

P-ISSN: 2715-9019
E-ISSN: 2715-9027



Journal of Appropriate Technology for Community Services

Volume 7, Nomor 1, Tahun 2026



Journal of Appropriate Technology for Community Services (JATTEC)

p-ISSN: 2715-9019 e-ISSN: 2715-9027

Journal of Appropriate Technology for Community Services (JATTEC) berisi hasil-hasil kegiatan pengabdian dan pemberdayaan masyarakat berupa penerapan berbagai bidang ilmu khususnya teknologi tepat guna.

Redaksi Pelaksana

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

Dewan Editor

Prof. Dr. Mohamad Djaeni (Universitas Diponegoro)

Dewi Hardiningtyas, S.T., M.T., M.B.A (Universitas Brawijaya)

Abdullah ‘Azzam, S.T., M.T. (Universitas Islam Indonesia)

M. Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D. (Universitas Islam Indonesia)

Dr. Eng. Listiani Nurul Huda, M.T. (Universitas Sumatera Utara)

Slamet Riyadi, S.T., M.Sc, Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc. (Universitas Islam Indonesia)

Hanifrahmawan Sudibyo, S.T., M.Eng. (Universitas Gadjah Mada)

Layout and Technical Support

Dwi Wahyu Santoso, S.Pd.

Tri Wahyono, A.Md.

Alamat Redaksi

Gedung KH. Mas Mansyur

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang KM. 14,5 Sleman Yogyakarta 55584

Email: jattec.editor@uii.ac.id

DAFTAR ISI

- 1 – 10 **Implementasi *Early Warning System* Amblesan untuk Peringatan Keselamatan Sumber Air Goa Pulejajar, Gunungkidul**
Sri Mulyaningsih*, Septian Vienastra, Nur Rahmawati, dan Iva Mindhayani
- 11 – 21 **Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman Pada DKM Al-Furqon Sebagai Upaya Digitalisasi Layanan Masyarakat**
Cecep Muhamad Sidik Ramdani, Yuki Rizki Adam Nugraha, Irfan Nafis Sjamsuddin, Galih Rahmat Jatnika, Hendar Nuryaman, Fauzan Alif Salsabil, Nizar Fathun Nazar
- 22 – 29 **Inovasi Teknologi pada Proses Produksi Makanan Olahan Tradisional**
Elanjati Worldailmi*, Tri Lestari Wahyuning Utami, Muhammad Dava Aji, Manik Purbo Ulung, Ichwan
- 30 – 37 **Pemberdayaan Karang Taruna Demen dalam Pengelolaan Sampah Plastik Berbasis Teknologi Tepat Guna Berkelanjutan**
Elanjati Worldailmi*, Ratih Dianingtyas Kurnia, Tri Lestari Wahyuning Utami, Dwi Adi Purnama
- 38 – 49 **Penerapan Teknologi Pembuatan Produk dari Limbah Tutup Botol Bekas**
Arif Hidayat*, Dyah Retno Sawitri, Deriza Qurrotun A'yuni, Indah Safitri, Yusticia Eka Noor Ida
- 50 - 61 **Penguatan Budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan Untuk Menciptakan Lingkungan Sekolah Bersih dan Tertib**
Elisa Kusrini*, Hartomo Soewardi, Rezki Amelia Aminuddin A.P, Chancard Basumerda Lalu Muhammad Davin Ardiansyah, Zahid Anugrah Muzaffar Rana
- 62 – 72 **Penguatan Budaya Keselamatan Laboratorium Universitas X Malaysia melalui Identifikasi Risiko dan Penerapan K3**
Hartomo Soewardi*, Elisa Kusrini, Rezki Amelia Aminuddin A.P., Chancard Basumerda, Azita Salsabiela Gunawan, Baiq Dewi Lestari Parhan
- 73 – 85 **Penguatan Pembelajaran STEM melalui Gamifikasi Digital di Sanggar Bimbingan Sentul, Kuala Lumpur, Malaysia**
Elvira Sukma Wahyuni*, Firmansyah Nur Budiman, Sheila Nurul Huda, Muhammad Ramdhan Yusuf, Diena Mukafasyadiah
- 86 - 92 **Sustainable Supply Chain Management untuk UMKM**
Elisa Kusrini, Atyanti Dyah Prabaswari, Wahyudhi Sutrisno*, Mohammad Arsyad Fathurrohman, Zahara Intan Wigathie

Implementasi *Early Warning System* Amblesan untuk Peringatan Keselamatan Sumber Air Goa Pulejajar, Gunungkidul

Sri Mulyaningsih^{1)*}, Septian Vienastra²⁾, Nur Rahmawati³⁾, dan Iva Mindhayani⁴⁾

^{1,2,3)} Universitas AKPRIND Indonesia

⁴⁾ Universitas Widya Mataram Yogyakarta

^{1,2,3)} Jl. Kalisahak No. 28 Komplek Balapan Yogyakarta, Indonesia

⁴⁾ Jl. Tata Bumi Selatan, RT.06/RW.08, Area Sawah, Banyuraden, Kapanewon Gamping, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

Email: sri_m@akprind.ac.id

ABSTRAK

Kalurahan Jepitu adalah bagian dari Karst Gunung Sewu yang berisiko amblesan sinkhole; yang dapat mengancam keselamatan sumber air bersih di Goa Pulejajar. Tujuan pengabdian kepada masyarakat adalah untuk mengimplementasikan teknologi tepat guna sistem peringatan dini amblesan terhadap sumber air bersih Goa Pulejajar. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif, mencakup sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan intensif kepada Mitra Pokdarwis Idaman. Sistem ini mengintegrasikan sensor tekanan dan kelembaban batuan, unit mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT), dan pelat pengaman modular sebagai proteksi fisik. Kegiatan ini berhasil menginstalasi dan mengoperasionalisasi sistem peringatan dini, ditandai dengan peningkatan kapasitas Pokdarwis dalam melakukan pengawasan, pembacaan data, dan pemeliharaan alat. Di dalamnya telah terbentuk protokol peringatan dini di tingkat lokal dengan memberdayakan masyarakat. Implementasi teknologi tepat guna yang partisipatif terbukti layak secara teknis, efektif dalam membangun kesiapsiagaan masyarakat dan meningkatkan keamanan sumber air bersih Goa Pulejajar. Keberhasilan ini menjadi model mitigasi potensial untuk direplikasi di kawasan karst lainnya. Sistem ini merupakan inovasi baru berbasis sensor tekanan dan kelembaban dengan panel surya yang menunjukkan peningkatan efektivitas respon alat hingga 87% dibandingkan uji awal, menjadi model mitigasi potensial untuk direplikasi di kawasan karst lainnya.

Kata kunci: amblesan, karst, keberlanjutan, pemberdayaan, dan peringatan dini

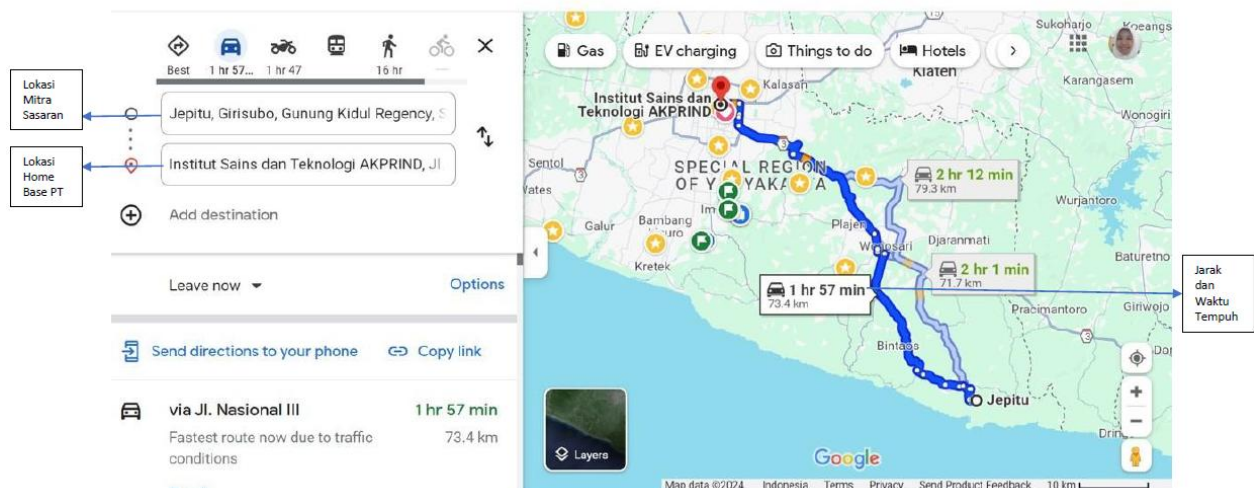
ABSTRACT

Jepitu Village is situated within the Gunung Sewu Karst, which is prone to sinkhole subsidence, posing a continuous threat to the safety of clean water at Pulejajar Cave. This community service aims to implement appropriate technology for a subsidence early warning system for the Pulejajar Reservoir. The methodology employed a participatory approach encompassing socialization, training, and intensive mentoring for Pokdarwis Idaman. The system integrates pressure and rock moisture sensors, Internet of Things (IoT)-based microcontroller units, and modular protective plates for physical safety. The program was successfully installed and operationalized, demonstrated by enhanced Pokdarwis' capacity in monitoring, data interpretation, and equipment maintenance. A local-level early warning protocol has been established through community empowerment. The participatory technological implementation proved technically viable, effective in building community preparedness, and successful in securing the Pulejajar Reservoir. This achievement serves as a potential mitigation model for replication across other karst regions. This system represents a new innovation based on pressure and humidity sensors powered by solar panels, demonstrating an 87% increase in response effectiveness compared to the initial test and serving as a potential mitigation model to be replicated in other karst areas.

