

Rumah Ramah Lingkungan Menuju Solo Green City

Elvis Umbu Lolo¹, Cicik Sudaryantiningsih², Yonathan Suryo Pambudi³, Widiyanto⁴,
Richardus Indra Gunawan⁵, Agerippa Yanuranda Krismani⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Teknologi Solo

email: eumbulolo@yahoo.co.id

No Hp: 081315353718

ABSTRAK

Upaya Kota Solo menjadi Kota hijau (Solo Green City). Green city merupakan konsep kota yang hijau, sehat, dan bersahabat dengan lingkungan. Konsep ini menekankan adanya ketergantungan fisik dari masyarakat pada kondisi lingkungan. Green city merupakan pembangunan kota berwawasan lingkungan yang kemudian dapat meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakatnya secara berkelanjutan. Harapan dari konsep kota Solo sebagai kota Green City adalah semua elemen masyarakat di Kota Solo benar-benar memahami konsep ini sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup manusia dan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mewujudkan Solo sebagai Green City adalah memberikan pemahaman tentang rumah ramah lingkungan. Rumah ramah lingkungan adalah setiap warga masyarakat kota solo harus memahami tentang: bagaimana memilih lokasi yang tepat, memilih lokasi yang efisien, memiliki area terbuka hijau, pertukaran udara yang baik, hemat energy, dan pengelolaan limbah yang baik.

Kata Kunci: Rumah, Ramah Lingkungan, Solo Green City

ABSTRACT

Solo is striving to become a "Green City" a concept characterized by a city that is green, healthy, and environmentally friendly. This concept emphasizes the community's physical reliance on environmental conditions. A Green City represents an environmentally conscious approach to urban development that fosters the sustainable well-being of its residents. The aspiration behind the Solo Green City initiative is for all segments of the community to fully grasp this concept, thereby enhancing the quality of life and ensuring environmental sustainability. One of the measures taken to realize this vision is raising awareness about eco-friendly housing. Residents need to understand key aspects of eco-friendly homes, such as selecting an appropriate and efficient location, incorporating green open spaces, ensuring good ventilation, prioritizing energy efficiency, and implementing proper waste management.

Keywords: House, Eco-friendly, Solo Green City

1. PENDAHULUAN

Kota Surakarta menerapkan konsep ecocultural city sebagai salah satu strategi pembangunan daerah yang mengintegrasikan pelestarian lingkungan hidup dengan penguatan identitas budaya lokal. Konsep tersebut diarahkan untuk mewujudkan kota yang berkelanjutan (*green city*) melalui pembangunan yang memperhatikan keseimbangan antara aspek ekologis, sosial, ekonomi, dan budaya. Pendekatan ini telah menjadi bagian dari arah kebijakan pembangunan daerah dan diwujudkan melalui berbagai program yang mendukung peningkatan kualitas lingkungan hidup serta kesejahteraan masyarakat [1]

Implementasi konsep ecocultural city dilakukan melalui penyediaan berbagai infrastruktur dan fasilitas lingkungan yang berkelanjutan. Program-program tersebut meliputi peningkatan luas ruang terbuka hijau sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan, pengembangan hutan kota dan taman kota, pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Semanggi dan Mojosongo, pembangunan tangki septik komunal, serta pengembangan instalasi pengolahan sampah terpadu di Mojosongo. Berbagai upaya tersebut diarahkan untuk meningkatkan kualitas

sanitasi perkotaan, mengurangi pencemaran lingkungan, dan mendukung terciptanya sistem pengelolaan limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan [2].

