

## **PENDAMPINGAN PENANGANAN POLUSI UDARA DENGAN INOVASI TAMAN VERTIKAL DAN TEKNOLOGI TERBARUKAN MENGUNAKAN SOLAR SPRINKLE DI SMP WIDYA MANGGALA JAKARTA TIMUR**

**Wati Sukmawati<sup>1)</sup>, Gufron Amirullah<sup>1)</sup>, Rifky<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka,  
<sup>2)</sup>Fakultas Teknik Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka,  
*wati\_sukmawati@uhamka.ac.id.*

### **Abstract**

This study examines the implementation of vertical gardens and solar-powered automatic irrigation technology (Solar Sprinkle) at SMP Widya Manggala, East Jakarta, to improve air quality and enhance students' understanding of renewable energy. The school's proximity to Kampung Rambutan Terminal and Kramat Jati Induk Market results in significant air pollution affecting the school environment. The program involved creating vertical gardens in limited spaces and installing automatic irrigation technology to increase green areas and maintenance efficiency. Evaluation results showed a significant improvement in air quality around the school and increased environmental awareness among students. Prior to the program, 30% of students had a good understanding of renewable energy concepts, which increased to 95% after the intervention. This success demonstrates that integrating environmentally friendly technology not only improves physical environmental conditions but also enhances student knowledge. The program also contributes to Jakarta's greening efforts and can serve as a model for other schools facing similar challenges. The success of this initiative highlights the importance of collaboration between educational institutions and technological innovation in creating a healthy and sustainable learning environment.

*Keywords: greening, pollution, renewable energy, solar sprinkle, vertical garden.*

### **Abstrak**

Penelitian ini mengkaji penerapan taman vertikal dan teknologi penyiraman otomatis berbasis energi surya (Solar Sprinkle) di SMP Widya Manggala, Jakarta Timur, untuk meningkatkan kualitas udara dan pemahaman siswa tentang energi terbarukan. Dengan lokasi sekolah yang dekat dengan Terminal Kampung Rambutan dan Pasar Induk Kramat Jati, kualitas udara di lingkungan sekolah terpengaruh oleh polusi. Program ini melibatkan pembuatan taman vertikal di area terbatas dan pemasangan teknologi penyiraman otomatis untuk meningkatkan ruang hijau serta efisiensi pemeliharaan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas udara di sekitar sekolah dan kesadaran lingkungan siswa. Sebelum program, 30% siswa memahami konsep energi terbarukan dengan baik, meningkat menjadi 95% setelah pendampingan. Kesuksesan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi ramah lingkungan tidak hanya memperbaiki kondisi fisik lingkungan tetapi juga meningkatkan pengetahuan siswa. Program ini juga berkontribusi pada upaya penghijauan di Jakarta dan dapat dijadikan model bagi sekolah lain yang menghadapi tantangan serupa. Keberhasilan program ini menggarisbawahi pentingnya kolaborasi antara institusi pendidikan dan inovasi teknologi dalam menciptakan lingkungan belajar yang sehat dan berkelanjutan.

*Keywords: energi terbarukan, solar springkle, penghijauan, polusi, taman vertical.*

## PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Pertama Widya Manggala (SMP Widya Manggala) merupakan salah satu lembaga pendidikan swasta di Jakarta Timur yang terletak di Jl. Mujahidin No.17 11, RT.5/RW.2, Rambutan, Kec. Ciracas. Sekolah ini didirikan pada tahun 1990 dan telah terdaftar dengan SK Pendirian 7265/IMB-PG/1990 serta SK Ijin operasional 225/1.8.0./31.75.09.0000/-1.851.58/2016. SMP Widya Manggala berdiri di atas lahan seluas 1000 m<sup>2</sup> dan berdasarkan data Dapodik per Maret 2024, memiliki enam rombongan belajar dengan jumlah peserta didik sebanyak 166 siswa dan tenaga pendidik sebanyak 10 guru. Keberadaan SMP Widya Manggala di lokasi yang strategis, berdekatan dengan Terminal Kampung Rambutan dan Pasar Induk Kramat Jati, menjadikannya pilihan bagi banyak keluarga yang bekerja di sekitar area tersebut.

