



## Konsep *Rooftop Greenhouse* Terintegrasi *Smart Rain Water Harvesting* Irrigation Sebagai Solusi Pertanian Berkelanjutan di Perkotaan

Dinda Nur Haliza

IPB University

Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680 West Jawa, Indonesia

Email : [Dindanurhalizaa07@gmail.com](mailto:Dindanurhalizaa07@gmail.com)

**Abstract.** *The conversion of agricultural land in large urban areas like Jakarta has the potential to threaten food security, therefore a breakthrough in the form of an efficient urban farming model is needed. This research aims to formulate a conceptual model of an automatic irrigation system integrated with a greenhouse or greenhouse that utilizes rain water harvesting as a solution for changing the function of agricultural land in urban areas. The research method uses a literature study by examining references from 12 scientific journals and 3 textbooks related to the topic of agricultural land conversion, agricultural irrigation systems, rainwater harvesting, and the greenhouse concept. The results of the conceptual model formulation show that rainwater collected in an underground reservoir can be utilized optimally and sustainably through an automatic irrigation system to supply the water needs of agricultural land in a greenhouse on the roof of a building. This model has the potential to be a solution for changing the function of agricultural land in urban areas while supporting food security. Further studies are needed regarding specific soil moisture for various types of plants as well as direct model testing.*

**Keywords:** *conversion of agricultural land, automatic irrigation system, rainwater harvesting, greenhouse, food security*

**Abstrak.** Alih fungsi lahan pertanian di perkotaan besar seperti Jakarta berpotensi mengancam ketahanan pangan oleh karenanya diperlukan terobosan berupa model pertanian perkotaan yang efisien. Penelitian ini bertujuan merumuskan model konseptual sistem irigasi otomatis terintegrasi dengan *greenhouse* atau rumah kaca yang memanfaatkan pemanenan air hujan (*rain water harvesting*) sebagai solusi alih fungsi lahan pertanian di perkotaan. Metode penelitian menggunakan studi literatur dengan menelaah referensi dari 12 jurnal ilmiah dan 3 buku teks terkait topik alih fungsi lahan pertanian, sistem irigasi pertanian, pemanenan air hujan, dan konsep *greenhouse*. Hasil rumusan model konseptual menunjukkan bahwa air hujan yang ditampung ke dalam reservoir bawah tanah dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan melalui sistem irigasi otomatis untuk menyuplai kebutuhan air pada lahan pertanian di *greenhouse* yang berada di atap bangunan. Model ini berpotensi menjadi solusi alih fungsi lahan pertanian di perkotaan sekaligus mendukung ketahanan pangan. Diperlukan kajian lebih lanjut terkait kelembaban tanah spesifik berbagai jenis tanaman serta uji coba langsung model.

**Kata kunci:** alih fungsi lahan pertanian, sistem irigasi otomatis, pemanenan air hujan, *greenhouse*, ketahanan pangan

### LATAR BELAKANG

Indonesia menempati peringkat keempat dunia dalam hal jumlah penduduk terbesar setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Jumlah penduduk Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Sensus Penduduk 2020, pada September 2020 jumlah penduduk Indonesia tercatat mencapai 270,20 juta jiwa. Angka ini mengalami kenaikan sebesar 32,56 juta jiwa jika dibandingkan dengan Sensus Penduduk 2010. Dengan luas daratan Indonesia sekitar 1,9 juta km<sup>2</sup>, kepadatan penduduk Indonesia saat ini mencapai 141 jiwa per km<sup>2</sup>.

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang sangat tinggi memerlukan sumber pangan yang mencukupi (Marhaeni & Yuliarmi, 2018). Selain itu, pertumbuhan penduduk yang kian meningkat menyebabkan peningkatan kasus alih fungsi lahan pertanian, terlebih di perkotaan. Rata-rata, lahan sawah baku di Indonesia berkurang sekitar 650 ribu hektare per tahunnya. Penyusutan seluas itu setara dengan 6,5 juta ton beras, dengan asumsi rata-rata produksi beras 10 ton per hektare. Penyebab utama pengurangan lahan sawah adalah alih fungsi lahan pertanian akibat pembangunan infrastruktur jangka panjang seperti perumahan, pabrik, jalan tol, dan fasilitas umum lain (Cahyono, 2020).