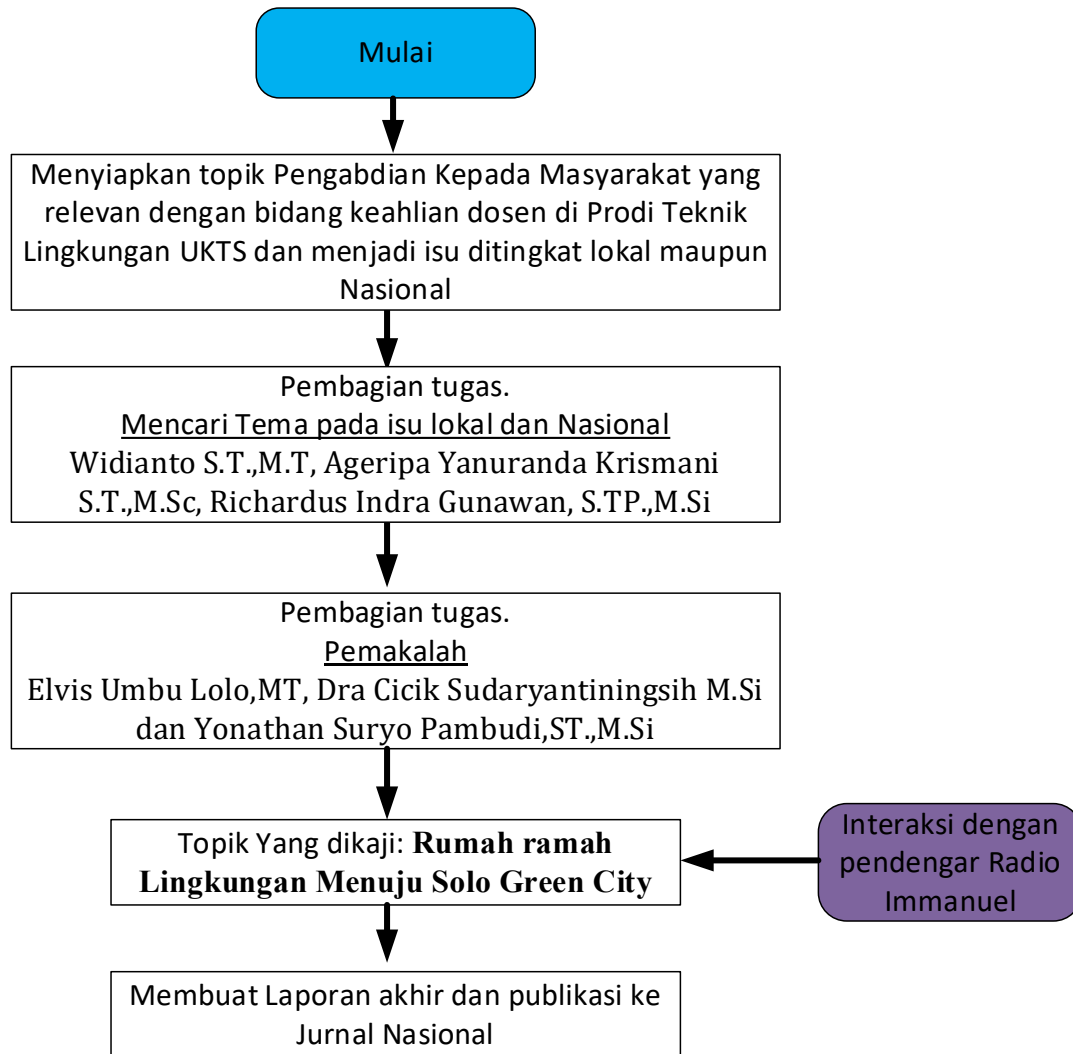
Selain pembangunan infrastruktur lingkungan, Pemerintah Kota Surakarta juga memperkuat aspek tata kelola dan pemberdayaan masyarakat melalui revitalisasi sistem drainase untuk mengurangi risiko genangan saat musim hujan, peningkatan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), pembangunan sumur resapan dan lubang resapan biopori sebagai bentuk konservasi air, pengembangan dan pembinaan bank sampah, sosialisasi peraturan mengenai perizinan bangunan, serta kampanye penghematan energi di seluruh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD). Keseluruhan program tersebut menunjukkan bahwa pembangunan lingkungan di Kota Surakarta tidak hanya berfokus pada penyediaan infrastruktur fisik, tetapi juga pada penguatan tata kelola lingkungan dan peningkatan partisipasi masyarakat sebagai fondasi pembangunan kota yang berkelanjutan [1], [2].