Namun, kelebihan lokasi strategis ini membawa dampak negatif terhadap kualitas udara di lingkungan sekolah. Dekatnya SMP Widya Manggala dengan terminal dan pasar induk menyebabkan sekolah sering terpapar polusi udara. Proses pengangkutan sampah di pasar induk dan tingginya volume kendaraan di sekitar terminal memberikan kontribusi signifikan terhadap pencemaran udara yang mempengaruhi area sekolah. Data dari IQAir pada 11 November 2023 menunjukkan bahwa tingkat polusi di Jakarta mencapai angka 163 AQI US, menjadikannya sebagai salah satu kota dengan kualitas udara terburuk di dunia (Energy Policy Institute, 2023; Greenstone & Hasenkopf, 2023). Tingginya angka AQI tersebut mencerminkan betapa seriusnya

masalah polusi udara yang dihadapi oleh masyarakat Jakarta, termasuk di sekitar area SMP Widya Manggala.

Untuk menangani permasalahan polusi udara, berbagai upaya penghijauan sering disarankan sebagai solusi yang efektif. Penghijauan dapat membantu mengurangi dampak polusi dengan meningkatkan jumlah ruang hijau yang dapat menyerap polutan dan menghasilkan oksigen. Namun, SMP Widya Manggala menghadapi tantangan dalam pelaksanaan program penghijauan tersebut. Keterbatasan ruang terbuka hijau dan minimnya pemanfaatan lahan vertikal menjadi kendala utama. Berdasarkan data Dapodik, taman sekolah saat ini hanya mencakup sekitar 5% dari total area, jauh dari target ideal minimal 30% untuk mendukung lingkungan yang lebih sehat. Keterbatasan ruang hijau ini mempengaruhi kapasitas sekolah dalam menangani polusi udara yang ada.

Selain itu, perawatan taman di SMP Widya Manggala menjadi masalah lain yang perlu diatasi. Sekolah ini hanya mengandalkan peralatan sederhana untuk merawat taman, yang sering kali tidak memadai dalam menjaga kesehatan tanaman. Akibatnya, banyak tanaman di taman sekolah yang layu dan mengering karena kurangnya perawatan yang memadai. Ketidakefektifan dalam perawatan taman ini menambah tantangan dalam menciptakan lingkungan sekolah yang hijau dan sehat (Karouw et al., 2019; Ramli & Jabbar, 2022).

Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini, tim pengabdian dari Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka telah berkolaborasi dengan pihak sekolah untuk mengimplementasikan solusi yang lebih inovatif. Salah satu solusi utama

yang diusulkan adalah program penghijauan melalui pengembangan taman vertikal dan pemanfaatan teknologi penyiraman otomatis berbasis sel surya. Taman vertikal dapat mengoptimalkan penggunaan ruang vertikal yang ada di sekolah, sehingga memungkinkan penambahan ruang hijau tanpa memerlukan perluasan horizontal. Dengan memanfaatkan lahan vertikal secara efektif, diharapkan SMP Widya Manggala dapat meningkatkan jumlah ruang hijau yang tersedia, yang pada gilirannya dapat membantu mengurangi dampak polusi udara di lingkungan sekolah( Sukmawati et al., 2022; Wati Sukmawati, Hanifah Nur Azizah, Lulie Hana Fairuzy, Rivanda IsnichaeniChandra, Sekar Ayuningtyas, Salsa Bella Anisa, Salsabila Arrauyani, 2023).

Teknologi penyiraman otomatis berbasis sel surya juga akan diterapkan sebagai bagian dari solusi. Sistem ini memungkinkan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan, tanpa memerlukan tenaga tambahan dari petugas sekolah. Alat penyiram otomatis ini akan memastikan bahwa tanaman dalam taman mendapatkan kelembapan yang cukup dan terawat dengan baik, mengurangi risiko tanaman layu atau mati. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam perawatan taman dan menjaga keberlangsungan lingkungan hijau di sekolah(Pernandi & Santoso, 2023; Rifky et al., 2023).