Produktifitas pertanian juga dipengaruhi oleh faktor ketersediaan air. Irigasi merupakan alternatif pemenuhan kebutuhan air pertanian jika ketersediaan air di lahan tidak mencukupi. Tujuan irigasi adalah memasok kebutuhan air tanaman secara optimal selama masa pertumbuhan. Namun dalam praktiknya, seringkali suplai air irigasi tidak terkontrol dengan baik sehingga berdampak pada ketidaksesuaian volume air. Oleh karena itu, penggunaan air irigasi harus diatur agar memberi kontribusi positif bagi produktivitas pertanian. Selain itu, sebagai negara tropis Indonesia hanya memiliki dua musim yakni kemarau dan penghujan (Julismin, 2013). Meski berpola periodik, kedua musim tersebut kerap mengalami pergeseran seperti musim penghujan yang lebih panjang dan mundurnya musim kemarau. Salah satu penyebabnya adalah fenomena *Indian Ocean Dipole* atau IOD (Aldrian, 2008). Fenomena IOD dapat menyebabkan penurunan maupun peningkatan curah hujan.

Dua masalah utama dalam pertanian perkotaan di Indonesia adalah ketersediaan lahan dan air. Kedua masalah ini sangat penting karena berhubungan dengan ketersediaan pangan, terutama dengan pertumbuhan populasi yang terus meningkat. Inovasi urban farming, seperti konsep *rooftop farming*, dapat menjadi solusi. Namun, masih ada kendala dalam ketersediaan air di *rooftop*. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan alih fungsi lahan pertanian dan ketersediaan air irigasi di perkotaan adalah dengan menerapkan konsep rumah kaca di atap bangunan (*rooftop greenhouse*) yang terintegrasi dengan sistem irigasi pintar pemanenan air hujan (*smart rainwater harvesting irrigation*). Dalam konsep ini, air hujan diharvest dan digunakan untuk irigasi otomatis di *rooftop*. Hal ini dapat membantu mengatasi ketersediaan air yang tidak pasti, terutama selama musim kemarau. Integrasi antara pemanenan air hujan, irigasi otomatis, dan *rooftop farming* menjadi langkah penting untuk segera diimplementasikan guna mengatasi masalah lahan dan air dalam pertanian perkotaan di Indonesia.

Konsep gagasan yang ditawarkan merupakan integrasi antara konsep *rooftop farming* terhadap *Smart Rain water harvesting Irrigation*. Sebagai bentuk antisipasi *rooftop farming*, maka konsep *rooftop farming* direalisasikan dalam bentuk *greenhouse*. Oleh karena itu, konsep ini diberi nama Konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*. Mekanisme konsep yang ditawarkan adalah dengan membangun *greenhouse* di atas gedung di perkotaan. Sebagai sumber irigasi, *greenhouse* akan diintegrasikan dengan sistem irigasi otomatis berbasis kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah yang diproses oleh mikrokontroler tipe ESP8266. Penggunaan sistem irigasi otomatis berbasis kelembaban tanah ini dibuat sebagai upaya memaksimalkan dan mengefektifkan penggunaan air irigasi dengan sumber utama yaitu berbasis pemanenan air hujan. Realisasi konsep ini dapat menyelesaikan permasalahan SDGs poin 2 (*Zero Hunger*).

Dinamika iklim juga menyebabkan fenomena tidak termanfaatkan, di mana terjadi kelimpahan air umumnya terlihat selama musim hujan, sementara kekurangan air menjadi permasalahan pada musim kemarau. Alhasil sumberdaya air tidak dapat dimanfaatkan secara optimal, termasuk pada aspek penyediaan air pertanian. Oleh karena itu, inovasi baru diperlukan agar dapat menyelesaikan permasalahan alih fungsi lahan pertanian dan penyediaan air bagi pertanian tersebut. Salah satu inovasi yang dapat direalisasikan untuk menjawab permasalahan tersebut yakni melalui **Konsep Rooftop Greenhouse Terintegrasi Smart Rain water harvesting Irrigation sebagai Solusi Pertanian Berkelanjutan di Perkotaan**. Hadirnya inovasi ini diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan alih fungsi lahan dan penyediaan air bagi pertanian perkotaan di Indonesia.

