

Penerapan Arsitektur Ekologis pada Perancangan Pusat Pengolahan Sampah Terpadu Berbasis 3R di Kota Makassar

Rahmat Hidayat¹ | Citra Amalia Amal*² | Siti Fuadillah A Amin² | Muhammad Syarif² | Ashari Abdullah² | Rohana² |

¹ Mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia. rahmathidayat021@gmail.com

² Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

citraamaliaamal00@unismuh.ac.id
sitifudillah00@unismuh.ac.id
muhammadsyarif00@unismuh.ac.id
ashariabdullah00@unismuh.ac.id
rohana00@unismuh.ac.id

Korespondensi

* Citra Amalia Amal;

citraamaliaamal00@unismuh.ac.id

ABSTRAK: Menurut data dari Sistem Informasi Sampah Nasional (SIPSN) jumlah sampah mencapai 363.800 ton pada tahun 2020, akibat pertumbuhan populasi dan perubahan gaya hidup, jumlah timbulan sampah mengalami peningkatan menjadi 376.707 ton pada tahun 2023. Kurangnya infrastruktur dan rendahnya kesadaran masyarakat mengenai 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) memperburuk keadaan, yang berdampak pada estetika lingkungan, polusi, dan masalah kesehatan. Arsitektur ekologis mencerminkan adanya perhatian terhadap lingkungan dan sumber alam yang terbatas. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif dengan pendekatan studi literatur dan analisis kasus. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi elemen-elemen desain ekologis, seperti pemanfaatan material alami, pencahayaan alami, dan penggunaan sumber energi alam, dalam upaya menciptakan bangunan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan arsitektur ekologis agar perancangan tidak menimbulkan masalah yang serupa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan arsitektur ekologis dalam perancangan pusat pengolahan sampah terpadu berbasis 3R dapat mengurangi dampak lingkungan yang dapat ditimbulkan.

KATA KUNCI

Arsitektur Ekologis, Pengolahan Sampah Terpadu, 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*),

ABSTRACT: According to data from the National Waste Information System (SIPSN), the amount of waste reached 363,800 tons in 2020. Due to population growth and lifestyle changes, the volume of waste increased to 376,707 tons in 2023. The lack of infrastructure and low public awareness regarding 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) exacerbates the situation, impacting environmental aesthetics, pollution, and health issues. Ecological architecture reflects concern for the environment and limited natural resources. This study employs a descriptive comparative method with a literature review approach and case analysis. The research aims to identify elements of ecological design, such as the use of natural materials, natural lighting, and the utilization of natural energy sources, in an effort to create environmentally friendly buildings. The study seeks to understand how the application of ecological architecture can prevent the recurrence of similar issues. The results show that implementing ecological architecture in the design of an integrated waste processing center based on 3R can reduce the environmental impact that may arise.

Keywords:

Ecological Architecture, Integrated Waste Management, 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

1 | PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang semakin mendesak untuk diatasi diberbagai kota besar di Indonesia, termasuk Kota Makassar. Pertumbuhan populasi yang pesat dan perubahan gaya hidup masyarakat telah menyebabkan peningkatan volume sampah yang dihasilkan antara lain sampah plastik, kertas, produk kemasan yang mengandung bahan beracun berbahaya (Subekti, 2010). Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat mengancam kesehatan lingkungan, menciptakan polusi udara dan air, serta mengurangi kualitas hidup warga kota. (Warlani, 2019) Menurut data dari Sistem Informasi Sampah Nasional (SIPSN), jumlah sampah yang dihasilkan pada tahun 2023 mencapai 19.562.664 ton. Di Kota Makassar sendiri, jumlah sampah mencapai 363.800 ton pada tahun 2020, dan mengalami peningkatan menjadi 376.707 ton pada tahun 2023. Kurangnya infrastruktur yang memadai, kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya 3R, dan masalah lainnya menyebabkan pengolahan sampah belum optimal (Wati et al., 2021). Maka dari itu sangat diperlukannya pusat pengolahan sampah yang dapat megolah sampah dengan baik tanpa menimbulkan masalah yang baru.