Keywords: sinkhole, karst, sustainability, empowerment, and early warning system.

1. Pendahuluan

Karst Gunung Sewu, membentang di tiga provinsi di Pulau Jawa, yaitu Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, diakui sebagai bagian dari Jaringan Gunung Sewu UNESCO Global Geopark (Parno, 2018). Di balik status itu, kawasan ini menyimpan potensi bencana amblesan karst (*sinkhole*) (Adji dkk., 2017; RODHI dkk., 2016). Hal itu terkait dengan karakteristik batugamping yang menyusunnya, yang mudah larut oleh air, membentuk rongga karst, seperti goa dan sungai bawah tanah yang kompleks (Tjia, 2013). Proses pelarutan tersebut berlangsung selama ribuan hingga jutaan tahun, membentuk rongga-rongga bawah permukaan (Haryono dkk., 2022; Riyanto dkk., 2020; Suherningtyas dkk., 2024) yang pada akhirnya runtuh secara tiba-tiba, menimbulkan berbagai kerusakan infrastruktur vital di sekitarnya, seperti sumber air bersih. Frekuensi amblesan karst di Gunungkidul, dikategorikan tinggi (Gemintang dkk., 2022; Mulyaningsih, Rahmawati, Rahayu, dkk., 2024) (Gambar 2) yang menuntut perhatian serius dalam upaya mitigasi bencana. Goa Pulejajar terletak di Kalurahan Jepitu (Gambar 1), adalah salah satu sumber air bersih vital dengan debit yang sangat besar (Reinhart & Rifani, 2021) di Kapanewon Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Goa ini berada tepat di jantung karst Gunung Sewu dengan zona risiko tinggi amblesan (Pemkal Jepitu Kapanewon Girisubo Kab. Gunungkidul, 2024). Kegiatan ini diharapkan dapat menghadirkan kontribusi baru dalam langkah mitigasi bencana di lahan karst yang menggabungkan sistem proteksi fisik bersensor IoT, berbasis tekanan dan kelembaban, dengan peran aktif masyarakat lokal, membentuk model mitigasi terpadu berskala nasional pada kawasan karst.



Gambar 1. Lokasi Pengabdian kepada Masyarakat di Goa Pulejajar, Kalurahan Jepitu, Kapanewon Girisubo; berjarak 23,4 KM yang dapat ditempuh dalam waktu kurang lebih 2 jam dari kota Yogyakarta

Mobilisasi *truck* tangki air yang tinggi, berpotensi menambah beban di permukaan yang dapat mempercepat laju degradasi daya dukung lahan, dan memicu keruntuhan. Sistem peringatan dini yang terpasang di lokasi tersebut, yang dapat memberikan peringatan dini terkait gejala-gejala awal amblesan belum mencukupi. Ketidacukupan sistem deteksi dini menciptakan kerentanan yang tinggi, tidak hanya bagi keselamatan sumber air, juga terhadap masyarakat dan keberlanjutan ekonomi lokal.

Menyadari adanya kesenjangan antara potensi bencana dan kapasitas mitigasi di tingkat lokal, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk menjawab kebutuhan mendesak dari masyarakat khususnya mitra Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Idaman. Pokdarwis Idaman memiliki peran strategis, namun menghadapi keterbatasan pengetahuan teknis dan akses teknologi dalam memantau risiko bencana geologi. Yaitu kebutuhan solusi yang tidak hanya efektif secara

teknis, tetapi juga sederhana, terjangkau, dan dapat dioperasikan secara mandiri. Program ini bertujuan untuk mengimplementasikan sebuah sistem peringatan dini amblesan di lahan geomorfologi karst, untuk meningkatkan kewaspadaan akan keselamatan Sumber Air (Reservoir) Goa Pulejajar. Secara spesifik, program ini memiliki tiga tujuan turunan, yaitu (1) merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini amblesan yang mengintegrasikan sensor pemantau kondisi bawah permukaan dengan mekanisme proteksi fisik di permukaan; (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis Mitra dalam mengoperasikan, memelihara, dan merespons sistem peringatan dini; dan (3) membangun sebuah model percontohan mitigasi bencana amblesan berbasis masyarakat yang dapat direplikasi di lokasi lain. Jadi, selain solusi teknologi, program ini juga berinvestasi dalam pemberdayaan dan kemandirian masyarakat lokal dalam menghadapi risiko bencana.



Gambar 2. Jejak kejadian amblesan (sinkhole) di wilayah Kalurahan Jepitu

2. Tinjauan Pustaka

Amblesan karst atau sinkhole adalah fenomena geologi yang umum terjadi pada batugamping yang mudah larut (Adji dkk., 2019). Proses utamanya adalah pelarutan kimia oleh air: air hujan yang bersifat sedikit asam (karena menyerap CO₂ dari atmosfer dan tanah) meresap ke dalam tanah / batuan dan masuk melalui celah atau retakan batuan. Air ini secara perlahan melarutkan batuan karbonat, menciptakan rongga-rongga di bawah permukaan. Seiring waktu, rongga ini membesar, dan ketika lapisan tanah atau batuan di atasnya tidak lagi mampu menahan beban, terjadilah keruntuhan atau amblesan yang membentuk lubang di permukaan. Hal itu sebagaimana dijelaskan oleh (Tjia, 2013).

Meskipun proses pelarutan terjadi secara alami, amblesan sering kali dipicu atau dipercepat oleh beberapa faktor (De Waele & Gutiérrez, 2022), yaitu (1) Peningkatan volume air tanah secara drastis oleh air hujan dapat mengikis material penutup rongga dan menambah beban, memicu keruntuhan; (2) Penurunan muka air tanah (misalnya akibat pemompaan berlebih atau musim kemarau panjang) dapat menghilangkan daya dukung hidrostatik yang sebelumnya menopang atap rongga; (3) Getaran dari lalu lintas, konstruksi, dan kebocoran pipa infrastruktur bawah tanah dapat mengganggu kestabilan tanah dan memicu amblesan. Fenomena ini menjadi ancaman serius di kawasan seperti Gunung Sewu, yang memang dikenal sebagai bentang alam karst.

Sistem Peringatan Dini (Early Warning System - EWS) adalah rangkaian sistem terintegrasi untuk memantau, memprediksi, dan menyebarkan peringatan mengenai potensi bencana, sehingga memungkinkan tindakan evakuasi dan mitigasi untuk mengurangi risiko (Kurnia dkk., 2025; Pamungkas dkk., 2022; Rahmawati, 2025; Yunus dkk., 2024a). Perkembangan Internet of Things (IoT) telah merevolusi EWS dengan memungkinkan pemantauan lingkungan secara luas dan real-time dengan biaya yang lebih rendah (Fahmi, 2019). EWS berbasis IoT, terdiri atas (Fahmi, 2019; Sujadi dkk., 2020):

- 1) Jaringan Sensor: Berbagai jenis sensor (geoteknik, hidrologi, seismik) dipasang di lokasi rawan bencana untuk mengumpulkan data parameter fisik secara terus-menerus.
- 2) Transmisi Data: Data dari sensor dikirimkan secara nirkabel (misalnya melalui sinyal seluler seperti 5G atau teknologi lain) ke pusat data atau *cloud*.
- 3) Analisis Data: Data yang terkumpul dianalisis secara otomatis untuk mendeteksi anomali atau pola yang mengindikasikan bahaya.
- 4) Diseminasi Peringatan: Jika ambang batas bahaya terlampaui, sistem akan secara otomatis menyebarkan peringatan kepada pihak berwenang dan masyarakat melalui berbagai saluran (sirine, SMS, aplikasi seluler).