2.METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilakukan dalam bentuk ceramah dan tanya jawab dengan para pendengar siaran radio melalui sms dan telepon. Kegiatan ini dilakukan oleh 6 orang pemakalah yang merupakan staf pengajar fakultas Teknik Universitas Kristen Teknologi Solo, yaitu Elvis Umbu Lolo, MT dan Yonathan Suryo Pambudi, S.T., M.Si, Widiyanto S.T., M.T, Ageripa Yanuranda Krismani S.T., M.Sc, Richardus Indra Gunawan, S.TP., M.Si dan Dra Cicik Sudaryantiningsih M.Si. Kegiatan dilaksanakan pada hari senin tanggal 22 Oktober 2018 pada jam 10,00 wib sampai jam 11.00 wib. Kegiatan dilakukan di ruang siaran Radio Imanuel FM Jl. DI Panjaitan surakarta. Kegiatan ini dilaksanakan oleh pemakalah dengan tugas sebagai berikut: pemakalah dalam kegiatan ini dilakukan oleh Elvis Umbu Lolo, MT, Dra Cicik Sudaryantiningsih M.Si dan Yonathan Suryo Pambudi, ST., M.Si yang bertugas mempresentasikan dan memaparkan serta memberikan penjelasan tentang topik makalah atau tema yang telah disiapkan dalam siaran radio dan juga menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan hal-hal yang disampaikan sedangkan Widiyanto S.T., M.T, Ageripa Yanuranda Krismani S.T., M.Sc, Richardus Indra Gunawan, S.TP., M.Si mencari atau menemukan tema yang akan digunakan dalam siaran.



Gambar 1. Foto Kegiatan siaran On Air di PT Radio Immanuel Solo



Gambar 2. Bagan alir kegiatan PKM siaran On Air di PT Radio Immanuel Solo

3. PEMBAHASAN

Merencanakan rumah ramah lingkungan:

1. Berada di Lokasi yang Tepat

Tahap awal dalam pembangunan rumah ramah lingkungan adalah melakukan pemilihan lokasi yang sesuai dengan prinsip tata ruang dan kelestarian lingkungan. Penentuan lokasi menjadi faktor penting karena akan memengaruhi keberlanjutan fungsi ekologis kawasan serta kualitas lingkungan tempat tinggal. Oleh karena itu, pembangunan rumah tidak direkomendasikan pada kawasan sempadan sungai, daerah resapan air, maupun area yang berdekatan dengan tempat pembuangan sampah, karena lokasi-lokasi tersebut memiliki tingkat kerentanan lingkungan yang tinggi [3].

Pembangunan permukiman pada kawasan sempadan sungai dan daerah resapan air dapat mengurangi kemampuan lahan dalam menginfiltasikan air hujan, mengganggu keseimbangan siklus hidrologi, serta meningkatkan risiko terjadinya limpasan permukaan (surface runoff) yang berpotensi menimbulkan banjir. Selain itu, keberadaan bangunan di sempadan sungai juga dapat menghambat fungsi alami sungai sebagai ruang pengendali banjir dan kawasan lindung [4], [5].

Di sisi lain, pembangunan rumah yang berlokasi terlalu dekat dengan tempat pembuangan sampah berpotensi meningkatkan paparan terhadap pencemaran udara akibat emisi gas hasil dekomposisi sampah serta pencemaran air tanah yang berasal dari rembesan lindi (leachate). Kondisi tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan permukiman dan berdampak negatif

terhadap kesehatan masyarakat apabila tidak diantisipasi melalui perencanaan tata ruang yang baik [6].



Gambar 1 Rumah harus berada pada lokasi yang tepat

Selain mempertimbangkan kondisi lingkungan fisik, pembangunan rumah ramah lingkungan juga harus mengacu pada ketentuan tata ruang dan tata guna lahan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Lokasi pembangunan hunian harus berada pada kawasan yang secara resmi diperuntukkan sebagai area permukiman sesuai dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW) dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

2. Memilih Lokasi yang Efisien

Aspek lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pembangunan rumah ramah lingkungan adalah aksesibilitas terhadap berbagai fasilitas dan layanan publik yang menunjang aktivitas sehari-hari penghuni, seperti pusat perbelanjaan, institusi pendidikan, kawasan perkantoran, serta fasilitas umum lainnya. Kedekatan lokasi hunian dengan fasilitas-fasilitas tersebut dapat meningkatkan efisiensi mobilitas sekaligus mengurangi kebutuhan perjalanan dengan kendaraan bermotor.