Masalah sampah menyebabkan penurunan estetika di sekitar TPA, memicu konflik sosial dengan masyarakat. (Chotimah et al., 2022) Penolakan warga biasanya terkait dengan masalah kesehatan, keselamatan, kenyamanan, dan keterbatasan lahan. Di kota besar, lahan semakin terbatas karena pertumbuhan penduduk, membuat penempatan TPA sulit. Dampak lingkungan dan sosial TPA umum terjadi dan bisa menyebabkan konflik vertikal. Resistensi warga terhadap TPA sering terjadi (Sari et al., 2023).

Berdasarkan potret penanggulangan sampah yang ada sekarang ini kebanyakan masih menggunakan open dumping dimana sampah yang di masukkan ke dalam TPA hanya ditumpuk. Studi kasus yaitu TPA Antang yang menerapkan pengumpulan sampah menggunakan metode tersebut menyebabkan kebakaran hebat pada tahun 2019. Sampah yang terbakar didominasi oleh sampah organik dan sampah plastik di TPA Antang kota makassar (Nurasyid et al., 2024).

Konsep unit pengolahan sampah terpadu menitikberatkan pada aktivitas pengolahan sampah berbasis 3R guna mereduksi sampah, didalamnya terdapat 3 jenis sampah yang dikelola yakni sampah plastik, sampah organik, dan sampah-sampah yang dapat digunakan kembali. (Sampah, 2015) Untuk mengfungisikan TPST secara efektif perlunya dukungan pemerintah terkait sarana dan prasarana, legalitas kelembagaan dan teknis pengelolaan persampahan. Oleh karena itu sangat diperlukan pusat pengolahan sampah dengan basis 3R sebagai tempat pengolahan sampah dan tempat edukasi bagi masyarakat agar kedepannya sampah yang dihasilkan dapat diolah secara mandiri.

Pusat pengolahan sampah ini dirancang agar dapat mewadahi dalam hal edukasi dan pengolahan sampah secara mandiri. Dibutuhkan peran serta aktif seluruh masyarakat untuk mengatasinya. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengurangi timbulan sampah adalah dengan membiasakan program 3R dalam kehidupan sehari-hari agar pelaksanaan program tersebut menjadi lebih mudah dalam pelaksanaannya (Simatupang et al., 2021). Sebagian besar fasilitas pengelolaan sampah di Indonesia berupa Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang sering kali mengalami masalah seperti penumpukan sampah, bau yang menyengat, dan kondisi yang tidak higienis (Rahayu et al., 2017). Dengan pendekatan arsitektur ekologis rancangan diharapkan dapat memberikan solusi yang menyeluruh untuk masalah sampah di Kota Makassar yang dapat menjadi referensi untuk kota-kota lain di Indonesia yang menghadapi masalah yang serupa. (Fitri & Ferza, 2020) Rancangan ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya 3R dan dalam upaya menciptakan lingkungan yang lebih bersih, lebih sehat, dan mengubah pradikma masyarakat tentang tempah pengolahan sampah.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka disusun skripsi dengan judul Pusat Pengolahan Sampah Terpadu Berbasis 3R Di Kota Makassar dengan pendekatan Arsitektur Ekologis. (Wahyono et al., 2016)

2 | METODE

Metode penelitian merupakan suatu tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian, berfungsi untuk mempermudah peneliti dalam mengumpulkan informasi, mengembangkan ide dan gagasan yang mampu menunjang proses penelitian. Ada beberapa metode penelitian yang digunakan, yaitu Deskriptif komparatif, Studi literatur dan Analisis Kasus.

2.1 | Deskriptif komparatif

Metode deskriptif komparatif digunakan untuk menggambarkan dan membandingkan elemen-elemen desain ekologis dalam konteks bangunan ramah lingkungan, sementara studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari sumber-sumber tertulis terkait penelitian.

2.2 | Studi literatur

Studi literatur adalah metode penelitian yang melibatkan pengumpulan, penelaahan, dan analisis terhadap bangunan-bangunan dan konsep yang serupa dalam penelitian. (Salam et al., 2021)

2.2.1 | Studi Literatur Jakarta Recycle Center (JRC)