Teknologi ini mentransformasi dari manajemen bencana yang reaktif menjadi prediktif dan preventif (Sujadi dkk., 2020). Deteksi Preventif tersebut dilakukan dengan mengkombinasikan sensor kelembaban batuan (*soil/rock moisture*) dan sensor tekanan (*pressure sensor*), sistem ini dapat mendeteksi perubahan kondisi geoteknik sebelum keruntuhan terjadi. Peningkatan kelembaban dapat mengindikasikan infiltrasi air yang agresif, sementara penurunan tekanan tanah dapat menandakan hilangnya material pendukung di bawahnya (awal terbentuknya rongga). Penggunaan sensor kelembaban saja, seperti pada sistem lama, bersifat ambigu karena bisa mendeteksi setelah amblesan terjadi. Namun, dengan memadukannya dengan sensor tekanan, Anda dapat mendeteksi penurunan daya dukung batuan yang merupakan indikator kunci dari potensi amblesan. Ini adalah pendekatan yang lebih holistik untuk memantau prekursor (gejala awal) amblesan. Penambahan pelat pengaman modular adalah sebuah inovasi krusial yang tidak ada pada paten pembanding. Fitur ini memberikan dua fungsi, yaitu preventif untuk mengurangi dampak langsung dari amblesan kecil dan protektif dengan memberikan waktu tambahan yang sangat berharga saat peringatan dini aktif, dengan menahan sebagian material runtuh dan melindungi infrastruktur vital (seperti reservoir) dari kerusakan total. Deteksi dini *subsidence* dan sistem peringatan dini penurunan tanah (*subsidence*) sebelumnya adalah didasarkan pada *Global Position System (GPS) and hydrostatic leveling* (Yeh dkk., 2025) untuk akurasi pengukuran laju *subsidence* secara *real-time*, namun tidak spesifik memberikan perlindungan fisik. Alat deteksi dini amblesan yang lain berfungsi memantau ketinggian muka air pada lubang amblesan (*collapse pit*) secara mekanis tanpa perlu mendekat ke lokasi yang berisiko tinggi (FAN dkk., 2025), pun juga tidak bersifat preventif, alat bekerja saat amblesan telah terjadi.

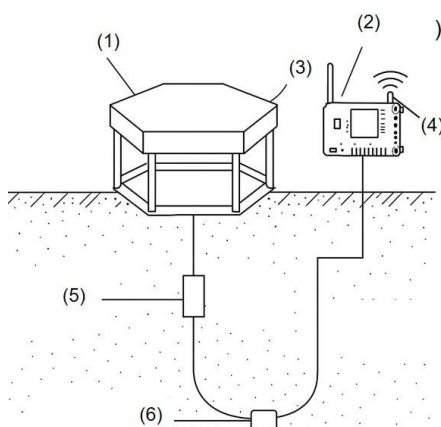
Teknologi EWS ini mendeteksi perubahan geologi sebelum amblesan terjadi, serta sensor dan proteksi fisik berupa pelat pengaman modular terdefinisi bersifat preventif dan protektif, yang dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan yang dikemukakan di atas dengan mengkombinasikan pemantauan tekanan dan kelembaban tanah, serta pencegahan dan pengurangan risiko bencana amblesan di permukaan melalui kelengkapan pengaman pelat modular. Keunggulan alat ini dibandingkan dengan alat yang sudah ada adalah alat ini dapat mendeteksi amblesan sebelum amblesan terjadi. Pelat penyangga yang dipasang di atasnya dapat menahan agar amblesan yang akan terjadi kerusakan yang akan ditimbulkan. Alat yang lama menggunakan sensor kelembaban tanah (batuan) sehingga deteksi hanya dapat dilakukan setelah amblesan terjadi, sedangkan alat ini menggunakan sensor kelembaban yang dipadukan dengan sensor penurunan tekanan udara yang dapat mendeteksi penurunan daya dukung batuan yang berpotensi ambles.

3. Metodologi

Pelaksanaan PKM ini didekati dengan *Community-Based Disaster Risk Management (CBDRM)*, yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam proses pengelolaan risiko bencana (Yunus dkk., 2024b). Pendekatan ini memastikan bahwa solusi yang dikembangkan tidak hanya relevan dengan konteks lokal, tetapi juga berkelanjutan. Kerangka pemecahan masalah dimulai dari analisis situasi partisipatif untuk memahami persepsi dan kebutuhan masyarakat, dilanjutkan dengan

perancangan solusi teknologi yang adaptif, implementasi di lapangan, transfer pengetahuan melalui pelatihan dan pendampingan, hingga evaluasi bersama untuk mengukur keberhasilan dan merumuskan rencana tindak lanjut (Mulyaningsih, Rahmawati, Suhartono, dkk., 2024). Mitra utama kegiatan adalah anggota Pokdarwis Idaman, yang secara langsung bertanggung jawab atas pengelolaan dan keamanan Goa Pulejajar. Selain itu, program ini juga menyasar khalayak sekunder, termasuk masyarakat sekitar, dan perangkat pemerintah Kalurahan Jepitu, sebagai penerima manfaat dari peningkatan keselamatan.

Pelaksanaan program dibagi ke dalam lima tahapan (Mulyaningsih, Rahmawati, Suhartono, dkk., 2024). (1) Sosialisasi yang telah dilaksanakan pada 5 Juli 2025. Pada tahap ini, tim pelaksana melakukan diskusi mendalam dengan Pemerintah Kalurahan, pengurus dan anggota Pokdarwis untuk memaparkan tujuan program, menyamakan persepsi mengenai risiko bencana, dan secara partisipatif pemetaan lokasi-lokasi yang dianggap paling rawan ambles. Hasil pemetaan ini menjadi dasar penentuan lokasi pemasangan alat. (2) Pelatihan Teknis diselenggarakan pada 25 Agustus 2025; dirancang untuk membekali peserta dengan pengetahuan dan keterampilan dasar mengenai teknologi yang akan diimplementasikan, mencakup pemahaman komponen sistem, prinsip kerja alat (sensor tekanan dan kelembaban), prosedur standar pengamatan visual, serta cara membaca dan menginterpretasikan data sederhana yang ditampilkan oleh sistem. (3) Implementasi TTG yang merupakan inti dari kegiatan berlangsung dari 25 Agustus hingga akhir September 2025. Tim pelaksana bersama-sama dengan anggota Pokdarwis melakukan pemasangan seluruh komponen sistem di lokasi yang telah ditentukan. Proses ini meliputi penggalian lubang untuk penempatan sensor, instalasi panel kontrol yang berisi mikrokontroler dan sistem catu daya, serta perakitan pelat pengaman modular di permukaan tanah. Setelah sistem terpasang, dilakukan serangkaian uji coba untuk memastikan setiap komponen bekerja dengan baik. (4) Pendampingan intensif dilakukan kepada tim kecil yang ditunjuk sebagai penanggung jawab. Pendampingan meliputi cara mengoperasikan, pemeliharaan rutin, dan cara mengatasi permasalahan teknis sederhana. (5) Evaluasi Keberlanjutan, dilaksanakan pada 10 September 2025 melalui Focus Group Discussion (FGD) untuk mengevaluasi secara komprehensif efektivitas program dari sudut pandang mitra, mengidentifikasi kendala yang dihadapi, dan bersama-sama merumuskan strategi untuk memastikan keberlanjutan fungsi sistem dan program dalam jangka panjang.



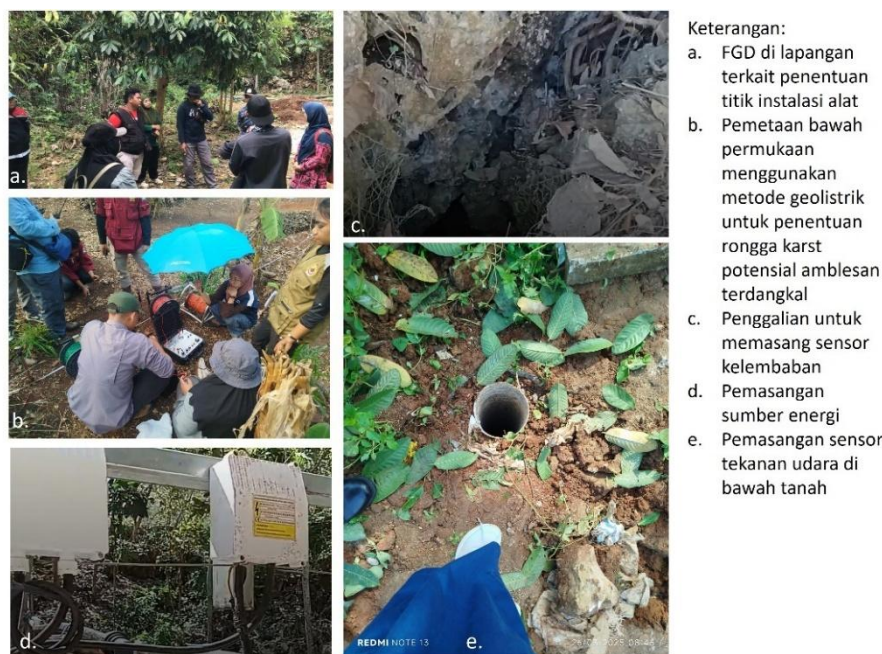
Gambar 3. Prinsip dan skema instalasi sistem peringatan dini amblesan karst yang diimplementasikan pada Mitra Pokdarwis Idaman di Goa Pulejajar untuk mitigasi keselamatan airtanah Pulejajar.

Teknologi tepat guna yang menjadi substansi utama dalam program ini adalah Sistem Proteksi Amblesan Karst Modular Berbasis Sensor Tekanan (Gambar 3). Sistem ini merupakan sebuah invensi yang menggabungkan dua pendekatan mitigasi, yaitu deteksi dini (aktif) dan proteksi fisik (pasif).