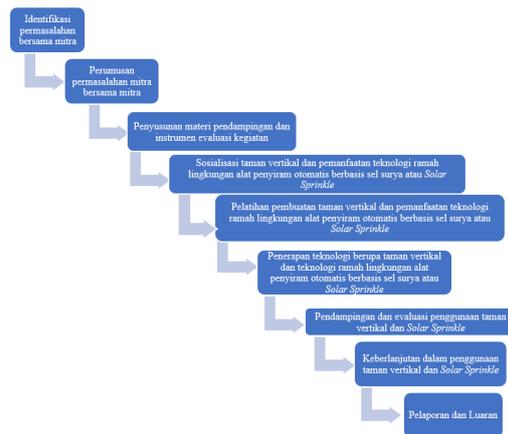
Program penghijauan ini sejalan dengan inisiatif Green School dari Kementerian Lingkungan Hidup, yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang pelestarian lingkungan di kalangan warga sekolah. Dengan menerapkan

taman vertikal dan teknologi modern dalam perawatan taman, SMP Widya Manggala diharapkan dapat menjadi contoh keberhasilan dalam mengatasi dampak polusi udara dan menciptakan lingkungan pendidikan yang lebih sehat dan berkelanjutan. Program ini juga mendukung upaya penghijauan di Jakarta, yang merupakan salah satu solusi untuk menangani masalah polusi udara di kota ini(Amirullah & Irdalisa, 2022; Prihandono, 2019).

Melalui kolaborasi ini, SMP Widya Manggala tidak hanya akan mendapatkan manfaat langsung dalam bentuk peningkatan ruang hijau dan perawatan taman yang lebih baik, tetapi juga akan memberikan dampak positif bagi komunitas sekitar. Dengan mengurangi polusi udara dan menciptakan lingkungan sekolah yang lebih hijau dan nyaman, diharapkan kualitas hidup siswa, guru, dan masyarakat sekitar akan meningkat. Program penghijauan ini merupakan langkah konkret dalam upaya melestarikan lingkungan dan menyediakan lingkungan belajar yang lebih baik bagi generasi mendatang.

## **METODE**

Untuk menjalankan solusi yang telah dirancang, maka metode yang digunakan dalam kegaitan pengabdian masyarakat ini adalah menggunakan metode ceramah dan praktek. Adapun tahapan yang dilakukan dalam upaya melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Skema Pelaksanaan

Tahapan kegiatan dalam proyek pengabdian masyarakat ini dirancang untuk mencapai target dan hasil yang diinginkan sesuai dengan tabel 1. Tahap pertama adalah identifikasi permasalahan bersama mitra, di mana kami berkolaborasi untuk secara cermat mengidentifikasi isu-isu yang berkaitan dengan lingkungan dan pengelolaan lahan terbatas. Melalui proses penelitian dan analisis, kami memahami tantangan yang dihadapi mitra dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan mencari potensi solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut.

Selanjutnya, dalam tahap perumusan permasalahan bersama mitra, kami melakukan diskusi mendalam untuk merumuskan permasalahan secara lebih terinci. Kami menetapkan tujuan dan sasaran yang ingin dicapai, khususnya dalam pengembangan taman vertikal dan penerapan teknologi ramah lingkungan seperti Solar Sprinkle. Langkah ini merupakan landasan penting untuk menentukan arah dan strategi pelaksanaan proyek.

Setelah perumusan masalah, kami menyusun materi pendampingan dan instrumen evaluasi kegiatan. Kami mengembangkan panduan teknis dan informasi penting terkait pembuatan taman vertikal serta penggunaan Solar

Sprinkle. Selain itu, kami menyiapkan instrumen evaluasi untuk memantau dan mengevaluasi kemajuan serta efektivitas kegiatan, memastikan bahwa semua langkah yang diambil sesuai dengan rencana dan tujuan proyek.