Jakarta Recycle Center (JRC) adalah sistem pengelolaan sampah dengan mengedepankan pemilahan sampah dari sumbernya. Kegiatan ini merupakan suatu inovasi terhadap pengelolaan sampah dengan melibatkan berbagai macam stakeholder untuk menumbuhkan budaya pemilahan sampah bagi setiap warganya. Fokus program ini adalah dengan melakukan pemilahan sampah dari kawasan rumah tangga dan pengangkutan sampah secara terjadwal. Dinas Lingkungan setempat secara aktif melakukan sosialisasi kepada warga. Sosialisasi ditujukan kepada pengurus RT, pengurus RW, pengurus kawasan, lembaga masyarakat, Ibu Rumah Tangga dan Asisten Rumah Tangga. (Muhashiby et al., 2021) Yang bisa dilihat pada **Gambar 1.1**

2.2.2 | Studi Literatur Jakarta Recycle Center (JRC)

TPST UNES merupakan tempat pengolahan sampah organik yang dikelola dan dipegang secara langsung oleh UPT pengembang konservasi UNNES. TPST ini berlokasi di Gang Ki Ageng Gribik, Sekaran, Gunungpati, atau berada di seberang Gerbang Utama UNNES. Selain mengumpulkan dan mengolah sampah dari lingkungan kampus, UNNES juga mengelola sampah dari masyarakat sekitar. Sampah-sampah ini dikumpulkan lalu kemudian dipilah dan disortir kemudian diolah menjadi produk yang bermanfaat dan memiliki nilai jual. Pada pengolahan ini juga memanfaatkan sampah menjadi pakan maggot. Hal tersebut dipilih untuk dijadikan sebagai media pengolahan sampah organik karena maggot memiliki nilai jual yang tinggi dan banyak dicari. Pada **Gambar 1.2**



Gambar 1.1 Jakarta Recycle Center (JRC)



Gambar 1.2 Jakarta Recycle Center (JRC)

2.2.3 | Studi Literatur Maishima Incinerator Osaka Jepang

Salah satu insinerator yang terkenal di Jepang adalah Maishima Incinerator di Kota Osaka. Insinerator ini menjadi salah satu objek wisata populer di Jepang dengan model dan warna bangunan yang unik tidak terkesan sebagai tempat membakar sampah. Insinerator ini beroperasi sejak 2001 dan membakar sampah perkotaan sekitar 300.000 ton per tahun dengan kapasitas energi listrik 32 MW. Pada **Gambar 1.3**

2.2.4 | Studi Literatur Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargebang

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargebang merupakan unit pelaksana teknis dinas lingkungan hidup dalam pelaksanaan pengolahan sampah terpadu. Tempat pengolahan sampah ini terletak di Kelurahan Ciketing Udik, Kelurahan Cikiwul dan Kelurahan Sumur Batu, Kecamatan Bantargebang Kota Bekasi yang memiliki luasan 110,3 Ha yang terdiri dari : Luas efektif TPST 81,91 % dan sisanya 18,09% untuk prasarana seperti Jalan masuk, Jalan Kantor dan Instalasi Pengolahan Lindi. Hal yang dikerjakan dalam TPS Bantargebang yaitu Sampah diangkut menuju TPS, dilakukan penimbangan lalu sampah diantar menuju pembokaran, dilakukan pemadatan lalu ditimbun dengan tanah, tumpukan sampah diproses Lebih lanjut dengan terasering/countering landfill, Dimasukkan Kepembangkil listrik Tenaga Sampah, dan air lindi disalurkan menuju Instalasi Pengolahan Air Sampah (IPAS). (Ruslinda, 2014) Yang bisa dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1.3 Maishima Incinerator Osaka Jepang



Gambar 1.4 Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargebang

2.2.4 | Studi Literatur Crystal of Knowledge

Perpustakaan ini merupakan pengembangan dari perpustakaan pusat yang dibangun pada tahun 1986-1987, yang dibangun di area seluas 3 hektar dengan 8 lantai, dirancang berdiri diatas bukit buatan yang terletak di pinggir danau. Perpustakaan ini menganut konsep (Eco Building), Kebutuhan energi menggunakan sumber energy terbarukan yaitu energi matahari (solar energy). Dengan konsep ini semua kebutuhan didalam gedung tidak diperbolehkan menggunakan plastic dalam bentuk apapun dan bangunan ini didesain bebas asap rokok, hemat listrik, air dan kertas. (Yogiesti et al., 2010)



Gambar 1.5 Crystal of Knowledge

2.3 | Analisis Kasus

Analisis kasus atau studi kasus adalah metode penelitian untuk mengungkap kasus tertentu secara mendalam dan detail.

