sensor Lingkungan Berbasis IoT: Sensor ini dapat mengukur kualitas udara, suhu, kelembaban, dan tingkat polusi secara real-time.
3. Energi Terbarukan: Panel surya digunakan sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan sensor dan pencahayaan LED hemat energi.
4. Sistem Pengaturan Udara dan Pencahayaan: Sistem otomatisasi yang mengoptimalkan ventilasi dan pencahayaan berdasarkan data lingkungan.
5. Interaksi Digital dengan Masyarakat: Layar digital interaktif untuk menyajikan data lingkungan dan sistem pelaporan warga.
6. Pengelolaan Data dan Pemantauan Jarak Jauh: Sistem berbasis cloud untuk mengintegrasikan data dari seluruh kanopi dan memberikan rekomendasi kebijakan berbasis data (Attenborough, 2019).

### ❖ Pembuatan Struktur Kanopi Pintar

#### 1. Desain dan Konsep Awal

Struktur kanopi pintar dalam sistem GreenLink harus dirancang agar ramah lingkungan, tahan cuaca, dan efisien dalam mendukung sistem IoT serta energi terbarukan. Oleh karena itu, desainnya mengutamakan:

- Ketahanan terhadap kondisi iklim ekstrem seperti hujan deras, panas berlebih, dan angin kencang.
- Material yang ringan tetapi kuat agar mudah dipasang dan dipelihara.
- Struktur modular untuk kemudahan perakitan dan perbaikan.

## 2. Pemilihan Material

Material yang digunakan harus berkelanjutan, tahan lama, dan mendukung teknologi hijau. Berikut beberapa bahan utama yang dapat digunakan:

### i. Kerangka Kanopi:

- Baja ringan (galvanis) → Tahan karat dan kokoh, tetapi tetap ringan.
- Aluminium daur ulang → Ringan, tahan lama, dan ramah lingkungan.
- Bambu yang diproses → Jika ingin lebih ramah lingkungan, bambu dapat digunakan dengan teknik laminasi untuk meningkatkan kekuatan.

### ii. Atap Kanopi:

- Polikarbonat transparan (recycled polycarbonate) → Ringan, kuat, dan dapat menyerap sebagian panas sambil membiarkan cahaya masuk.
- Kaca tempered dengan lapisan fotokatalitik → Lebih tahan lama dan dapat membersihkan diri sendiri dari kotoran akibat reaksi dengan sinar matahari.
- Panel surya fleksibel (thin-film solar panel) → Menghasilkan energi dari sinar matahari dan mudah dipasang di permukaan atap.

### iii. Pelapis dan Finishing:

- Cat ekologi berbasis air → Tidak mengandung zat beracun dan lebih ramah lingkungan.
- Lapisan anti-UV dan anti-korosi → Melindungi dari paparan matahari serta hujan asam yang dapat merusak struktur.

## 3. Proses Pembuatan dan Perakitan

### i. Pemotongan dan Pembentukan Material

- Baja ringan/aluminium dipotong sesuai desain dan dirangkai menjadi kerangka utama.

- Panel surya dan atap polikarbonat/kaca tempered disiapkan sesuai kebutuhan.
- ii. Perakitan Struktur
  - Kerangka utama disambungkan menggunakan teknik pengelasan ramah lingkungan atau baut khusus yang bisa dibongkar pasang untuk pemeliharaan.
  - Panel atap dipasang dengan perekat tahan cuaca atau sistem penjepit agar aman dari angin kencang.
- iii. Pemasangan Teknologi Pintar
  - Sensor IoT dipasang pada titik-titik strategis untuk memantau suhu, polusi, kelembaban, dll.
  - Sistem pencahayaan LED hemat energi diintegrasikan ke dalam struktur untuk penerangan malam hari.
  - Sirkulasi udara otomatis diterapkan jika ada sistem ventilasi adaptif.

### 3. Pengembangan Prototipe dan Uji Coba

Setelah desain selesai, dilakukan pembuatan prototipe untuk diuji dalam berbagai kondisi lingkungan. Tahapan ini meliputi:

- Pembangunan model awal GreenLink di lokasi percontohan (misalnya taman kota Semarang).
- Pengujian sensor dan sistem IoT untuk memastikan akurasi data dan respons otomatisasi.
- Evaluasi efisiensi energi dari panel surya dan pencahayaan LED.
- Uji coba interaksi masyarakat dengan sistem digital dan platform monitoring.