Gambar 2. Rumah berada pada lokasi yang efisien

3. Memiliki Area Terbuka Hijau

Rumah ramah lingkungan dicirikan oleh adanya ruang terbuka hijau (RTH) yang ditanami vegetasi sehingga mampu meningkatkan infiltrasi air, memperbaiki kualitas udara, menurunkan suhu lingkungan, dan mendukung keseimbangan ekosistem[7]. Ruang terbuka hijau dapat diwujudkan tidak hanya pada halaman rumah, tetapi juga melalui pemanfaatan atap bangunan (rooftop garden atau green roof), terutama pada kawasan dengan keterbatasan lahan[8]. Secara nasional, Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang mengamanatkan bahwa proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota, yang terdiri atas RTH publik dan RTH privat [9][10]



Gambar 3 Rumah memiliki ruang terbuka hijau

Keberadaan ruang terbuka hijau (RTH) pada rumah ramah lingkungan memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan, khususnya melalui perbaikan kualitas udara di sekitar kawasan hunian. Vegetasi yang ditanam pada area tersebut berfungsi menyerap karbon dioksida (CO_2), menangkap berbagai polutan udara, serta menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, sehingga mampu menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan nyaman bagi penghuni [11], [12]

Selain penyediaan ruang terbuka hijau secara horizontal, penerapan konsep rumah ramah lingkungan juga dapat dilakukan melalui pembangunan taman vertikal (*vertical garden* atau *vertical greenery system*) pada pagar maupun dinding eksterior bangunan. Sistem penghijauan vertikal merupakan salah satu solusi yang efektif pada kawasan dengan keterbatasan lahan karena mampu meningkatkan kualitas udara, memperbaiki iklim mikro, menurunkan suhu lingkungan, serta memberikan nilai estetika pada bangunan [13], [14].

Di samping manfaatnya terhadap kualitas udara, ruang terbuka hijau di sekitar rumah juga berfungsi sebagai kawasan resapan air hujan. Area tanah yang ditumbuhi vegetasi memiliki kemampuan infiltrasi yang lebih baik dibandingkan permukaan kedap air sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan (*surface runoff*) dan membantu menjaga keseimbangan siklus hidrologi. Untuk meningkatkan kapasitas infiltrasi tersebut, lahan terbuka pada kawasan hunian dapat dilengkapi dengan lubang resapan biopori yang berfungsi mempercepat peresapan air ke dalam tanah, meningkatkan cadangan air tanah, sekaligus mengurangi potensi genangan dan banjir di kawasan permukiman [12].

4. Pertukaran Udara yang Baik

Salah satu karakteristik utama rumah ramah lingkungan adalah terpenuhinya prinsip rumah sehat, terutama melalui penyediaan sistem ventilasi yang mampu menciptakan sirkulasi udara secara optimal. Pertukaran udara antara lingkungan luar dan ruang dalam bangunan harus berlangsung secara kontinu agar kualitas udara dalam ruangan (indoor

air quality) tetap terjaga, kelembapan dapat dikendalikan, serta akumulasi polutan di dalam ruangan dapat diminimalkan [15]

Penerapan ventilasi alami yang memadai umumnya diwujudkan melalui desain bukaan berupa jendela dan ventilasi yang ditempatkan secara proporsional untuk mendukung terjadinya ventilasi silang (cross ventilation). Sistem tersebut memungkinkan aliran udara segar masuk ke dalam bangunan sekaligus mengeluarkan udara yang telah terkontaminasi, sehingga tercipta lingkungan hunian yang lebih sehat, nyaman, dan hemat energi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kualitas ventilasi yang baik berkontribusi terhadap peningkatan kualitas udara dalam ruang, kenyamanan termal penghuni, serta penurunan risiko gangguan kesehatan yang berkaitan dengan paparan polutan udara di dalam bangunan [15], [16].

Selain berfungsi sebagai media pertukaran udara, ventilasi juga berperan dalam mengendalikan suhu dan kelembapan ruangan, mengurangi konsentrasi karbon dioksida (CO_2), debu, serta senyawa pencemar lainnya yang dapat memengaruhi kesehatan penghuni. Oleh karena itu, penyediaan ventilasi yang dirancang sesuai dengan prinsip bangunan hijau (green building) merupakan salah satu komponen penting dalam mewujudkan rumah ramah lingkungan yang mendukung kesehatan, kenyamanan, efisiensi energi, dan keberlanjutan lingkungan.



Gambar 4 Memiliki ventilasi udara

5. Hemat Energi

Rumah ramah lingkungan dirancang untuk meminimalkan konsumsi energi melalui optimalisasi pencahayaan alami dan pemanfaatan energi terbarukan sehingga kebutuhan energi listrik dapat ditekan [17][18][19].