3 | PEMBAHASAN

3.1 | Penerapan Konsep Ekologis

Arsitektur ekologis mencerminkan adanya perhatian terhadap lingkungan alam dan sumber alam yang terbatas. Arsitektur ekologis dapat diartikan sebagai penciptaan lingkungan yang lebih sedikit mengkonsumsi dan lebih banyak menghasilkan kekayaan alam. Dapat dilihat pada **Gambar 1.6** dalam penerapan arsitektur ekologis

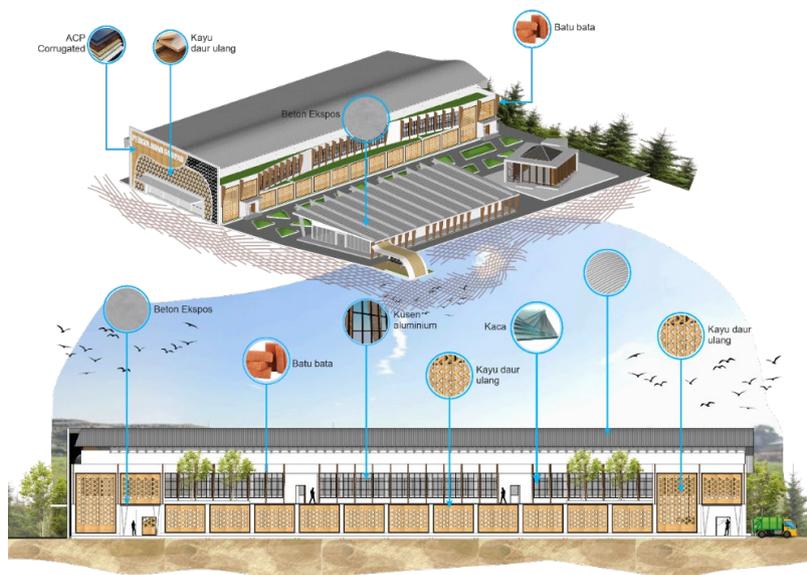


Gambar 1.6 Penerapan tema perancangan

Terdapat beberapa prinsip arsitektur ekologis yang diterapkan dalam perancangan pusat pengolahan sampah yaitu menyediakan ruang terbuka hijau pada bangunan untuk menghubungkan antara bangunan dan lingkungan, Menggunakan energi terbarukan, Bangunan tidak mencemari lingkungan dengan mendaur ulang air limbah dari sampah.

3.2 | Penerapan material ramah lingkungan

Berikut adalah rancangan material bangunan :



Gambar 1.7 Penerapan tema perancangan

Pada rancangan material fasad terdapat beberapa materi yang digunakan yaitu :

- a. Beton ekspos digunakan sebagai pada lantai satu pada bangunan pengolahan sampah.
- b. Batu bata ekspos digunakan untuk mengurangi pancaran sinar matahari yang masuk kedalam bangunan agar bangunan tidak terlalu panas.
- c. Kusen aluminium digunakan agar bangunan
- d. Kaca digunakan untuk pencahayaan dalam menghemat energi yang digunakan.

- e. Kayu daur ulang digunakan sebagai fasad pada bangunan

3.3 | Evaluasi Dampak

Evaluasi dampak adalah proses untuk menilai efek atau hasil dari suatu kebijakan, program, atau proyek terhadap berbagai aspek yang relevan, baik itu lingkungan, sosial, ekonomi, maupun budaya.

3.3.1 | Dampak Lingkungan.

Dengan menerapkan konsep ekologis berbasis 3R pada pengolahan sampah terpadu dapat menjadi solusi serta dapat mengurangi volume sampah yang menuju TPA melalui pemanfaatan sampah organik menjadi kompos dan daur ulang material anorganik. Dengan menggunakan energi terbarukan seperti panel surya, emisi karbon dapat ditekan, sekaligus mengurangi gas metana dari pembusukan sampah organik. Sistem pengolahan air limbah yang diterapkan juga membantu mencegah pencemaran tanah dan air, sementara ruang hijau yang dirancang meningkatkan kualitas udara serta mendukung ekosistem lokal. Fasilitas ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mendidik masyarakat untuk lebih sadar akan pentingnya pengelolaan sampah berbasis 3R.

3.3.2 | Dampak Sosial.