## **KAJIAN TEORITIS**

### **Alih Fungsi Lahan Pertanian**

Lahan merujuk pada suatu area di permukaan bumi yang melibatkan berbagai komponen biosfer, termasuk atmosfer, tanah, batuan induk, relief, hidrologi, tumbuhan, hewan, dan manusia. Semua elemen ini saling memengaruhi dan memainkan peran dalam penentuan cara manusia menggunakan lahan, baik pada saat ini maupun di masa depan (Juhadi, 2007). Salah satu elemen krusial dalam struktur lahan adalah tanah. Tanah dapat dianggap sebagai suatu wilayah geografis dengan topografi dan ciri-ciri lahannya sendiri, yang mencakup profil tanah dan atribut internal yang unik, seperti komposisi mineral dan sifat kimia, serta sifat geofisika. Tanah juga dapat dipahami sebagai substansi alam yang subur yang melapisi sebagian besar permukaan bumi, dan memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sebagai medium pertumbuhan tanaman yang menjadi sumber pangan bagi manusia (Sartohadi, 2007).

Penggunaan lahan mencerminkan intervensi manusia terhadap sumber daya lahan untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup, baik yang bersifat materiil maupun spiritual (Prihatin, 2015). Dewasa ini, pemanfaatan lahan dalam aspek pertanian mulai mengalami penurunan, fenomena penurunan pemanfaatan lahan bagi pertanian dikenal dengan istilah alih fungsi lahan pertanian. Peralihan fungsi lahan mengacu pada perubahan atau penyesuaian dalam tujuan penggunaan, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti peningkatan jumlah penduduk dan tuntutan meningkat terhadap kualitas hidup yang lebih baik (Sulistiyawati, 2014). Transformasi lahan dari pertanian ke non-pertanian memerlukan perhatian khusus, terutama karena adanya ketergantungan masyarakat pada sektor pertanian.

### **Sistem Irigasi**

Irigasi melibatkan upaya untuk memperoleh air guna mendukung aktivitas pertanian, seperti pertanian padi, ladang, atau kebun (Hariyanto, 2018). Kegiatan ini mencakup pembuatan sarana dan prasarana irigasi, termasuk bangunan dan jaringan saluran, yang bertujuan untuk mengalirkan dan mendistribusikan air secara teratur ke area irigasi. Air tersebut kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman selama fase pertumbuhannya (Effendi, 2007). Pemberian air irigasi di lahan pertanian atau perkebunan bertujuan untuk optimalisasi pemenuhan kebutuhan air selama pertumbuhan tanaman. Namun, dalam kenyataannya, penggunaan air irigasi seringkali tidak terkendali, mengakibatkan ketidaksesuaian antara suplai air dan kebutuhan tanaman, serta pemborosan air (Saptomo et al., 2013). Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, sistem kontrol irigasi otomatis telah diterapkan secara luas, contohnya Wiranto et al., (2014) mengembangkan sistem kontrol irigasi otomatis nirkabel, Saptomo et al., (2013) menciptakan irigasi curah otomatis berbasis sistem pengendali mikro dan Syamsiar et al., (2016) merancang sistem irigasi tanaman otomatis menggunakan *wireless sensor network*.

### **Greenhouse**

Rumah kaca, atau dikenal sebagai *greenhouse*, merupakan struktur tertutup oleh material tembus cahaya yang dirancang untuk memanfaatkan radiasi matahari dalam pertumbuhan tanaman di dalamnya. Tujuan utama pembangunan *greenhouse* adalah untuk mengatur lingkungan agar terhindar dari kondisi yang tidak menguntungkan, seperti hujan deras, angin kencang, dan suhu ekstrem, sehingga memungkinkan pertumbuhan tanaman menjadi optimal. Konstruksi rumah kaca umumnya memiliki sifat luas, ringan, dan tipis. Oleh karena itu,

pemilihan material untuk rumah kaca perlu memperhatikan kekuatan sambil tetap ringan. Rangka terbaik untuk *greenhouse* dapat menggunakan baja, kayu, atau bambu sebagai struktur utama, dengan pertimbangan memberikan tampilan alami yang menyenangkan dan kondisi hangat yang mendukung ketahanan kayu dan bambu terhadap kerusakan. Lingkungan di dalam *greenhouse*, termasuk cahaya matahari, suhu udara, kelembaban udara, suplai nutrisi, kecepatan angin, dan konsentrasi karbon dioksida, dapat dengan mudah dikontrol.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan studi literatur (*literature review*) sebagai metode untuk mengkaji konsep alih fungsi lahan pertanian dan solusi yang ditawarkan berupa sistem irigasi otomatis terintegrasi dengan *greenhouse*. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan menelaah referensi terkait topik penelitian dari jurnal-jurnal ilmiah dan buku teks. Referensi utama yang digunakan berasal dari jurnal bereputasi serta textbook bidang pertanian dan teknik irigasi. Melalui telaah mendalam pada literatur, penelitian bertujuan memahami permasalahan alih fungsi lahan pertanian di perkotaan besar seperti Jakarta serta merumuskan konsep solusi berupa sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan air hujan yang terintegrasi pada *greenhouse*. Dengan demikian, studi literatur menjadi metode utama yang diandalkan penelitian ini untuk mencapai tujuannya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