Komponen utama sistem terdiri dari: (1) Sensor, mencakup sensor tekanan tanah (*load cell*) yang ditanam pada kedalaman 0,5 hingga 1 meter untuk memonitor integritas struktural tanah/batuan di bawahnya, serta sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) untuk mendeteksi perubahan kadar air yang dapat mengindikasikan adanya pelarutan aktif atau penjenjuran rongga. (2) Unit Pengolah Data, menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (seperti ESP32 atau Arduino) yang diprogram untuk mengakuisisi data dari sensor secara real-time dan menganalisisnya berdasarkan nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. (3) Sistem Peringatan, yang akan aktif jika data sensor melampaui ambang batas, terdiri dari alarm lokal berupa sirine dan lampu rotator untuk peringatan langsung di lokasi, serta sistem notifikasi nirkabel melalui SMS gateway atau aplikasi pesan instan (Telegram) yang mengirimkan pesan peringatan ke gawai penanggung jawab. (4) Proteksi Fisik, berupa pelat pengaman modular berbentuk heksagonal yang terbuat dari material komposit atau logam ringan. Pelat-pelat ini disusun di atas permukaan tanah di area yang dipantau dan didukung oleh rangka penahan, berfungsi untuk mendistribusikan beban dan mencegah orang atau benda jatuh langsung ke dalam lubang jika amblesan terjadi secara tiba-tiba. Prinsip kerja sistem ini adalah memantau secara terus-menerus stabilitas bawah permukaan; setiap penurunan tekanan tanah yang signifikan atau lonjakan kelembaban yang anomali akan diinterpretasikan sebagai indikasi awal dari proses pembentukan rongga atau pelemahan struktur batuan, yang kemudian memicu sistem peringatan untuk memberikan waktu bagi evakuasi dan tindakan pengamanan.

4. Hasil dan Pembahasan

Implementasi Sistem Peringatan Dini Amblesan Karst di Goa Pulejajar menunjukkan hasil yang signifikan baik dari aspek teknis maupun sosial. Berdasarkan hasil survei geologi awal dan pemetaan partisipatif bersama Pokdarwis Idaman (Gambar 4), lokasi pemasangan sistem diputuskan di area celah pintu masuk goa yang merupakan jalur utama yang menunjukkan beberapa indikasi minor ketidakstabilan batuan (Gambar 4). Proses instalasi perangkat keras dilakukan secara kolaboratif. Tim pelaksana dan anggota Pokdarwis bekerja sama dalam penggalian lubang sensor, perakitan panel kontrol, dan pemasangan pelat pengaman modular. Keterlibatan aktif mitra dalam proses instalasi ini tidak hanya mempercepat pekerjaan, tetapi juga menjadi sarana pembelajaran langsung yang sangat efektif. Panel kontrol berisi mikrokontroler, modem GSM (untuk notifikasi), dan sumber daya; ditempatkan dalam kotak pelindung tahan cuaca. Di permukaan, 18 buah pelat pengaman heksagonal dipasang saling mengunci, membentuk area aman seluas kurang lebih 5m². Dalam perangkat lunak, mikrokontroler diprogram menggunakan algoritma sederhana untuk membandingkan data sensor secara *real-time* dengan nilai ambang batas yang ditetapkan berdasarkan kondisi awal media batuan. Uji coba fungsionalitas sistem dilakukan dengan memberikan tekanan berlebih dan mensimulasikan penurunan tekanan pada sensor *load cell*. Hasilnya, sistem merespon secara akurat, *alarm* sirine dan lampu rotator berbunyi dalam hitungan detik setelah anomali terdeteksi, diikuti dengan terkirimnya notifikasi SMS ke nomor *handphone* yang didaftarkan. Keberhasilan uji coba ini memvalidasi sistem dapat berfungsi dan siap dioperasikan. Implementasi sistem peringatan dini amblesan karst di Goa Pulejajar ini telah merepresentasikan penerapan nyata konsep *Community-Based Disaster Risk Management (CBDRM)*. Melalui keterlibatan aktif anggota Pokdarwis Idaman dalam survei geologi, pemetaan partisipatif, serta instalasi dan uji coba alat, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga pelaku utama dalam mitigasi risiko. Integrasi teknologi IoT dengan pendekatan sosial berbasis komunitas ini membentuk sistem mitigasi yang adaptif dan berkelanjutan, sejalan dengan prinsip-prinsip CBDRM yang menekankan kemandirian dan ketangguhan lokal.



Gambar 4. Kegiatan di lapangan dalam rangka pra-instalasi alat peringatan dini sinkhole di sekitar Goa Pulejajar, pada 25 Februari 2025

Peningkatan kapasitas mitra merupakan salah satu capaian terpenting dari program ini. Untuk mengukur efektivitas transfer pengetahuan, dilakukan pre-test dan post-test kepada 10 anggota Pokdarwis yang ditugaskan mengikuti pelatihan. Hasil pre-test menunjukkan skor rata-rata 46 dari 100, yang mengindikasikan pengetahuan awal yang sangat terbatas mengenai konsep dasar geologi karst, prinsip kerja sensor, dan mitigasi bencana; setelah pelatihan dan pendampingan, hasil post-test menunjukkan peningkatan skor rata-rata menjadi 84 (Tabel 1). Peningkatan ini membuktikan efektivitas metode pelatihan yang menggabungkan teori di dalam kelas dengan praktik langsung di lapangan. Lebih dari sekadar peningkatan skor, yang lebih esensial adalah tumbuhnya kepercayaan diri dan kemampuan praktis anggota Pokdarwis. Pasca-pendampingan, mereka mampu secara mandiri melakukan pengecekan rutin harian terhadap sistem, membaca indikator pada panel kontrol, dan memahami arti dari setiap notifikasi yang mungkin diterima. Antusiasme yang tinggi selama seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari sosialisasi hingga evaluasi, mencerminkan relevansi program dengan kebutuhan nyata yang mereka rasakan. Kemampuan baru ini menjadi modal dasar bagi keberlanjutan operasional sistem di masa mendatang.

Tabel 1. Peningkatan kapasitas pengetahuan dan keterampilan Mitra terhadap pelatihan dan pendampingan implementasi teknologi tepat guna sistem peringatan dini amblesan karst.

| No. | Nama | Alamat | Pre-Test | Post-Test |
|-----------------|-------------------|-----------|----------|-----------|
| 1. | Yanuri Rahman | Jepitu | 60 | 85 |
| 2. | Ayogo Sukarjito | Jepitu | 50 | 80 |
| 3. | M. Fatah | Jepitu | 60 | 80 |
| 4. | Rahayu Kembarsari | Karanglor | 45 | 75 |
| 5. | Sudarto | Jepitu | 70 | 90 |
| 6. | Subono | Jepitu | 30 | 80 |
| 7. | Sadimin | Pelem | 25 | 85 |
| 8. | Yuniyanto | Jepitu | 45 | 80 |
| 9. | Heri Purnomo | Jepitu | 30 | 90 |
| 10. | Suhendro | Jepitu | 45 | 95 |
| Nilai Rata-rata | | | 46 | 84 |

Evaluasi program yang dilaksanakan melalui Focus Group Discussion (FGD) mengungkap persepsi positif dari para penerima manfaat. Seluruh peserta FGD menyatakan bahwa sistem peringatan dini ini memberikan peningkatan kepercayaan diri terhadap kemungkinan terjadinya bencana amblesan karst terhadap fasilitas vital Reservoir airtanah yang mereka miliki. Kemudahan pengoperasian menjadi salah satu keunggulan yang paling sering disebut; sistem dirancang untuk bekerja secara otomatis dan hanya memerlukan pemantauan minimal. Meskipun demikian, beberapa kendala juga teridentifikasi, seperti kekhawatiran mengenai keberlangsungan pasokan listrik dan kebutuhan untuk kalibrasi sensor dalam jangka panjang. Menindaklanjuti hasil evaluasi ini, dirumuskan beberapa rencana tindak lanjut yang konkret. Pokdarwis Idaman sepakat untuk membentuk tim kecil yang secara khusus bertanggung jawab atas pengawasan dan pemeliharaan sistem, dengan jadwal piket yang jelas. Mereka juga berinisiatif untuk mengalokasikan sebagian kecil dari pendapatan pengambilan air bersih di Goa Pulejajar untuk dana pemeliharaan. Dari sisi teknis, tim pelaksana memberikan rekomendasi untuk penambahan panel surya sebagai sumber energi alternatif di masa depan. Lebih jauh lagi, keberhasilan program ini mendorong Pokdarwis untuk mengadvokasi Pemerintah Kalurahan dan Dinas Pariwisata Kabupaten agar model serupa dapat direplikasi di titik-titik rawan lainnya, serta mengintegrasikan Standar Operasional Prosedur (SOP) EWS ini ke dalam rencana mitigasi bencana desa yang lebih luas. Pembahasan ini menunjukkan bahwa program tidak hanya berhenti pada instalasi alat, tetapi telah memicu proses pemberdayaan dan inisiatif lokal yang berkelanjutan.