Penerapan arsitektur ekologis pada fasilitas pengolahan sampah terpadu berbasis 3R diharapkan dapat memberikan dampak sosial yang spesifik dan nyata. Misalnya, fasilitas yang didesain dengan pendekatan ekologis memungkinkan masyarakat sekitar untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sampah melalui program pelatihan, pemberdayaan, dan pemberian insentif kepada pelaku usaha daur ulang lokal.

Ruang edukasi dalam fasilitas tersebut, seperti aula pelatihan atau pusat informasi, memberikan sarana untuk mengedukasi masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik, penggunaan kompos, dan potensi ekonomi dari daur ulang. Aktivitas ini dapat meningkatkan keterampilan masyarakat, menciptakan kesadaran kolektif, serta mendukung perubahan perilaku terhadap pengelolaan limbah rumah tangga.

Dari segi kesehatan, penerapan desain yang memperhatikan kebersihan dan pengelolaan limbah cair yang baik mengurangi potensi penyebaran penyakit, terutama di daerah dengan tingkat sanitasi rendah. Pengelolaan bau dan limbah organik yang optimal dalam fasilitas ini juga dapat meningkatkan kenyamanan dan kualitas hidup masyarakat di sekitarnya. Melalui desain arsitektur ekologis yang mencakup ruang-ruang terbuka dan elemen hijau, fasilitas ini dapat dijadikan tempat rekreasi sekaligus edukasi, yang secara tidak langsung mempererat hubungan sosial di antara anggota komunitas. Dengan demikian, penerapan fasilitas ini memberikan dampak sosial yang nyata dalam hal kesejahteraan, kesehatan, dan kualitas hidup masyarakat lokal.

Melalui desain yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, fasilitas ini menciptakan peluang kerja baru, mulai dari proses pemilahan hingga daur ulang sampah, yang memberikan penghasilan tambahan bagi warga lokal.

Selain itu, desain fasilitas yang melibatkan ruang terbuka hijau dan taman komunitas memungkinkan warga untuk berinteraksi, berolahraga, atau sekadar bersantai, yang pada gilirannya dapat mempererat hubungan sosial antarwarga. Secara keseluruhan, penerapan arsitektur ekologis dalam pengolahan sampah ini tidak hanya memberikan solusi terhadap masalah sampah, tetapi juga mendorong perubahan sosial yang lebih luas, meningkatkan kualitas hidup, dan membangun kesadaran kolektif tentang pentingnya keberlanjutan lingkungan.

4 | KESIMPULAN

Perancangan pusat pengolahan sampah terpadu berbasis 3R berada di Kecamatan Manggala Kota Makassar dengan total luas tapak yaitu 2.64 Ha. Bangunan terdiri dari 2 fungsi utama yaitu fungsi pengolahan sampah organik dan fungsi kedua yaitu pengolahan sampah anorganik yang berfokus pada pengolahan sampah plastik. Pada rancangan terdapat bangunan beberapa bangunan penunjang dimana bangunan penunjang terdiri dari kantor pengelolah, kantin, hall, dan ruang informasi sampah. Struktur bangunan menggunakan kolom, slof dengan materail beton bertulang dan struktur atap menggunakan space frame. Matelial pada fasad menggunakan material daur ulang dan bahan yang tahan lama.

Pada bangunan di beberapa bagian menggunakan atap green roof, ruang terbuka, menggunakan bahan material daur ulang, menggunakan energi terbarukan, dan tidak menimbulkan masalah lingkungan dengan mendaur ulang limbah yang dihasilkan mencerminkan bahwa bangunan sangat memperhatikan aspek lingkungan agar tidak tercemar yang menandakan bangunan sudah termasuk ekologis.

Penerapan desain arsitektur ekologis juga berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup masyarakat. Fasilitas ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan, kesehatan, dan interaksi sosial. Ruang terbuka hijau yang ada tidak hanya memperbaiki kualitas udara tetapi juga menyediakan area bagi warga untuk berkumpul, berolahraga, atau beraktivitas bersama. Dengan adanya ruang seperti ini, hubungan sosial antarwarga dapat lebih terjalin dengan baik, meningkatkan rasa kebersamaan dan solidaritas. Selain itu, keberadaan fasilitas ini membantu mengurangi risiko penyakit yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan, seperti infeksi saluran pernapasan dan penyakit terkait sanitasi.