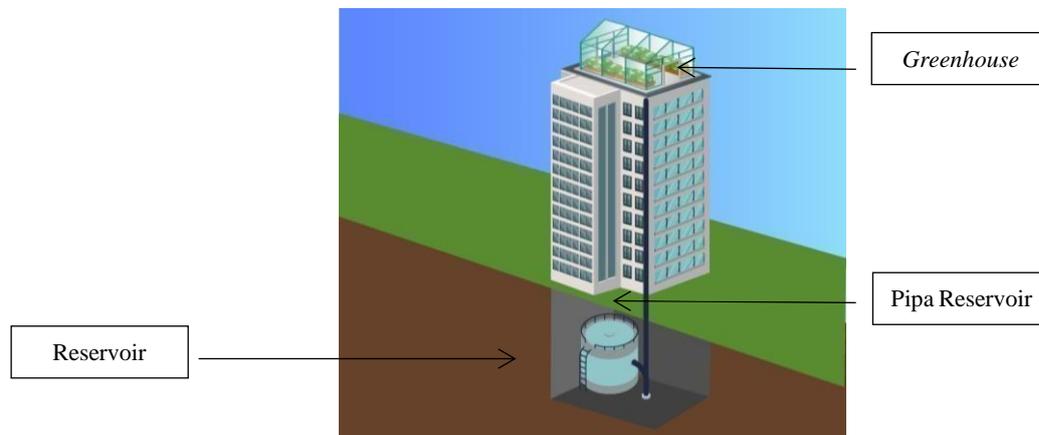
### **Kondisi Pertanian Indonesia Masa Kini**

Pertanian memiliki peran krusial dalam memastikan ketersediaan pangan secara global, termasuk di Indonesia. Keunikan geografis Indonesia yang melintasi garis khatulistiwa menyebabkan negara ini mengalami dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Kondisi ini menjadi faktor penentu ketersediaan air bagi lahan pertanian di Indonesia. Kontrol ketersediaan air bagi lahan pertanian dapat dilakukan dengan konsep sistem irigasi. Pemberian air irigasi seringkali sulit untuk diatur, sehingga dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara pasokan air yang diberikan dan kebutuhan tanaman. Irigasi yang tidak optimal dapat menyebabkan penurunan produktifitas pertanian bahkan gagal panen. Sampai saat ini, pengendalian sistem irigasi belum banyak diterapkan di Indonesia sehingga produktifitas pertanian di Indonesia masih belum maksimal. Selain itu, pertumbuhan penduduk di Indonesia yang kian meningkat menyebabkan peningkatan kasus alih fungsi lahan pertanian. Secara tahunan, luas lahan pertanian sawah mengalami penurunan rata-rata sebesar 650 ribu hektar, setara dengan 6,5 juta ton beras, dengan asumsi produksi beras mencapai 10 ton per tahun.

Oleh karena itu, konsep inovasi dalam pertanian yang terkait dengan penyediaan lahan atau media tanam menjadi aspek yang sangat krusial untuk diperhatikan, mengingat bahwa ketersediaan lahan pertanian masih menjadi faktor pembatas dalam mencapai tingkat produksi pangan yang memadai di Indonesia.