Gambar 5. Rumah harus hemat energi

Pemanfaatan energi surya merupakan salah satu strategi yang banyak diterapkan pada konsep rumah ramah lingkungan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Salah satu bentuk penerapannya adalah pemasangan panel fotovoltaik (photovoltaic/PV) pada bagian atap bangunan yang berfungsi menangkap radiasi matahari dan mengonversinya menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga.

Selain penggunaan panel surya konvensional, perkembangan teknologi bangunan berkelanjutan juga memungkinkan pemanfaatan kaca pembangkit listrik atau solar window. Teknologi ini mengintegrasikan material fotovoltaik ke dalam elemen jendela sehingga selain berfungsi sebagai bukaan bangunan untuk pencahayaan alami, jendela juga mampu menghasilkan energi listrik dari sinar matahari. Penerapan teknologi tersebut menunjukkan upaya optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan pada bangunan, sekaligus mendukung pengurangan konsumsi energi konvensional dan emisi gas rumah kaca.



Gambar 6. Rumah dilengkapi dengan Solar cell

Pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber pencahayaan alami dan energi terbarukan memberikan berbagai keuntungan bagi bangunan ramah lingkungan. Namun demikian, radiasi matahari yang berlebihan juga dapat meningkatkan beban panas (*heat gain*) pada bangunan sehingga menyebabkan kenaikan suhu ruang dan berpotensi menurunkan kenyamanan termal penghuni. Oleh karena itu, penerapan strategi pendinginan pasif (*passive cooling*) menjadi salah satu pendekatan penting dalam desain rumah ramah lingkungan [20], [21].

Salah satu strategi yang banyak diterapkan adalah penggunaan material insulasi termal pada bagian atap atau plafon bangunan. Lapisan insulasi berfungsi menghambat perpindahan panas dari atap menuju ruang di bawahnya sehingga suhu dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat yang lebih nyaman tanpa meningkatkan kebutuhan energi untuk sistem pendingin mekanis. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi insulasi atap, ventilasi alami, dan desain atap yang tepat mampu meningkatkan kinerja termal bangunan serta mengurangi kebutuhan energi untuk pendinginan, terutama pada wilayah beriklim tropis [20], [22].

Selain penggunaan insulasi, pemilihan material penutup atap juga merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi energi bangunan. Material dengan konduktivitas termal tinggi, seperti seng, cenderung lebih cepat menyerap dan menghantarkan panas ke dalam bangunan dibandingkan material yang memiliki sifat isolatif lebih baik. Oleh sebab itu, penggunaan material atap yang mampu memantulkan radiasi matahari atau memiliki karakteristik insulasi yang baik lebih direkomendasikan untuk mendukung kenyamanan termal sekaligus menekan konsumsi energi bangunan [20], [22]. Penerapan desain pasif tersebut memungkinkan berkurangnya ketergantungan terhadap penggunaan pendingin ruangan (*air conditioner*). Pengurangan penggunaan sistem pendingin mekanis tidak

hanya menurunkan konsumsi energi listrik, tetapi juga dapat mengurangi dampak lingkungan yang berkaitan dengan penggunaan refrigeran tertentu yang berpotensi memiliki nilai *Global Warming Potential* (GWP) tinggi apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, strategi pendinginan pasif menjadi salah satu komponen penting dalam mewujudkan bangunan berkelanjutan dan hemat energi [21].

Selain aspek desain bangunan, efisiensi energi pada rumah ramah lingkungan juga diwujudkan melalui penggunaan peralatan rumah tangga yang memiliki konsumsi energi dan air yang lebih rendah. Contohnya meliputi penggunaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) yang memiliki efisiensi pencahayaan lebih tinggi dibandingkan lampu konvensional, kompor dengan efisiensi pembakaran yang lebih baik, serta perlengkapan sanitasi seperti *shower* hemat air yang mampu mengurangi konsumsi air bersih tanpa mengurangi kenyamanan pengguna. Integrasi desain bangunan yang efisien dengan pemanfaatan peralatan hemat energi merupakan salah satu prinsip utama dalam pembangunan rumah berkelanjutan yang bertujuan menekan penggunaan sumber daya alam serta mengurangi emisi karbon selama masa operasional bangunan [20], [23].