5. Kesimpulan

Program pengabdian kepada masyarakat ini mengimplementasi sistem peringatan dini amblesan karst yang inovatif, partisipatif, dan berfungsi secara efektif di sumber air bersih Goa Pulejajar. Sistem yang mengkombinasi deteksi dini berbasis sensor, IoT, dan proteksi fisik modular, terbukti mampu menjadi solusi terhadap potensi bencana amblesan di area ini. Keberhasilan program terletak pada peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri, serta melandasi keberlanjutannya; strategi efektif dalam peningkatan keselamatan dan resiliensi di kawasan karst yang rentan. Namun, dalam menjaga keberlanjutannya tersebut perlu dilakukan kalibrasi dan validasi data sensor secara berkala. Mengingat keberhasilan model ini, sangat direkomendasikan bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan terkait untuk mereplikasi program serupa di area permukiman rawan amblesan lainnya di sepanjang karst Gunung Sewu. Upaya replikasi ini perlu didukung dengan kebijakan yang jelas dan alokasi anggaran untuk memastikan mitigasi bencana menjadi prioritas pembangunan daerah. Selain memberikan manfaat praktis dalam pengurangan risiko bencana, model ini juga memiliki kontribusi ilmiah berupa integrasi teknologi sensor berbasis IoT, proteksi fisik modular, dan pemberdayaan masyarakat lokal yang terbukti efektif dalam meningkatkan kesiapsiagaan serta keandalan sistem peringatan dini. Inovasi TTG ini berpotensi menjadi rujukan replikasi program mitigasi amblesan di tingkat kabupaten maupun nasional.

6. Ucapan Terima Kasih

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah bagian dari Hibah Pengabdian kepada Masyarakat Skema Pemberdayaan Wilayah, pendanaan dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) tahun ke dua dari tiga tahun, dengan nomor Kontrak Pengabdian kepada Masyarakat Nomor 19/SPP/DP2M/PKM/VI/2025, berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 3293/M/06/2024, dan Kontrak Pelaksanaan antara LLDIKTI Wilayah V dengan Universitas AKPRIND Indonesia Nomor 0499.24/LL5-INT/AL/2025. Tim pelaksana juga mengucapkan terima kasih yang tulus kepada seluruh anggota Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Idaman atas partisipasi aktif, antusiasme, dan kerja sama yang luar biasa selama pelaksanaan

program. Apresiasi juga kami sampaikan kepada Pemerintah Kalurahan Jepitu, Kapanewon Girisubo, dan segenap masyarakat yang telah memberikan dukungan penuh.

Daftar Pustaka

- Adji, T. N., Haryono, E., Fatchurohman, H., & Oktama, R. (2017). Spatial and temporal hydrochemistry variations of karst water in Gunung Sewu, Java, Indonesia. *Environmental earth sciences*, 76, 1–16.
- Adji, T. N., Haryono, E., Mujib, A., Fatchurohman, H., & Bahtiar, I. Y. (2019). Assessment of aquifer karstification degree in some karst sites on Java Island, Indonesia. *Carbonates and Evaporites*, 34, 53–66.
- De Waele, J., & Gutiérrez, F. (2022). *Karst hydrogeology, geomorphology and caves*. John Wiley & Sons.
- Fahmi, D. K. N. (2019). Perancangan Early Warning System pada Bencana Alam Berbasis IoT dengan Standalone Global Positioning System. *SinarFe7*, 2(1), 264–269.
- Fan, H., Chen, H., Zhao, D., Zhu, Z., Zhao, Z., Zhu, Y., & Gao, X. (2025). Study on lining water pressure distribution and early warning control standard of in-service karst tunnel. *Rock and Soil Mechanics*, 45(7), 7.
- Gemintang, K. N., Hanatha, F. D., Indriatmoko, T. W., Qurrotu'aeni, W. S., Azis, B. N. L., & Hamdalah, H. (2022). IDENTIFIKASI ZONA RAWAN AMBLESAN BERDASARKAN PARAMETER HVSR DAN GROUND SHEAR STRAIN DI DAERAH GUA PINDUL. *Jurnal Geosaintek*, 8(3), 232–241.
- Haryono, E., Adji, T. N., Cahyadi, A., Widyastuti, M., Listyaningsih, U., & Sulistyowati, E. (2022). Groundwater and livelihood in Gunungsewu karst area, Indonesia. Dalam *Groundwater for Sustainable Livelihoods and Equitable Growth* (hlm. 1–23). CRC Press.
- Kurnia, D., Indra, B., Effendi, R., Rustini, R., Usman, E., & Aulia, A. (2025). Efektivitas Edukasi dan Pelatihan Early Warning System (EWS) untuk Meningkatkan Kesiapsiagaan Tenaga Kesehatan Rumah Sakit. *Jurnal Locus Penelitian dan Pengabdian*, 4(5), 1874–1880.
- Mulyaningsih, S., Rahmawati, N., Rahayu, S. S., Kiswiranti, D., Vienastra, S., Hidayah, R. A., & Suhartono. (2024). *Paten: Sistem Proteksi Amblesan Karst Modular Berbasis Sensor Tekanan*.
- Mulyaningsih, S., Rahmawati, N., Suhartono, S., & Vienastra, S. (2024). *Laporan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 1: Pemberdayaan Wilayah Pantai Selatan DIY Menuju Transformasi Kota Wisata dengan Aglomerasi Ekonomi Biru*.
- Pamungkas, T. P., Andriani, R., Akbara, A. W., & Samudra, Y. S. (2022). Sistem Informasi Early Warning System berbasis Website. *Intechno Journal: Information Technology Journal*, 4(2), 68–74.
- Parno, P. (2018). *Gunung Sewu UNESCO global geopark* (hlm. 75). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.
- Pemkal Jepitu Kapanewon Girisubo Kab. Gunungkidul. (2024). *LAPORAN PENYELENGGARAAN PEMERINTAHAN DESA KEPALA DESA KEPADA KEPALA DAERAH*.
- Rahmawati, S. A. (2025). SISTEM EARLY WARNING BERBASIS ELEKTRONIKA UNTUK MITIGASI BENCANA ALAM. *Jurnal Ilmu Sains dan Teknologi*, 1(2), 90–97.
- Reinhart, H., & Rifani, A. (2021). Water quality of Pulejajar Underground River, Karst of Gunung Sewu as the basis of karst management. *Sustainability (STPP) Theory, Practice and Policy*, 1(1), 77–94.
- Riyanto, I. A., Widyastuti, M., Cahyadi, A., Agniy, R. F., & Adji, T. N. (2020). Groundwater management based on vulnerability to contamination in the tropical karst region of Guntur Spring, Gunungsewu Karst, Java Island, Indonesia. *Environmental Processes*, 7(4), 1277–1302.

- Rodhi, A., Indrajaya, E., Prasetyadi, C., Setiawan, J., & Pratiknyo, P. (2016). *Fractures Control of Groundwater Aquifer Configuration at Baturagung Volcanic Range, A Potential New Geosite of Gunung Sewu Geopark*.
- Suherningtyas, I. A., Pitoyo, A. J., & Widayani, P. (2024). Spatial Analysis of the Economic Resilience Index during COVID-19 in the Marginal Land of the Gunungsewu Karst Area, Gunungkidul, Indonesia. *International Journal of Geoinformatics*, 20(8).
- Sujadi, H., Susandi, D., & Rohmanudin, W. (2020). Pemanfaatan Internet Of Things Dalam Sistem Peringatan Dini Pada Smart Village. *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, 3(1), 29–37.
- Tjia, H. (2013). Morphostructural Development of Gunungsewu Karst, Jawa Island Perkembangan Morfostruktur Kars Gunungsewu di Pulau Jawa. *Indonesian Journal of Geology*, 8(2), 75–88.
- Yeh, T.-K., Lee, T.-Y., Lee, I.-H., Yen, J.-Y., & Ni, C.-F. (2025). Applying precise point positioning method and multiple sensors to monitor the land subsidence in Taiwan. *Land Surface and Cryosphere Remote Sensing V*, 13263, 68–73.
- Yunus, A. Y., Ahmad, S. N., Latief, R., Mulfiyanti, D., Badrun, B., Syarif, M., Rachman, R. M., Sya'ban, A. R., Wulansari, I., & Aryadi, A. (2024a). *Bencana alam dan manajemen risiko bencana*. Tohar Media.
- Yunus, A. Y., Ahmad, S. N., Latief, R., Mulfiyanti, D., Badrun, B., Syarif, M., Rachman, R. M., Sya'ban, A. R., Wulansari, I., & Aryadi, A. (2024b). *Bencana alam dan manajemen risiko bencana*. Tohar Media.

Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman Pada DKM Al-Furqon Sebagai Upaya Digitalisasi Layanan Masyarakat

Cecep Muhamad Sidik Ramdani^{1)*}, Yuki Rizki Adam Nugraha²⁾, Irfan Nafis Sjamsuddin³⁾, Galih Rahmat Jatnika⁴⁾, Hendar Nuryaman⁵⁾, Fauzan Alif Salsabil⁶⁾, Nizar Fathun Nazar⁷⁾

^{1,2,3,6,7)} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi

⁴⁾ Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi

⁵⁾ Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi

^{1,2,3,4,5,6,7)} Jl Siliwangi No. 24, Tasikmalaya, 46115, Indonesia

Email: cecepmuhamad@unsil.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pelayanan publik berbasis masyarakat. Salah satu bentuk implementasi yang penting adalah digitalisasi layanan pengelolaan pemakaman, yang sebelumnya dilakukan secara manual melalui pencatatan buku atau dokumen sederhana. Proses manual tersebut sering menimbulkan permasalahan seperti duplikasi data, keterlambatan dalam pencarian informasi, serta keterbatasan akses data oleh pihak yang berkepentingan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman pada DKM Al-Furqon sebagai bentuk transformasi digital untuk meningkatkan kualitas pelayanan masyarakat. Metode pengembangan sistem yang digunakan mengacu pada pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem informasi ini mampu memfasilitasi pengelolaan data makam, pendaftaran pemakaman baru, pencarian lokasi makam, hingga penyajian laporan yang lebih akurat dan cepat. Selain itu, sistem ini juga memberikan transparansi bagi masyarakat dalam memperoleh informasi terkait status ketersediaan lahan dan administrasi pemakaman. Implementasi sistem informasi ini sejalan dengan upaya pemerintah dalam mendorong transformasi digital di sektor pelayanan publik dan mendukung tercapainya efisiensi serta akuntabilitas pengelolaan data berbasis komunitas (Kementerian Kominfo RI, 2021). Secara keseluruhan, penerapan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman di DKM Al-Furqon tidak hanya memperbaiki efisiensi administrasi, tetapi juga memberikan nilai tambah berupa peningkatan kualitas pelayanan, kemudahan akses informasi, serta mendukung gerakan digitalisasi layanan masyarakat.

Kata Kunci: digitalisasi, pelayanan masyarakat, pemakaman, sistem informasi.

ABSTRACT

The development of information technology has had a significant impact on various aspects of life, including community-based public services. One important implementation is the digitization of cemetery management services, which were previously carried out manually through bookkeeping or simple documents. This manual process often creates problems such as data duplication, delays in information retrieval, and limited data access by stakeholders. Therefore, this study aims to implement a cemetery management information system at the Al-Furqon Community Service Center (DKM Al-Furqon) as a form of digital transformation to improve the quality of public services. The system development method used refers to the System Development Life Cycle (SDLC) approach, with stages of needs analysis, design, implementation, and testing. The implementation results indicate that this information system is able to facilitate cemetery data management, new cemetery registration, grave location searches, and the presentation of more accurate and faster reports. Furthermore, this system also provides transparency for the public in obtaining information regarding land availability status and cemetery administration. The implementation of this information system aligns with the government's efforts to encourage digital transformation in the public service sector and support the achievement of efficiency and accountability in community-based data management (Ministry of

Communication and Information of the Republic of Indonesia, 2021). Overall, the implementation of a cemetery management information system at the Al-Furqon Community Health Center (DKM Al-Furqon) not only improves administrative efficiency but also provides added value in the form of improved service quality, easier access to information, and supports the digitalization of public services.

Keywords: cemetery, digitalization, information system, public services.

1. Pendahuluan

Transformasi digital saat ini menjadi sebuah kebutuhan mendesak dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik, termasuk dalam lingkup pelayanan sosial-keagamaan. Teknologi informasi telah terbukti mampu membantu organisasi dalam mempercepat proses administrasi, meningkatkan efisiensi operasional, dan menyajikan informasi secara transparan dan akurat (Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2021; Nugroho, 2020). Namun, di banyak komunitas berbasis masyarakat, khususnya lingkungan masjid, pemanfaatan teknologi masih sangat terbatas dan belum optimal.

DKM (Dewan Kemakmuran Masjid) Al-Furqon merupakan lembaga sosial keagamaan yang berada di wilayah Kelurahan Kahuripan, Kecamatan Tawang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Wilayah ini termasuk dalam kawasan penyangga ibu kota Tasikmalaya yang mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat. Dengan jumlah penduduk yang terus meningkat, kebutuhan akan pelayanan sosial seperti pengurusan jenazah dan pemakaman juga semakin tinggi (Purnama & Handayani, 2021; Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2023). DKM Al-Furqon telah dipercaya masyarakat untuk mengelola salah satu tempat pemakaman umum (TPU) lokal, yang menjadi rujukan utama bagi warga sekitar dalam proses pemakaman.

Namun, berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara langsung dengan pengurus DKM, pengelolaan pemakaman masih dilakukan secara konvensional. Data jenazah dicatat secara manual di buku besar, lokasi makam hanya ditandai dengan peta gambar tangan, dan tidak ada sistem yang memetakan atau merekam data secara digital. Hal ini menimbulkan sejumlah permasalahan, seperti sulitnya melacak data jenazah atau lokasi makam tertentu, tumpang tindih lahan makam karena tidak adanya sistem penomoran atau pemetaan digital, potensi kehilangan data akibat kerusakan arsip fisik, serta kurangnya transparansi dan akuntabilitas dalam pelayanan pemakaman (Sari & Fathoni, 2021; Santoso & Firmansyah, 2022).

Dalam kondisi darurat saat kematian terjadi, kecepatan dan akurasi layanan menjadi krusial. Sistem manual yang lamban dan tidak terorganisir menimbulkan ketidakefisienan yang berdampak langsung kepada masyarakat yang sedang mengalami musibah (Syahputra, 2020). Di sisi lain, masyarakat semakin terbuka dan akrab dengan penggunaan teknologi digital, baik melalui perangkat mobile maupun aplikasi berbasis web. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman menjadi sangat relevan dan kontekstual untuk diterapkan di lingkungan DKM seperti Al-Furqon (Kurniawan, 2022).

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi di tempat mitra maka tujuan dari kegiatan pengabdian ini yaitu mengimplementasikan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman pada DKM Al-Furqon sebagai bagian dari upaya digitalisasi layanan masyarakat. Pengabdian ini memiliki keunikan tersendiri karena di daerah tempat mitra belum pernah ada pengelolaan tempat pemakaman secara terkomputerisasi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Informasi

Sistem Informasi merupakan serangkaian komponen berupa manusia, prosedur, data, dan teknologi (seperti komputer) yang digunakan untuk melakukan sebuah proses untuk menghasilkan informasi yang bernilai untuk pengambilan keputusan. (Bonnie Soeherman dalam Raharjo, Bambang Gito, dkk., 2010). Menurut Asti Widayati, dkk., dalam Rika Fitri, Raden Ajeng, dkk. (2011) Sistem

informasi merupakan satuan komponen yang saling berhubungan yang mengumpulkan (atau mendapatkan kembali), memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dan kendali dalam suatu organisasi.

2.2.Tempat Pemakaman

Tempat pemakaman adalah area atau lahan yang secara khusus diperuntukkan bagi kegiatan pemakaman jenazah, baik yang dikelola oleh pemerintah, lembaga keagamaan, maupun pihak swasta. Dalam konteks sosial, tempat pemakaman berfungsi sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dalam menghormati dan menangani jenazah sesuai dengan norma agama, budaya, dan hukum yang berlaku. Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2009 tentang Pedoman Penyelenggaraan Tempat Pemakaman Umum, tempat pemakaman umum adalah lahan yang diperuntukkan bagi masyarakat untuk keperluan pemakaman, yang pengelolaannya dilakukan oleh pemerintah daerah atau pihak lain yang diberi kewenangan.

Selain itu, dalam perspektif akademik, pemakaman dipandang sebagai bagian dari infrastruktur sosial yang penting karena mencerminkan praktik budaya, tradisi keagamaan, dan tata kelola masyarakat dalam mengatur ruang publik (Rugg, 2000). Dengan demikian, tempat pemakaman bukan hanya sekadar lahan fisik untuk penguburan, melainkan juga bagian dari sistem sosial, budaya, dan spiritual masyarakat yang membutuhkan tata kelola yang baik agar dapat berfungsi secara optimal.

2.3.Digitalisasi Layanan Masyarakat

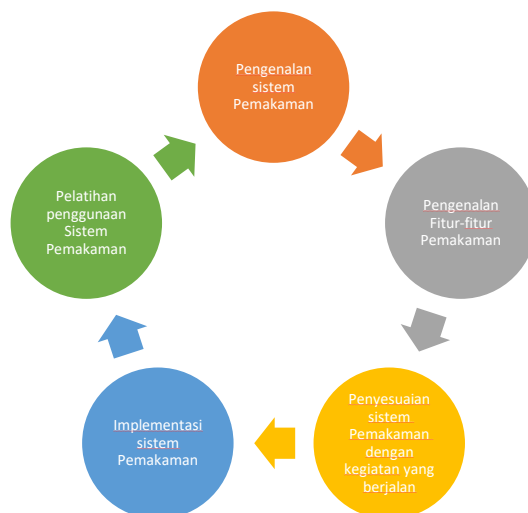
Digitalisasi layanan masyarakat adalah proses pemanfaatan teknologi digital untuk mengubah, memperbaiki, dan mempermudah sistem pelayanan publik yang sebelumnya dilakukan secara manual menjadi berbasis elektronik atau digital. Digitalisasi ini tidak hanya mencakup proses alih media dari dokumen fisik ke bentuk digital, tetapi juga mencakup transformasi model pelayanan agar lebih cepat, transparan, efisien, dan mudah diakses oleh masyarakat (Ndou, 2004).