### Gagasan yang Ditawarkan

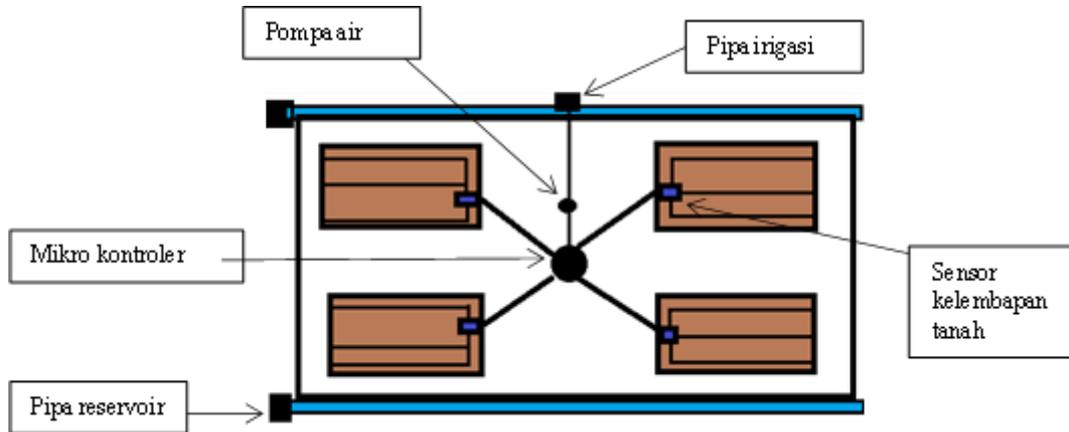
Salah satu inovasi yang dapat ditawarkan untuk mengatasi permasalahan ketersediaan lahan pertanian dan ketersediaan air lahan pertanian perkotaan di Indonesia adalah melalui konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*.



**Gambar 1. Ilustrasi gedung dengan *Rooftop Greenhouse* terintegrasi irigasi otomatis berbasis *rain water harvesting***

Konsep ini menawarkan solusi lahan pertanian dengan memanfaatkan *rooftop* di suatu gedung. Sebagai upaya mengatasi gangguan dari luar, maka pemanfaatan *rooftop* sebagai alternatif lahan pertanian diwujudkan dalam bentuk konsep rumah kaca (*greenhouse*). Rumah kaca, atau yang dikenal sebagai *greenhouse*, ialah sebuah konstruksi yang melibatkan penutupan oleh bahan tembus cahaya dengan maksud menggunakan radiasi matahari untuk mendukung pertumbuhan tanaman di dalamnya. Pembangunan *greenhouse* dilakukan dengan maksud untuk mengontrol lingkungan, sehingga terhindar dari situasi yang merugikan seperti hujan lebat, angin kuat, dan suhu ekstrim, sehingga dapat meningkatkan optimalisasi pertumbuhan tanaman. Dalam *Rooftop Greenhouse* akan dibuat petakan-petakan lahan yang kemudian dijadikan sebagai lahan pertaniannya. Petakan tersebut dipisahkan berdasarkan perbedaan jenis tanaman yang akan ditanam. Sebagai pemasok air pertanian pada *Rooftop Greenhouse*, maka *greenhouse* tersebut akan diintegrasikan dengan sistem irigasi otomatis menggunakan sumber air yang berasal dari penampungan air hujan (*rain water harvesting*). Air hujan akan ditampung ke dalam *reservoir* hujan bawah tanah kemudian disalurkan kepada

petakan lahan di *greenhouse* dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah. Setiap sensor tersebut akan terhubung pada satu sistem *microcontroller* sebagai pengatur sistem irigasi otomatis. Adapun desain sistem irigasi di *Rooftop Greenhouse* digambarkan pada gambar berikut.



**Gambar 2. Rancangan sistem irigasi otomatis**

Konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi irigasi otomatis berbasis *rain water harvesting* disusun dengan mekanisme kerja yang kompleks. Ketika musim hujan, air hujan akan ditampung ke dalam *reservoir* yang memiliki volume besar melalui pipa *reservoir*. Jenis pipa yang digunakan sebagai pipa *reservoir* adalah pipa PVC dengan diameter 2 inci. Air hujan yang mengenai atap *Rooftop Greenhouse* akan mengalir menuju pipa *reservoir* kemudian ditampung di dalam *reservoir*. Air hujan yang tertampung di *reservoir* kemudian digunakan sebagai sumber air irigasi otomatis yang kemudian akan disalurkan ke petak lahan di *Rooftop Greenhouse*.