6. Pengelolaan Limbah yang Baik

Rumah ramah lingkungan tidak hanya memperhatikan efisiensi penggunaan energi dan material bangunan, tetapi juga harus menerapkan sistem pengelolaan limbah domestik yang efektif sebagai bagian dari upaya menjaga kualitas lingkungan. Pengelolaan limbah yang baik dimulai dari sumbernya melalui penyediaan sarana penampungan sampah sementara yang memenuhi persyaratan teknis, seperti menggunakan wadah yang tertutup, kuat, dan mudah dibersihkan. Penerapan sistem tersebut berperan dalam mengurangi penyebaran bau, mencegah berkembangnya vektor penyakit, serta meminimalkan risiko pencemaran udara dan lingkungan di sekitar permukiman [24], [25]. Selain itu, pengelolaan sampah rumah tangga yang dilakukan secara benar sejak tingkat rumah tangga merupakan salah satu strategi penting dalam mendukung terciptanya lingkungan permukiman yang sehat, bersih, dan berkelanjutan serta mengurangi beban sampah yang harus ditangani pada fasilitas pengolahan maupun tempat pemrosesan akhir [26].



Gambar 7 Tempat Pembuangan sampah sementara di rumah

Tempat penampungan sampah juga biasanya dibuat setidaknya menjadi dua bagian untuk memisahkan penempatan sampah organik dan anorganik.

Sementara itu, pada rumah ramah lingkungan biasanya limbah berupa air dari aktivitas mandi maupun mencuci terlebih dahulu disalurkan ke sumur resapan yang di dasarnya terdapat lapisan ijuk, lapisan batuan kerikil, dan lapisan pasir sebagai pemurni air alami. Air limbah yang telah dimurnikan melalui sumur resapan selanjutnya akan diserap tanah di sekitar rumah sehingga tidak terbuang begitu saja.

4. KESIMPULAN

Terdapat beberapa cara agar dapat mewujudkan Kota Solo menjadi Kota ramah lingkungan (Green City) antara lain dengan merancang rumah penduduk, kantor pemerintah dan swasta,

Industri, sekolah dan Universitas di Kota Solo untuk mengimplementasikan peraturan pemerintah tentang rumah yang ramah lingkungan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Kristen Teknologi Solo/UKTS yang telah memberikan kesempatan menjadi narasumber dalam siaran On air di PT Radio Immanuel.

Daftar Pustaka :

- [1] Pemkot Surakarta, "Buku II Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Kota Surakarta," Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, Surakarta, 2021. [Online]. Available: <https://dlh.surakarta.go.id/>
- [2] BAPEDDA Kota Surakarta, "Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Surakarta Tahun 2021-2026," Pemerintah Kota Surakarta, Surakarta, 2021. [Online]. Available: <https://bappeda.surakarta.go.id/>
- [3] A. A. Reza, D. C. Cahyaningrum, and S. P. Hastuti, "Analisis status keberlanjutan sumber mata air Senjoyo pada dimensi ekologi dengan metode RAP-WARES (Rapid Appraisal for Water Resources)," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 3, pp. 588–598, 2021, doi: 10.14710/jil.19.3.588-598.
- [4] R. Rosdiana, R. K. Hapsari, E. O. Kusuma, and M. S. B. Kusuma, "Konsep pengembangan daerah aliran Sungai Citarum Hulu (Studi kasus: Sub DAS Cisangkuy)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 28, no. 3, 2021, doi: 10.5614/jts.2021.28.3.5.
- [5] J. U. D. Hatmoko *et al.*, "Pembuatan sumur resapan sebagai upaya peningkatan cadangan air tanah dan pengendalian banjir di Kecamatan Tembalang," *Jurnal Pasopati*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.14710/pasopati.2021.9694.
- [6] M. Nathaniel and R. Arbaningrum, "Analisis desain hidrolik IPAL sistem Biocord dalam mengatasi pencemaran air pada Danau Duta Harapan," *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 72–82, 2021, doi: 10.14710/potensi.2021.11703.
- [7] E. Oberndorfer *et al.*, "Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services," *Bione*, vol. 57, no. 10, pp. 823–833, 2007.
- [8] K. L. Getter and D. B. Rowe, "The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development," *HortScience*, vol. 41, no. 5, pp. 1276–1285, 2006.
- [9] Kementerian ATR/BPN, *Peraturan Menteri Agraria Dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2022 Tentang Penyediaan Dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau*. 2022.
- [10] Anonim, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*. Indonesia, 2007, p. 26.
- [11] Y. Yulfiyah, F. Azzahro, and R. Pissera, "Selecting Plant Types to Control Air Pollution and Developing Software to Plan Green Open Space in the Urban Area," *Jurnal Presipitasi*, vol. 18, no. 2, pp. 329–337, 2021, doi: 10.14710/presipitasi.v18i2.329-337.
- [12] T. R. Putri and R. H. Koestoer, "Pollution Absorbption of Green Open Space: A Comparative Review between Singapore and Jakarta Urban Areas," *Journal of Sustainability, Society, and Eco-Welfare*, vol. 3, no. 1, 2025.
- [13] N. Heindri, O. C. Dewi, N. Putra, A. Flynn, T. Hanjani, and K. Rahmasari, "Vertical Greenery Systems as Microbial Air Quality Filters for Community Houses Located Near the Landfill Site," *International Journal of Technology*, vol. 15, no. 5, pp. 1361–1379, 2024, doi: 10.14716/ijtech.v15i5.6958.
- [14] M. F. Alkadri, "Systematic Review of Plant Selection in Vertical Greenery Systems for Urban Sustainability: Current Research, Knowledge Gaps, and Future Directions," *Energy Build.*, 2025.
- [15] A.-Y. Lim, M. Yoon, E.-H. Kim, H.-A. Kim, M. J. Lee, and H.-K. Cheong, "Effects of mechanical ventilation on indoor air quality and occupant health status in energy-efficient homes: A