### 4. Implementasi dan Integrasi dengan Infrastruktur Kota

Jika hasil uji coba menunjukkan keberhasilan, implementasi dilakukan secara bertahap dengan memperluas jaringan GreenLink ke berbagai lokasi strategis.

Langkah-langkah implementasi meliputi:

- Kerjasama dengan pemerintah kota dan sektor swasta untuk pendanaan dan pengelolaan jangka panjang.
- Integrasi sistem pemantauan GreenLink dengan sistem kota cerdas (Smart City).

- Pelibatan komunitas lokal dalam pemeliharaan dan pemanfaatan GreenLink.

## 5. Evaluasi dan Pengembangan Berkelanjutan

Tahap akhir adalah melakukan evaluasi dan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas GreenLink. Beberapa aspek yang dievaluasi meliputi:

- Dampak GreenLink terhadap penurunan suhu kota dan kualitas udara.
- Efisiensi energi dan kinerja sistem IoT dalam jangka panjang.
- Respon masyarakat terhadap teknologi ini dan tingkat partisipasi mereka.

Evaluasi ini akan menjadi dasar untuk peningkatan fitur serta ekspansi GreenLink ke kota-kota lain di Indonesia.

### ▪ Cara Kerja

GreenLink merupakan sistem kanopi pintar yang berfungsi untuk meningkatkan ketahanan iklim di perkotaan dengan mengintegrasikan teknologi IoT, energi terbarukan, dan sistem pengelolaan lingkungan berbasis data. Berikut adalah cara kerja GreenLink secara sistematis:

#### 1. Pengumpulan Data Lingkungan

- Setiap kanopi pintar dilengkapi dengan sensor berbasis IoT yang dapat mengukur kualitas udara (CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), suhu, kelembaban, serta tingkat polusi secara real-time.
- Sensor ini terhubung ke mikrokontroler yang mengolah data sebelum mengirimkannya ke pusat pemantauan.
- Data lingkungan dikumpulkan secara berkala dan dikirimkan ke platform berbasis cloud untuk dianalisis lebih lanjut.

#### 2. Sumber Energi Berbasis Terbarukan

- GreenLink memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan sensor, layar digital, dan sistem pencahayaan LED.
- Sistem penyimpanan daya berupa baterai lithium digunakan untuk memastikan pasokan energi tetap tersedia, terutama pada malam hari atau saat cuaca mendung.
- Penggunaan energi terbarukan membantu mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi energi di ruang publik.

#### 3. Pengaturan Sirkulasi Udara dan Pencahayaan Otomatis



- Berdasarkan data suhu dan kualitas udara, sistem ventilasi otomatis akan mengatur aliran udara di sekitar kanopi.
- Jika suhu tinggi atau polusi meningkat, sistem akan menyesuaikan ventilasi untuk meningkatkan sirkulasi udara.
- Pencahayaan LED hemat energi diaktifkan sesuai dengan intensitas cahaya alami di sekitar kanopi untuk menghemat konsumsi listrik.

#### 4. Interaksi Digital dengan Masyarakat

- Kanopi dilengkapi dengan layar digital interaktif yang menampilkan informasi real-time tentang kondisi lingkungan, seperti kualitas udara dan suhu.
- Masyarakat dapat mengakses data ini melalui aplikasi mobile GreenLink, yang juga memungkinkan mereka untuk memberikan laporan terkait kondisi lingkungan di sekitar mereka.
- Sistem ini mendukung partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan.

#### 5. Pengelolaan Data dan Pemantauan Jarak Jauh

- Semua data yang dikumpulkan dari sensor dikirim ke server berbasis cloud untuk dianalisis lebih lanjut.
- Pemerintah kota dan instansi terkait dapat mengakses dashboard pemantauan yang menyediakan laporan analisis tren lingkungan, rekomendasi kebijakan, dan potensi mitigasi terhadap masalah lingkungan.
- Jika terjadi kondisi lingkungan yang memburuk (misalnya tingkat polusi udara yang tinggi), sistem dapat mengirimkan peringatan dini kepada pemerintah dan masyarakat melalui aplikasi mobile.