Sistem irigasi otomatis berbasis *rain water harvesting* melakukan kontrol pada persediaan air di *reservoir* dengan mengukur tinggi permukaan air. Sensor *water level* dipasang pada ketinggian 20 cm dari dasar permukaan *reservoir*, sehingga apabila terdeteksi muka air dibawah 20 cm akan menghasilkan sinyal yang menunjukkan bahwa air di *reservoir* perlu diisi. Pengukuran tingkat air di waduk dilakukan dengan menggunakan sensor tingkat air eTape PN-6573P-8, dan sinyal input dari sensor tersebut akan diolah oleh mikrokontroler. Informasi mengenai ketinggian permukaan air di waduk kemudian dikirimkan melalui modul GSM menggunakan pesan SMS. Data mengenai kelembaban tanah dan tingkat air disimpan pada node koordinator menggunakan kartu SD dan dilengkapi dengan modul jam waktu nyata (RTC).

Sistem irigasi yang direncanakan akan diterapkan pada prototipe irigasi menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler sebagai pengirim sinyal untuk mengoperasikan pompa air. Sensor diatur dengan keluaran <5 volt DC, sesuai dengan kemampuan mikrokontroler yang hanya dapat mengenali nilai referensi sebesar 5 volt. Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah SKU:SEN0114 yang dapat beroperasi pada rentang daya 3.3–5.0 Volt. Nilai kelembaban tanah tersebut menjadi input pada sinyal analog pada *end device* ATmega328, dan nilai sensor tersebut dikirimkan melalui gelombang radio Xbee. Data yang dikirim oleh *end device* diterima oleh koordinator dan dibandingkan dengan nilai *set point*, yang merupakan nilai kelembaban tanah yang diinginkan. Nilai *set point* akan diatur sesuai dengan jenis tanaman pada setiap lahan. Pada setiap blok irigasi, terdapat solenoid valve dan *manual valve* yang terhubung dengan pipa PVC ½ inchi. *Solenoid valve* berfungsi sebagai pengatur pembukaan dan penutupan air irigasi, sementara *manual valve* berfungsi sebagai pengatur aliran air irigasi. Jika nilai output sensor kurang dari nilai *set point*, ATmega328 akan mengaktifkan *relay* pompa air dan *relay solenoid valve* hingga nilai kelembaban tanah mencapai *set point*.

Gagasan konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* dapat diimplementasikan dengan menggabungkan peran beberapa pihak terkait ahli tanah dan pengelolaan air, teknisi, dan ahli sistem komputer. Selain itu, partisipasi semua masyarakat di masa depan juga memiliki peran penting dalam terealisasinya manfaat dari gagasan ini. Gagasan ini tentunya perlu dukungan dari berbagai pihak dalam pengembangan dan pemanfaatan teknologi. Di samping itu, perlu pula mendapatkan dukungan keuangan yang memadai dan berkelanjutan. Sumber dana dapat berasal dari dana pribadi ataupun dari kebijakan pemerintah setempat.

Demi keberhasilan realisasi gagasan ini, maka diperlukan langkah-langkah strategis yang matang dan jelas. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah melalui sosialisasi gagasan ke kalangan masyarakat. Sosialisasi dapat dilakukan oleh lembaga pemerintahan atau pihak berwenang lainnya. Setelah langkah tersebut, dibutuhkan pengembangan kerja sama dan agenda transisi. Mengingat kompleksitas masalah yang akan dihadapi, kerja sama yang efektif antara pihak-pihak yang memiliki kapabilitas untuk mengatasi masalah tersebut menjadi suatu keharusan. Jenis kerja sama tersebut dapat mencakup konsultasi, kolaborasi dalam pelaksanaan proyek, dan pertukaran informasi. Berikutnya, dilakukan stimulasi kepada para pihak yang terlibat untuk melaksanakan proyek transisi. Langkah terakhir melibatkan evaluasi, pemantauan, dan pembelajaran. Tantangan dan pengalaman yang muncul dalam pembentukan

proyek ini menjadi sumber pembelajaran, memungkinkan adanya peningkatan dan pengembangan model di masa mendatang.

### **Analisis SMART Gagasan**

Gagasan konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* dapat terealisasi jika memenuhi kaidah SMART gagasan. Oleh karena itu, dilakukan analisis kaidah SMART pada gagasan konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*. Hasil analisis yang ditemukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

#### **1. Specific**

Target utama implementasi konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* adalah terwujudnya mandiri pangan di kawasan perkotaan di Indonesia. Tahapan menuju tujuan utama tersebut terdiri dari tiga fase pencapaian, yaitu: 1) Gagasan terinstrumentasi, gagasan menjadi instrumen utama dalam kebijakan pengembangan konsep Urban Farming di beberapa kota di Indonesia pada tahun 2022-2023; 2) Gagasan terencanakan, konsep gagasan mulai direncanakan untuk direalisasikan pada beberapa kota di Indonesia pada tahun 2023-2024; 3) Gagasan terealisasi, konsep gagasan mulai direalisasikan pada beberapa kota di Indonesia pada tahun 2024-2029; 4) Gagasan dievaluasi, evaluasi pelaksanaan gagasan dilakukan seiring terealisasinya gagasan.