Dalam konteks administrasi publik, digitalisasi layanan masyarakat merupakan bagian dari e-government yang bertujuan meningkatkan kualitas layanan pemerintah kepada masyarakat melalui penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIC). Hal ini mencakup berbagai aspek seperti pelayanan administrasi kependudukan, perpajakan, kesehatan, pendidikan, hingga pengelolaan fasilitas umum. Menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (2021), digitalisasi pelayanan publik di Indonesia merupakan strategi utama dalam transformasi digital nasional untuk mendukung efektivitas birokrasi, transparansi, serta partisipasi aktif masyarakat dalam proses pemerintahan.

Dengan demikian, digitalisasi layanan masyarakat dapat dipahami sebagai langkah strategis dalam memodernisasi pelayanan publik agar lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi serta mampu memenuhi tuntutan masyarakat akan pelayanan yang cepat, mudah, dan akuntabel.

3. Metodologi Pelaksanaan Kegiatan

Berdasarkan permasalahan mitra, metodologi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis melalui tahapan sosialisasi, pelatihan teknis, penerapan teknologi, serta pendampingan berkelanjutan, sehingga pendekatan dalam skema Program Penerapan Iptek Kepada Masyarakat (PbM-PPIM) diwujudkan dalam bentuk sosialisasi, praktik, dan pendampingan.



Gambar 1. Metodologi Pelaksanaan Kegiatan
Sumber: (Tahapan Pengabdian Penulis)

Tahapan kegiatan yang akan dilakukan pada program ini meliputi:

a. Tahap Sosialisasi.

Kegiatan awal berupa sosialisasi program kepada pengurus DKM Al-Furqon dan tokoh masyarakat setempat. Pada tahap ini diperkenalkan latar belakang, tujuan, manfaat, serta komitmen partisipasi mitra dalam implementasi sistem informasi pengelolaan pemakaman. Kegiatan sosialisasi ini dihadiri oleh 15 orang pengurus DKM dengan durasi waktu 120 menit. Adapun tempat sosialisasi dilaksanakan di mesjid DKM Al-furqon. Peserta sosialisasi sangat antusias dalam menyimak semua pemaparan dari tim pengabdian.

b. Tahap Pelatihan.

Pelatihan teknis diberikan kepada pengurus DKM mengenai penggunaan sistem, meliputi penginputan data jenazah, pengelolaan database, pemanfaatan peta digital, serta pemeliharaan data. Kegiatan pelatihan ini dihadiri oleh 15 orang pengurus DKM dengan durasi waktu 120 menit. Adapun tempat sosialisasi dilaksanakan di mesjid DKM Al-furqon. Peserta pelatihan dituntut untuk menguasai sistem sepenuhnya sesuai dengan tugas dari masing-masing panitia.

c. Tahap Penerapan Teknologi.

Implementasi sistem dilakukan melalui instalasi perangkat lunak, migrasi data manual ke sistem digital, serta uji coba langsung bersama pengurus DKM untuk memastikan fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan.

d. Tahap Pendampingan dan Evaluasi.

Tim pengabdian melakukan pendampingan intensif serta evaluasi berkala terkait pemanfaatan sistem, memberikan solusi atas kendala teknis, dan menyempurnakan sistem berdasarkan masukan mitra.

e. Tahap Keberlanjutan Program.

Sebagai upaya menjaga kesinambungan, dilakukan penyerahan dokumentasi sistem, penyusunan SOP, pelatihan SDM cadangan, serta pembentukan tim pengelola IT internal di lingkungan DKM.

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman yang dikembangkan dilengkapi dengan beberapa menu yang disesuaikan dengan hak akses pengguna. Pada level administrator, tersedia bagian

beranda, bagian pengolahan data jenazah, bagian pengolahan data blok makam, bagian pemesanan lahan, serta bagian dashboard yang menampilkan keseluruhan aktivitas sistem. Fitur-fitur ini memungkinkan admin untuk melakukan input data, mengelola informasi pemakaman secara digital, hingga melakukan pemetaan lokasi makam agar lebih terstruktur.

Sementara itu, hak akses untuk pengguna umum (*user*) difokuskan pada kebutuhan informasi. Menu yang tersedia meliputi beranda untuk menampilkan informasi umum, menu daftar pemakaman untuk melihat data yang sudah terdigitalisasi, menu pemesanan untuk mengetahui ketersediaan lahan makam, serta menu galeri sebagai media dokumentasi visual. Dengan pembagian hak akses ini, sistem tidak hanya mempermudah tugas pengurus DKM dalam mengelola data, tetapi juga memberikan transparansi dan akses informasi yang lebih terbuka bagi masyarakat.

4.1. Arsitektur Aplikasi

Gambaran rancangan arsitektur aplikasi yang dikembangkan serta alur data pada sistem pengelolaan tempat pemakaman dengan melibatkan pengguna yang berinteraksi dengan sistem dapat dilihat pada gambar 2.



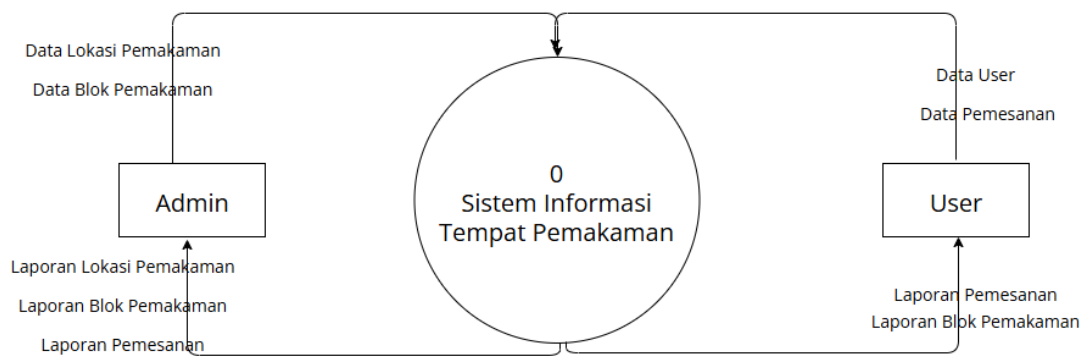
Gambar 2. Arsitektur Aplikasi
Sumber: (Dokumentasi Arsitektur Aplikasi Penulis)

4.2. Pemodelan Fungsional

Konsep yang dikembangkan dalam membuat sistem lebih difokuskan pada perancangan sistem. Adapun pemodelan fungsional disusun dalam bentuk diagram alir data (*Data Flow Diagram*)

4.2.1. Diagram Konteks

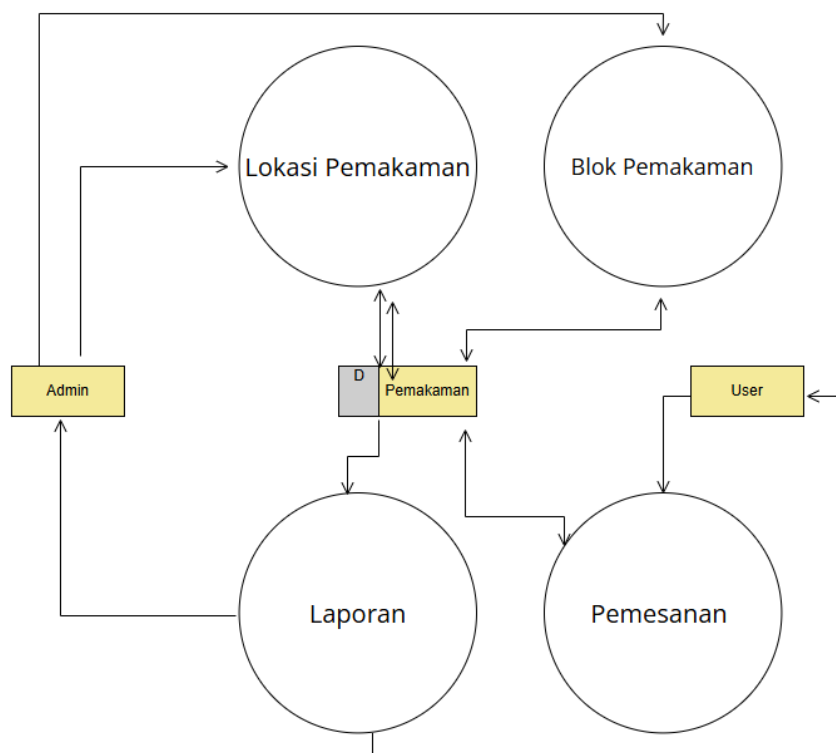
Diagram konteks pada perancangan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman terbagi menjadi dua hak akses yaitu, user, dan administrator. Hak akses user yaitu mengirimkan data user, data pemesanan, serta menerima laporan pemesanan dan blok pemakaman. Sedangkan Administrator mempunyai kendali penuh terhadap sistem. Gambaran diagram konteks pada perancangan sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Konteks

4.2.2. Diagram Alir Data

Diagram alir data disebut juga sebagai model proses. Model proses ini merupakan sebuah teknik analisis untuk mengolah aliran data mulai dari *input* data kedalam suatu sistem dan di simpan dalam sebuah basis data, kemudian data tersebut akan ditampilkan dan ke dalam suatu *output* berupa informasi. Pemodelan ini mempunyai konsep yang sangat sederhana terdiri dari empat komponen atau simbol, diantaranya proses, aliran data, entitas dan basis data. Diagram alir data dimanfaatkan untuk merepresentasikan konsep yang telah diterapkan oleh sistem secara visual. Diagram alir data sangat mudah dipahami karena mengandung gambar atau diagram, dibandingkan dengan membaca deskripsi sistem secara tekstual. Diagram alir data sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Data Level 1

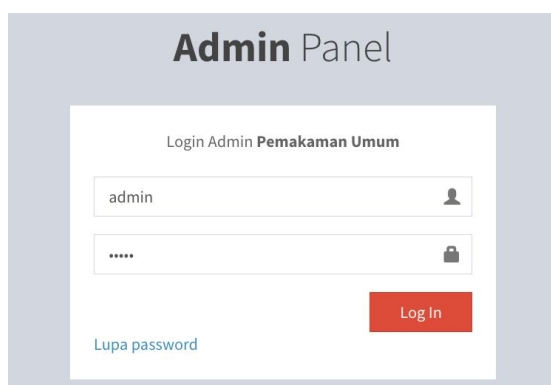
4.3. Implementasi Sistem Informasi

Tahap implementasi sistem informasi memanfaatkan beberapa bahasa pemrograman seperti bahasa pemrograman PHP, CSS, Javascript dan HTML untuk pengembangan sistem informasi Pemakaman DKM Al-Furqon.