Dengan mekanisme kerja yang cerdas dan terintegrasi, GreenLink tidak hanya berfungsi sebagai peneduh dan penyaring udara di perkotaan, tetapi juga sebagai sistem pemantauan lingkungan yang dapat membantu pengambilan keputusan berbasis data untuk meningkatkan ketahanan iklim di Semarang.

### **Kesimpulan dan Saran**

GreenLink: Integrated Smart Canopy Network merupakan solusi inovatif yang mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), energi terbarukan, dan

sistem pengelolaan lingkungan berbasis data dalam upaya meningkatkan ketahanan iklim di perkotaan, khususnya di Semarang. Dengan memanfaatkan jaringan kanopi pintar, sistem ini mampu memberikan berbagai manfaat, seperti menurunkan suhu akibat efek pulau panas perkotaan, meningkatkan kualitas udara, serta mendukung kebijakan pembangunan kota berkelanjutan berbasis data.

Melalui pendekatan *design thinking*, GreenLink dirancang untuk beradaptasi dengan kebutuhan lingkungan perkotaan dengan fitur-fitur utama, termasuk sensor pemantauan lingkungan, panel surya sebagai sumber energi, sistem pencahayaan hemat energi, serta layar interaktif untuk edukasi dan partisipasi masyarakat. Implementasi GreenLink secara bertahap diharapkan dapat menjadi model infrastruktur hijau yang dapat direplikasi di berbagai kota lain guna menghadapi tantangan perubahan iklim dan urbanisasi yang semakin pesat.

Keberhasilan implementasi GreenLink bergantung pada kolaborasi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat dalam mendukung pengembangan serta pemeliharaan sistem ini. Pemerintah memiliki peran penting dalam menyediakan regulasi dan kebijakan yang mendukung infrastruktur hijau, sedangkan akademisi dan peneliti berkontribusi dalam pengembangan teknologi serta evaluasi keberlanjutannya. Sektor swasta dapat berinvestasi dalam inovasi ini melalui kemitraan publik-swasta, sementara partisipasi aktif masyarakat diperlukan untuk menjaga serta memanfaatkan GreenLink secara optimal. Edukasi berkelanjutan menjadi faktor penting dalam meningkatkan kesadaran akan ketahanan iklim dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Monitoring dan evaluasi secara berkala juga diperlukan guna menyesuaikan sistem dengan perubahan lingkungan perkotaan serta memastikan efektivitas dan efisiensinya. Penerapan langkah-langkah ini memungkinkan GreenLink menjadi solusi berkelanjutan yang tidak hanya meningkatkan ketahanan iklim di Semarang, tetapi juga menjadi model inspiratif bagi kota-kota lain dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan urbanisasi di masa depan.

## Daftar Pustaka

- Attenborough, D. (2019) *A Life on Our Planet: My Witness Statement and a Vision for the Future*. London: Penguin Books.
- Fauzan, R. (2023) *Pengembangan Infrastruktur Hijau untuk Kota Berkelanjutan*. Jakarta: Pustaka Hijau.
- Hidayat, A. (2023) *Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Smart City*. Bandung: Teknologi Hijau Press.
- IPCC (2023) *Climate Change 2023: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (Accessed: 17 March 2025).
- Pemerintah Kota Semarang (2022) *Laporan Pengelolaan Lingkungan Perkotaan Semarang*. Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. Available at: <https://dlh.semarangkota.go.id/laporan-lingkungan-2022> (Accessed: 17 March 2025).
- Putra, B. (2023) *Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Lingkungan Perkotaan*. Yogyakarta: Inovasi Digital.
- Rahman, T. (2022) *Transformasi Digital dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Surabaya: Mitra Ilmu.
- Santoso, D. (2023) *Dampak Perubahan Iklim terhadap Kota Metropolitan di Indonesia*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sari, M. (2022) *Desain Arsitektur Berbasis Ekologi: Studi Kasus Ruang Publik di Perkotaan*. Malang: Penerbit Arsitek Hijau.
- Wahyuni, L. (2024) *Peningkatan Ketahanan Iklim Melalui Inovasi Teknologi Hijau*. Jakarta: Smart Environment Publishing.
- Yusuf, F. (2024) *Interaksi Masyarakat dengan Sistem Digital dalam Pengelolaan Lingkungan*. Bandung: Teknologi Sosial Press.