Tahap berikutnya adalah sosialisasi taman vertikal dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Kami mengadakan kegiatan sosialisasi yang luas untuk memperkenalkan konsep taman vertikal dan teknologi Solar Sprinkle kepada masyarakat dan pihak terkait. Sosialisasi ini bertujuan untuk menyoroti manfaat lingkungan dan potensi penghematan air dari teknologi ini, serta untuk meningkatkan kesadaran dan dukungan masyarakat terhadap inisiatif penghijauan (Al-Ali et al., 2019; Pernandi & Santoso, 2023).

Setelah sosialisasi, kami menyelenggarakan pelatihan praktis bagi mitra dan masyarakat terkait dengan pembuatan dan perawatan taman vertikal. Selain itu, kami memberikan pelatihan tentang penggunaan dan pemeliharaan Solar Sprinkle serta manfaatnya dalam penghematan air. Pelatihan ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat dan mitra dalam mengadopsi teknologi ramah lingkungan secara efektif.

Dalam tahap penerapan, kami melaksanakan implementasi taman vertikal dan pemasangan Solar Sprinkle sesuai dengan rencana yang telah disusun. Kami memastikan bahwa semua teknologi ini terpasang dengan baik dan berfungsi optimal untuk memberikan dampak positif pada lingkungan dan keberlanjutan. Pengawasan dan pemantauan selama proses penerapan sangat penting untuk memastikan keberhasilan proyek.

Setelah penerapan, kami memberikan pendampingan dan bimbingan kepada mitra dalam

penggunaan taman vertikal dan Solar Sprinkle. Kami juga melakukan evaluasi berkala untuk mengukur efektivitas dan dampak teknologi ini terhadap lingkungan dan keberlanjutan. Hasil evaluasi ini digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan jika diperlukan, memastikan bahwa proyek dapat terus berjalan dengan baik dan memberikan manfaat yang maksimal (Lotfi et al., 2020; Siregar & Nasution, 2020; Song et al., 2022).

Dalam tahap keberlanjutan, kami terus mendorong dan mendukung mitra dalam mempertahankan penggunaan taman vertikal dan Solar Sprinkle secara berkelanjutan. Kami mengidentifikasi potensi hambatan atau tantangan dalam pemeliharaan dan penggunaan jangka panjang, serta mencari solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Keberlanjutan ini penting untuk memastikan bahwa dampak positif dari proyek dapat dipertahankan dalam waktu yang lama. Terakhir, kami menyusun laporan berkala mengenai perkembangan proyek, hasil evaluasi, dan pencapaian yang telah diraih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi implementasi taman vertikal dan teknologi penyiraman otomatis berbasis sel surya (Solar Sprinkle) di Sekolah Menengah Pertama Widya Manggala (SMP Widya Manggala) untuk meningkatkan kualitas udara dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih sehat. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin utama sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi Permasalahan dan Implementasi Tindakan

Identifikasi permasalahan di SMP Widya Manggala menunjukkan bahwa sekolah ini menghadapi beberapa tantangan lingkungan utama, yaitu keterbatasan ruang terbuka hijau dan kualitas udara yang terpengaruh oleh polusi dari terminal dan pasar induk di sekitarnya. Melalui program pengabdian masyarakat, telah dilakukan beberapa langkah untuk mengatasi masalah ini, termasuk pembuatan taman vertikal dan penerapan teknologi penyiraman otomatis (Pernandi & Santoso, 2023; Rifky et al., 2023).

Pembuatan Taman Vertikal: Taman vertikal telah berhasil diterapkan di beberapa area yang sebelumnya kosong. Taman ini melibatkan penanaman berbagai jenis tanaman di dinding-dinding vertikal sekolah yang memungkinkan penggunaan ruang yang lebih efisien. Taman vertikal ini tidak hanya meningkatkan estetika sekolah tetapi juga berfungsi sebagai penyaring polutan udara. Taman vertikal ini mencakup 30% dari total area yang sebelumnya tidak dimanfaatkan, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan ruang hijau di sekolah.