#### **2. Measurable**

Gagasan harus bisa terukur untuk mengetahui perkembangan menuju tercapainya target yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan dalam beberapa aspek seperti jumlah penerima manfaat dari realisasi konsep. Berdasarkan data BPS 2021, jumlah penduduk kota Jakarta adalah 11,25 juta jiwa. Jutaan jumlah penduduk di Jakarta memiliki peluang untuk mendapatkan asupan pangan hortikultura dari pertanian atas gedung dari konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*.

#### **3. Achievable**

Konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* dapat direalisasikan dengan menggabungkan peran-peran beberapa pihak terkait ahli tanah dan pengelolaan air, teknisi, dan ahli sistem komputer. Ahli tanah dan pengelolaan air berperan sebagai konsultan pertanian dalam mengidentifikasi hubungan antara kelembaban tanah dengan asupan kebutuhan air di beberapa jenis tanaman hortikultura. Selain itu, teknisi dan ahli sistem komputer dapat menjadi konsultan dan perancang sistem irigasi otomatis yang akan digunakan. Dengan semua peran serta *stakeholder* tersebut, penulis meyakini bahwa konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* yang

ditawarkan dapat direalisasikan dalam rentang waktu yang telah ditetapkan sebelumnya

#### **4. Realistic**

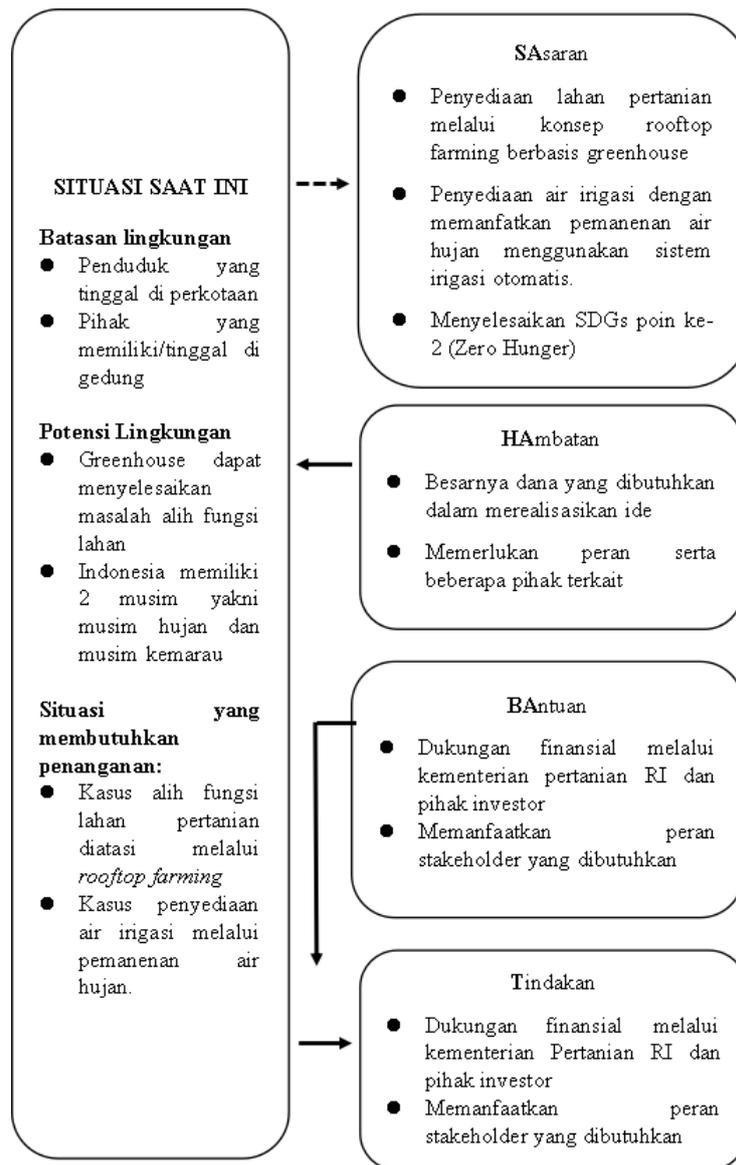
Perkembangan teknologi yang pesat dan sumberdaya manusia yang hebat menjadi salah satu faktor utama terealisasinya konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*. Oleh karena itu, diperlukan analisis berkelanjutan terhadap perkembangan teknologi, terutama pada sistem irigasi otomatis agar penyediaan air pada *Rooftop Greenhouse* dapat efektif.