Secara keseluruhan, fasilitas pengolahan sampah berbasis 3R yang mengintegrasikan prinsip arsitektur ekologis ini membawa banyak manfaat, baik bagi lingkungan, ekonomi, maupun sosial. Tidak hanya mengatasi masalah sampah yang semakin meningkat di Kota Makassar, tetapi juga memberikan kontribusi besar dalam menciptakan masyarakat yang lebih sadar akan keberlanjutan lingkungan. Melalui pendekatan ini, Kota Makassar dapat menjadi contoh bagi kota-kota lain dalam mengelola sampah dengan cara yang lebih ramah lingkungan dan inklusif.

Daftar Pustaka

- Chotimah, H. C., Iswardhana, M. R., & Rizky, L. (2022). Model Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah Plastik Laut Guna Mewujudkan Ketahanan Maritim di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(3), 348. <https://doi.org/10.22146/jkn.69661>
- Fitri, S. E., & Ferza, R. (2020). Dinamika, Problematika, Dan Implikasi Kebijakan Pengelolaan Sampah Plastik Di Daerah. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 15(1), 11–24. <https://doi.org/10.47441/jkp.v15i1.40>
- Muhashiby, M. I. N., Hasibuan, H. S., & Wahyono, S. (2021). Waste Management in Jakarta Recycle Centre: Case Study of Pesanggrahan, Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 940(1), 6–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/940/1/012034>
- Nurasid, I., Fuadillah, S., Amin, A., Yusri, A., Idrus, I., Mustafa, M., & Latif, S. (2024). *Pendekatan Arsitektur Ekologi pada Perancangan Pusat Daur Ulang Sampah Plastik di Kota Makassar*. 1(2), 89–97.
- Rahayu, T. P., Yuliani, S., & Daryanto, T. J. (2017). *PENDEKATAN ARSITEKTUR EKOLOGIS PADA PUSAT PENGELOLAAN SAMPAH DI SURAKARTA*.
- Ruslinda, Y. (2014). Pengelolaan Sampah Kering Layak Jual Dengan Sistem Bank Sampah Di Kampus Universitas Andalas Padang. *Jurnal Dampak*, 11(2), 96. <https://doi.org/10.25077/dampak.11.2.96-109.2014>
- Salam, N. F. S., Manap Rifai, A., & Ali, H. (2021). Faktor Penerapan Disiplin Kerja: Kesadaran Diri, Motivasi, Lingkungan (Suatu Kajian Studi Literatur Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial). *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(1), 487–508. <https://doi.org/10.38035/jmpis.v2i1.503>
- Sampah, M. B. (2015). Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Melalui Bank Sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 4(1), 83–94.
- Sari, C. N., Al-illahiyah, L. H., Kaban, L. B., Hasibuan, R., Nasution, R. H., Sari, W. F., Islam, U., & Sumatera, N. (2023). *Keterbatasan Fasilitas Tempat Pembuangan Sampah Dan Tantangan Kesadaran Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Di Desa Jandi Meriah Kec. Tiganderket Kab. Karo)*. 3(2), 268–276.
- Simatupang, M. M., Veronika, E., & Irfandi, A. (2021). Edukasi Pengelolaan Sampah: Pemilahan Sampah dan 3R di SDN Pondok Cina Depok. *Prosiding Hasil Pengabdian Masyarakat*, 34–38.
- Subekti, S. (2010). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. *Fakultas Teknik UNPAND*, 24–30.
- Wahyono, S., L. Sahwan, F., & Suryanto, F. (2016). Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Di Rawasari, Kelurahan Cempaka Putih Timur, Jakarta Pusat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1), 75. <https://doi.org/10.29122/jtl.v13i1.1407>
- Warlani, L. (2019). Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mitigasi Bencana Alam. *Seminar Nasional FST Universitas Terbuka*, 89–110.
- Wati, F. R., Rizqi, A., M. Iqbal, M. I., Langi, S. S., & Putri, D. N. (2021). Efektivitas Kebijakan Pengelolaan Sampah Berbasis Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu 3R di Indonesia. *Perspektif*, 10(1), 195–203. <https://doi.org/10.31289/perspektif.v10i1.4296>
- Yogiesti, V., Hariyani, S., & Sutikno, F. R. (2010). *pada tahun 2009*