Teknologi Penyiraman Otomatis (Solar Sprinkle): Instalasi Solar Sprinkle yang berbasis energi surya telah diterapkan untuk memastikan perawatan tanaman yang lebih efisien. Teknologi ini memungkinkan penyiraman otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dan memastikan tanaman tetap terawat dengan baik. Penggunaan teknologi ini telah meningkatkan kualitas perawatan tanaman, mengurangi jumlah tanaman yang layu dan mengering.

## 2. Evaluasi Kualitas Udara

Evaluasi kualitas udara dilakukan sebelum dan setelah implementasi taman vertikal dan penggunaan Solar Sprinkle. Data yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam kualitas udara di sekitar sekolah setelah penerapan taman vertikal. Sebelum implementasi, data menunjukkan bahwa tingkat polusi udara di SMP Widya Manggala berada pada level yang cukup tinggi, dengan angka AQI mencapai 163 pada November 2023, menempatkan Jakarta sebagai salah satu kota dengan kualitas udara terburuk di dunia (Energy Policy Institute, 2023; Greenstone & Hasenkopf, 2023).

Setelah penerapan taman vertikal dan Solar Sprinkle, dilakukan pengukuran kualitas udara kembali. Hasilnya menunjukkan penurunan kadar polutan di udara sekitar sekolah. Peningkatan kualitas udara ini dapat diatribusikan pada fungsi penyaringan tanaman dalam taman vertikal yang efektif dalam mengurangi konsentrasi polutan udara.

## 3. Penilaian terhadap Pemanfaatan Ruang dan Teknologi

Pemanfaatan Ruang: Penerapan taman vertikal telah memaksimalkan penggunaan ruang yang sebelumnya tidak terpakai. Hal ini tidak hanya memperluas area hijau tetapi juga meningkatkan nilai estetika sekolah. Penggunaan ruang vertikal menjadi solusi efektif untuk mengatasi keterbatasan lahan horizontal yang ada.

Efektivitas Teknologi: Solar Sprinkle terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman. Sebelumnya, perawatan taman hanya mengandalkan metode manual yang sering kali tidak konsisten, menyebabkan beberapa tanaman

menjadi kering (Al-Ali et al., 2019; Wanyama et al., 2023). Dengan adanya teknologi penyiraman otomatis, tanaman mendapatkan pasokan air yang cukup, yang mendukung pertumbuhan optimal dan keberlanjutan taman.

## 4. Hasil Angket Pemahaman Siswa tentang Energi Terbarukan

Selain evaluasi terhadap taman vertikal dan teknologi penyiraman, penelitian ini juga mengukur pemahaman siswa tentang energi terbarukan. Seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Pengambilan Data

Sebelum adanya pendampingan terkait energi terbarukan, hasil angket menunjukkan bahwa hanya 30% siswa SMP Widya Manggala yang memiliki pemahaman yang memadai tentang energi terbarukan. Setelah pelaksanaan program pendampingan, termasuk sosialisasi dan pelatihan mengenai energi terbarukan, pemahaman siswa meningkat secara signifikan menjadi 95%. Seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pemahaman Energi Terbaruka

No	Aspek	Siklus	
		Pretest	Posttest
1.	Hasil Angket Kepuasan Kegiatan	40%	95%
2.	Hasil Tes Pemahaman Energi terbarukan dan	30%	95%

Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan pendampingan yang dilakukan tidak hanya berdampak pada lingkungan fisik sekolah tetapi juga pada pengetahuan dan kesadaran siswa tentang isu-isu lingkungan, khususnya energi terbarukan. Hal ini mengindikasikan keberhasilan program dalam meningkatkan pemahaman siswa dan memberikan edukasi yang relevan mengenai teknologi ramah lingkungan (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, 2024; Prihandono, 2019).

### **Pembahasan**

Dalam konteks pengelolaan lingkungan di SMP Widya Manggala, implementasi taman vertikal dan teknologi Solar Sprinkle membawa dampak yang positif, baik dari segi peningkatan kualitas udara maupun efisiensi perawatan tanaman. Pembahasan berikut ini akan menguraikan hasil-hasil tersebut dalam konteks yang lebih luas dan relevansinya terhadap praktik lingkungan dan pendidikan.