#### **5. Time Bound**

Berdasarkan penjelasan target realisasi konsep yang telah dicantumkan pada aspek spesifik, dapat diketahui bahwa realisasi *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* dapat dilakukan dalam rentang 2022- 2029.

### **Bagan Visualisasi Gagasan**

Pengembangan visualisasi konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation* dapat dilihat berdasarkan indentifikasi masalah dan potensi pengembangan program pada analisis SAHABAT. Analisis SAHABAT mengacu pada beberapa aspek yang dapat melihat potensi dan urgensi gagasan. Beberapa aspek SAHABAT yang dipacu tersebut adalah: 1) Situasi saat ini yang mencangkup batasan lingkungan, potensi lingkungan, dan situasi yang membutuhkan penanganan; 2) SASaran; 3) HAmbatan; 4) BAntuan; 5) Tindakan. Adapun analisis SAHABAT yang dilakukan disajikan pada bagan berikut.



**Gambar 3. Bagan Analisis SAHABAT**

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Permasalahan pertanian di perkotaan yang terkait dengan ketersediaan lahan dan sumber air dapat diatasi dengan konsep *Rooftop Greenhouse* terintegrasi *Smart Rain water harvesting Irrigation*. Gagasan ini memanfaatkan air hujan sebagai sumber air irigasi yang ditampung di *reservoir* bawah tanah dan selanjutnya digunakan sebagai sumber air irigasi pada petakan lahan di *rooftop greenhouse* dengan memanfaatkan sistem irigasi otomatis. Inovasi ini memiliki urgensi yang tinggi untuk direalisasikan mengingat pertumbuhan penduduk yang kian meningkat sehingga diperlukan sumber pangan yang cukup. Gagasan ini dapat direalisasikan

dengan menggabungkan peran-peran beberapa pihak terkait ahli tanah dan pengelolaan air, teknisi, dan ahli sistem komputer.

### **Saran**

Demi kesempurnaan gagasan, diperlukan uji coba secara langsung untuk mendapatkan tingkat keberhasilan gagasan. Selain itu, perlu juga kajian yang lebih mendalam mengenai kelembaban tanah pada berbagai jenis tanaman pangan agar keakuratan irigasi lebih maksimal.

### **DAFTAR REFERENSI**

- Aldrian, E. (2008). Meteorologi Laut Indonesia. Jakarta: Badan Meteorologi Dan Geofisika, 242–243.
- Cahyono. (2020). Alih Fungsi Lahan Pertanian Kian Memprihatinkan, Ayo Perangi Bersama. *Jurnal Warper*, 13(1), 1–52.
- Effendi. (2007). *Irigasi Kelembagaan dan Ekonomi*. Gramedia.
- Hariyanto. (2018). Analisis Penerapan Sistem Irigasi Untuk Meningkatkan Hasil Pertanian di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora. *Jurnal RICE*, 2(1), 29–34.
- Juhadi, J. (2007). Pola-Pola Pemanfaatan Lahan dan Degradasi Lingkungan pada Kawasan Perbukitan. *Jurnal Geografi*, 4(1), 11–24.
- Julismin, J. (2013). Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 5(1), 39–46.
- Marhaeni, A., & Yuliarmi, N. N. (2018). Pertumbuhan Penduduk, Konversi Lahan, dan Ketahanan Pangan di Kabupaten Badung. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 11(1), 61–78.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118.
- Saptomo, S. K., Isnain, R., & Setiawan, B. I. (2013). Irigasi Curah Otomatis Berbasis Sistem Pengendali Mikro. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 115–125.
- Sartohadi. (2007). *Geomorfologi Tanah dan Aplikasinya Untuk Pembangunan Nasional*. UGM Press.
- Sulistyawati. (2014). Analisis Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Terhadap Ketahanan Pangan di Kabupaten Cianjur .
- Syamsiar, M. D., Rivai, M., & Suwito, S. (2016). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A261–A266