- longitudinal field study," *Science of the Total Environment*, vol. 785, p. 147324, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147324.
- [16] A. A. Adriansyah, A. Istifaiyah, and D. Handayani, "Analysis of Room Ventilation, Clean and Healthy Living Behavior with Upper Respiratory Tract Infection Incidence," *Jurnal Berkala Epidemiologi*, vol. 9, no. 3, pp. 248–256, 2021.
- [17] "Energy Efficiency 2022 – Analysis - IEA." Accessed: Jul. 05, 2026. [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022>
- [18] "Building the Business Case: Health, Wellbeing and Productivity in Green Offices - World Green Building Council." Accessed: Jul. 05, 2026. [Online]. Available: <https://worldgbc.org/article/building-the-business-case-health-wellbeing-and-productivity-in-green-offices/>
- [19] "Standar Nasional Indonesia Konservasi energi pada sistem pencahayaan," 2020.
- [20] R. Lapis, A. Karudin, F. Rizal, Krismadinata, and Nasruddin, "Passive cooling strategies in roof design to improve the residential building thermal performance in tropical region," *Asian Journal of Civil Engineering*, vol. 20, no. 4, pp. 571–580, 2019, doi: 10.1007/s42107-019-00125-1.
- [21] T. Uno, S. Hokoi, and S. N. N. Ekasiwi, "Passive cooling strategies to reduce the energy consumption of cooling in hot and humid climates in Indonesia," in *Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia*, Springer, 2018. doi: 10.1007/978-981-10-8465-2_39.
- [22] I. A. Wardah and N. A. Basyarach, "Effect of roof and wall material on energy usage for house cooling system in hot-humid climate," *Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.22219/jemmmme.v7i1.22574.
- [23] C. J. Kibert, *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, 4th ed. John Wiley & Sons, 2016.
- [24] T. Yudianto, P. Setyono, and I. G. A. K. R. Handayani, "Implementasi Kebijakan dan Strategi dalam Pengelolaan Sampah di Kabupaten Blora," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, vol. 20, no. 1, pp. 21–26, 2021.
- [25] N. N. Hidayah, P. N. Prabamurti, and N. Handayani, "Determinan Penyebab Perilaku Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dalam Pencegahan DBD oleh Ibu Rumah Tangga di Kelurahan Sendangmulyo," *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, vol. 20, no. 4, pp. 229–239, 2021.
- [26] R. Amin, N. Iswanto, D. Eviane, I. Imaniah, and Jumiati, "Pengelolaan timbulan sampah rumah tangga oleh Bumdes Kalurahan Sendangtirto Kapanewon Berbah Kabupaten Sleman," *Kacanegara: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, vol. 4, no. 2, 2021.