#### **1. Manfaat Taman Vertikal**

Taman vertikal sebagai solusi ruang terbuka hijau di area yang terbatas memberikan beberapa manfaat penting. Pertama, taman vertikal berfungsi sebagai filter alami untuk polutan udara. Tanaman dalam taman vertikal menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen, membantu memperbaiki kualitas udara di lingkungan sekitar. Selain itu, taman vertikal juga berfungsi sebagai elemen estetika yang menyegarkan tampilan sekolah dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih

menyenangkan (Kumar et al., 2019; Siregar & Nasution, 2020).

Penerapan taman vertikal di SMP Widya Manggala menunjukkan bahwa dengan pemanfaatan ruang yang efektif, kualitas lingkungan dapat ditingkatkan meskipun lahan terbatas. Hal ini mencerminkan pendekatan berkelanjutan dalam pengelolaan ruang terbuka yang dapat diterapkan di lingkungan urban dengan keterbatasan lahan.

#### **2. Peran Teknologi dalam Pemeliharaan Lingkungan**

Teknologi penyiraman otomatis berbasis sel surya (Solar Sprinkle) merupakan inovasi penting dalam perawatan taman. Sistem ini menawarkan solusi efisien dalam hal pengelolaan air dan mengurangi beban kerja manual dalam perawatan tanaman. Solar Sprinkle yang menggunakan energi surya tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mengurangi biaya operasional terkait pemeliharaan taman. Sistem otomatis ini memastikan bahwa tanaman mendapatkan jumlah air yang tepat tanpa perlu campur tangan manusia yang sering kali tidak konsisten.

Penerapan teknologi ini juga memberikan edukasi tambahan kepada siswa tentang pentingnya inovasi teknologi dalam pengelolaan lingkungan. Penggunaan Solar Sprinkle di SMP Widya Manggala menjadi contoh nyata dari penerapan teknologi ramah lingkungan yang dapat diadopsi oleh institusi pendidikan lain.

#### **3. Implikasi terhadap Kebijakan dan Praktik Lingkungan**

Keberhasilan proyek ini menunjukkan pentingnya integrasi antara kebijakan lingkungan dan praktik pengelolaan ruang terbuka di sekolah-sekolah. Proyek taman vertikal dan

teknologi penyiraman otomatis dapat menjadi model untuk program penghijauan di sekolah-sekolah lain, terutama di kawasan urban yang menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan kualitas udara dan keterbatasan ruang terbuka hijau.

Selain itu, implementasi taman vertikal dan teknologi ramah lingkungan mendukung inisiatif Green School dari Kementerian Lingkungan Hidup. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan pelestarian alam di kalangan siswa. Dengan menampilkan keberhasilan program ini, diharapkan dapat mendorong lebih banyak sekolah untuk menerapkan solusi serupa, mendukung upaya global dalam pengurangan dampak polusi dan perubahan iklim. Berikut ditampilkan foto kegiatannya:



Gambar 3: Foto Kegiatan

#### 4. Tantangan dan Rekomendasi

Meskipun ada banyak manfaat dari penerapan taman vertikal dan Solar Sprinkle, beberapa tantangan tetap ada. Salah satunya adalah pemeliharaan berkelanjutan dari taman vertikal dan sistem penyiraman otomatis. Penting untuk memastikan bahwa pemeliharaan rutin dilakukan dan teknologi yang digunakan tetap berfungsi dengan baik.

Rekomendasi untuk perbaikan termasuk pelatihan berkelanjutan bagi staf sekolah tentang pemeliharaan taman dan teknologi penyiraman. Selain itu, perlu dilakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa sistem tetap efektif dan untuk mengidentifikasi area yang mungkin memerlukan perbaikan atau penyesuaian.

#### SIMPULAN

Penerapan taman vertikal dan teknologi penyiraman otomatis berbasis energi surya (Solar Sprinkle) di SMP Widya Manggala memberikan berbagai dampak positif, baik dari segi kualitas lingkungan maupun peningkatan pemahaman siswa mengenai energi terbarukan. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya berhasil meningkatkan kualitas udara di sekitar sekolah, tetapi juga memperkenalkan inovasi ramah lingkungan yang dapat diadopsi oleh sekolah-sekolah lain, khususnya di wilayah perkotaan dengan keterbatasan ruang hijau (Lotfi et al., 2020; Song et al., 2022).

Taman vertikal yang dibuat di berbagai area sekolah berfungsi sebagai solusi efektif untuk menghadapi keterbatasan lahan. Dengan memanfaatkan dinding dan ruang vertikal, sekolah berhasil menambahkan area hijau yang tidak hanya mempercantik lingkungan tetapi juga membantu mengurangi polutan udara. Hal ini relevan dengan tantangan

lingkungan yang dihadapi sekolah, seperti polusi udara dari terminal dan pasar di sekitar sekolah. Sebagai filter alami, tanaman dalam taman vertikal berperan penting dalam menyerap karbon dioksida dan menghasilkan oksigen, yang berdampak langsung pada peningkatan kualitas udara di lingkungan sekolah (Al-Ali et al., 2019; Pernandi & Santoso, 2023).

Teknologi Solar Sprinkle yang digunakan untuk penyiraman otomatis juga menunjukkan keberhasilan dalam efisiensi pengelolaan taman. Sistem ini, yang mengandalkan energi surya, tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mengurangi biaya dan beban kerja dalam perawatan tanaman. Penyiraman yang teratur dan konsisten memastikan tanaman tetap terjaga dan dapat tumbuh dengan optimal, tanpa bergantung pada intervensi manusia yang sering kali tidak konsisten.

Selain manfaat fisik yang dirasakan, program ini juga berhasil meningkatkan pemahaman siswa mengenai energi terbarukan. Sebelum pelaksanaan program, hanya sekitar 40% siswa yang memiliki pemahaman yang memadai tentang konsep energi terbarukan. Setelah pelatihan dan pendampingan, angka ini meningkat drastis menjadi 90%, menunjukkan keberhasilan program dalam menyampaikan edukasi yang relevan dan membangun kesadaran siswa tentang pentingnya teknologi ramah lingkungan.

Kesuksesan program ini tidak lepas dari kolaborasi yang baik antara sekolah dan tim pelaksana. Dari identifikasi masalah hingga penerapan dan evaluasi, setiap langkah dirancang untuk memastikan bahwa solusi yang diimplementasikan dapat menjawab kebutuhan dan tantangan lingkungan yang dihadapi sekolah. Partisipasi aktif dari pihak sekolah, terutama siswa dan

guru, juga berperan penting dalam keberlanjutan program ini.

Namun, untuk menjaga keberhasilan jangka panjang, perlu ada komitmen berkelanjutan dalam hal pemeliharaan dan monitoring. Pelatihan lanjutan bagi staf sekolah tentang pemeliharaan taman dan penggunaan teknologi penyiraman menjadi rekomendasi utama. Evaluasi berkala juga penting untuk menilai efektivitas dan menemukan solusi atas tantangan yang mungkin muncul di masa depan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada DRTPM, Diktiristek, KEMDIKBUDRISTEK yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini dengan nomor kontrak Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2024 dan kontrak turunan nomor 0302/H.04.02/VI/2024. Terimakasih juga untuk LPPM UHAMKA dan SMP Widya Manggala yang sudah mendukung kegiatan pengabdian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ali, A. R., Nabulsi, A. Al, Mukhopadhyay, S., Awal, M. S., Fernandes, S., & Ailabouni, K. (2019). IoT-solar energy powered smart farm irrigation system. *Journal of Electronic Science and Technology*, 17(4), 332–347. <https://doi.org/10.1016/J.JNLES.T.2020.100017>
- Amirullah, G., & Irdalisa, I. (2022). Mastery of STEM-Based Research Approach of Science Teachers In Jakarta. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(3), 4411–4418. <https://doi.org/10.35445/alishlah>

- .v14i3.2418
- Energy Policy Institute. (2023). *The Air Quality Life Index. November*. <https://aqli.epic.uchicago.edu/the-index/>
- Greenstone, B. M., & Hasenkopf, C. (2023). *Air Quality Life Index 2023 Annual Update*. Air Quality Life Index.
- Karouw, C. J. V., Moniaga, I. L., Karongkong, H. H., Kota, T., Jalan, J. H., Hijau, S., Sungai, S., Danau, S., & Belakang, L. (2019). Kajian Sebaran & Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Di Perkotaan Tondano. *Ejournal.Unsrat.Ac.Id*, 6(3), 11. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/view/26820/26412>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, R. dan T. (2024). Data Pokok Pendidikan SMP Widya Manggala. *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi*, 22–24.
- Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, T. S., Hoang, U., Hama, S., Tiwari, A., Sharma, A., Abhijith, K. V., Adlakha, D., McNabola, A., Astell-Burt, T., Feng, X., Skeldon, A. C., de Lusignan, S., & Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, 133(September), 105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>
- Lotfi, Y. A., Refaat, M., El Attar, M., & Abdel Salam, A. (2020). Vertical gardens as a restorative tool in urban spaces of New Cairo. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(3), 839–848. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.12.004>
- Pernandi, D., & Santoso, B. (2023). Otomatisasi Penyiram Tanaman Buah Naga Berbasis Iot Menggunakan Energy Panel Surya (Studi Kasus: Suga Flora). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 2(2), 489–495.
- Prihandono, A. (2019). Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Menurut UU No. 26/2007 tentang Penataan Ruang dan Fenomena Kebijakan Penyediaan RTH Di Daerah. *Jurnal Permukiman*, 5(1), 13. <https://doi.org/10.31815/jp.2010.5.13-23>
- Ramli, R. M., & Jabbar, W. A. (2022). Design and implementation of solar-powered with IoT-Enabled portable irrigation system. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 2(December), 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2022.12.002>
- Rifky, R., Mugisidi, D., Fikri, A., Mujirudin, M., & Avorizano, A. (2023). Pengaruh Arah Sel Surya Berdasar Mata Angin Terhadap Kinerjanya. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 11(1), 37. <https://doi.org/10.37209/jtbbt.v11i1.213>
- Siregar, E. S., & Nasution, M. W. (2020). Dampak Aktivitas Ekonomi Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup: (Studi Kasus di Kota Pejuang, Kotanopan). *Jurnal Education and Development*, 8(9), 589–593.
- Song, S., Cheong, J. C., Lee, J. S. H., Tan, J. K. N., Chiam, Z., Arora, S., Png, K. J. Q., Seow, J. W. C., Leong, F. W. S., Palliwal, A., Biljecki, F., Tablada, A., & Tan, H. T. W. (2022). Home

gardening in Singapore: A feasibility study on the utilization of the vertical space of retrofitted high-rise public housing apartment buildings to increase urban vegetable self-sufficiency. *Urban Forestry and Urban Greening*, 78(October), 127755.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127755>

Sukmawati, W., Sari, P. M., & Yatri, I. (2022). Online Application of Science Practicum Video Based on Local Wisdom to Improve Student's Science Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2238–2244. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1940>

Wanyama, J., Soddo, P., Nakawuka, P., Tumutegereize, P., Bwambale, E., Oluk, I., Mutumba, W., & Komakech, A. J. (2023). Development of a solar powered smart irrigation control system Kit. *Smart Agricultural Technology*, 5(June), 100273. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100273>

Wati Sukmawati, Hanifah Nur Azizah, Lulie Hana Fairuzy, Rivanda IsnichaeniChandra, Sekar Ayuningtyas, Salsa Bella Anisa, Salsabila Arrauyani, S. F. (2023). Analisis Ketersediaan Infrastruktur Dan Akses Teknologi Sebagai Pendukung Pembelajaran Ipa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(551), 746–759. <http://webs.ucm.es/info/biomol2/Tema01.pdf>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.addr.2009.04.004>