4.3.1. Tampilan Aplikasi

Tampilan aplikasi adalah bagian dari sistem informasi yang berinteraksi langsung dengan pengguna, baik itu admin, petugas, maupun masyarakat. Tujuan utamanya adalah menyajikan data, fungsi, dan fitur sistem secara visual dan mudah digunakan, sehingga pengguna dapat mengelola, mencari, atau memperbarui informasi tanpa kesulitan teknis. Berikut ini merupakan tampilan dari sistem informasi yang telah dikembangkan:

a. Halaman Login

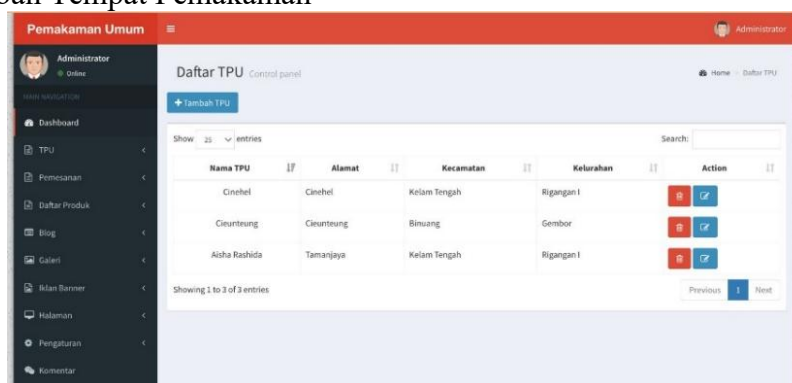


Gambar 5. Tampilan *login* Admin

Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar di atas menampilkan halaman login untuk admin yang telah dirancang sebagai pintu masuk sistem informasi pengelolaan pemakaman.

b. Halaman Tambah Tempat Pemakaman

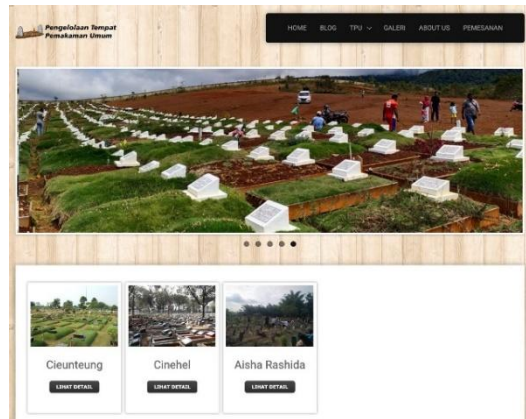


Gambar 6. Tampilan menambahkan tempat pemakaman

Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar di atas merupakan tampilan halaman tambah tempat pemakaman yang digunakan admin untuk menginputkan data pemakaman secara digital ke dalam sistem.

c. Halaman Daftar Tempat Pemakaman



Gambar 7. Tampilan Daftar Tempat Pemakaman
Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar dari halaman daftar tempat pemakaman yang menyajikan data pemakaman secara terstruktur dan dapat diakses melalui sistem.

d. Halaman Input Pemesanan

Gambar 8. Tampilan Input Pemesanan
Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

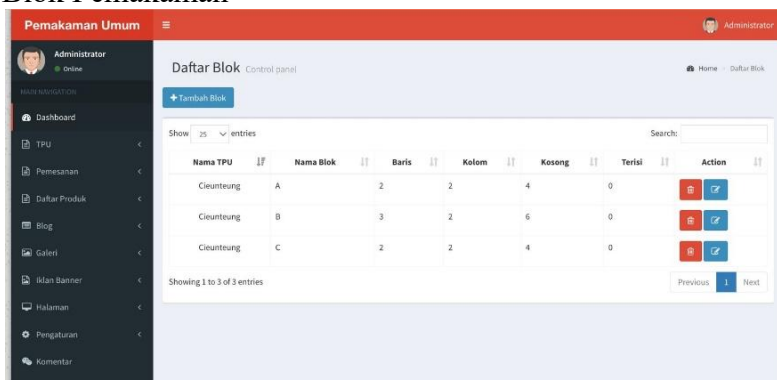
Tampilan dari halaman input pemesanan yang digunakan untuk memasukkan data pemesanan lahan pemakaman ke dalam sistem.

e. Halaman Daftar Pemesanan

Gambar 9. Tampilan Daftar Pemesan
Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar di atas merupakan tampilan halaman daftar pemesanan yang menampilkan seluruh data pemesanan lahan pemakaman yang telah diinputkan ke dalam sistem.

f. Halaman Input Blok Pemakaman



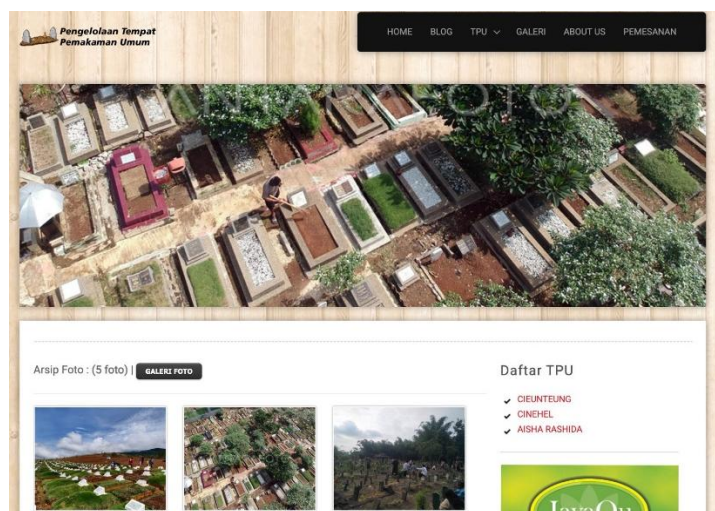
| Nama TPU | Nama Blok | Baris | Kolom | Kandang | Terisi | Action |
|------------|-----------|-------|-------|---------|--------|-----------------|
| Cieunteung | A | 2 | 2 | 4 | 0 | [Edit] [Delete] |
| Cieunteung | B | 3 | 2 | 6 | 0 | [Edit] [Delete] |
| Cieunteung | C | 2 | 2 | 4 | 0 | [Edit] [Delete] |

Gambar 10. Tampilan Input Blok Pemakaman

Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar di atas merupakan tampilan halaman input blok pemakaman yang berfungsi untuk menambahkan data blok makam agar tertata lebih sistematis dalam sistem.

g. Halaman Galeri



Gambar 11. Tampilan Galeri

Sumber: (Capture Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman)

Gambar dari halaman galeri pemakaman yang digunakan untuk menampilkan dokumentasi visual area pemakaman secara digital.

4.4. Pembahasan dan Evaluasi

Sistem pengelolaan tempat pemakaman ini dilakukan proses sosialisasi kepada pengguna atau masyarakat sebagai langkah awal untuk keberhasilan dari pengabdian. Sistem ini dapat menjadi media transparansi antara masyarakat dengan pengurus DKM serta dapat meningkatkan kapasitas suatu layanan untuk pengembangan sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman secara luas. Implementasi sistem informasi pengelolaan tempat pemakaman pada DKM Al-Furqon menunjukkan hasil yang positif dalam aspek teknis, manajerial, dan sosial. Berdasarkan hasil observasi, wawancara, serta uji coba lapangan, sistem yang dikembangkan mampu mengubah proses administrasi

pemakaman dari pencatatan manual menjadi digital secara efektif. Pengurus DKM melaporkan bahwa proses pencarian data jenazah dan penentuan lokasi makam kini dapat dilakukan dengan waktu rata-rata kurang dari 2 menit, jauh lebih efisien dibandingkan sebelumnya yang memerlukan pencarian fisik di buku catatan dan peta manual.

Selama pelaksanaan kegiatan, mitra (DKM Al-Furqon) berperan aktif mulai dari tahap sosialisasi, pelatihan, hingga pendampingan. Pengurus DKM secara konsisten memberikan umpan balik terhadap desain antarmuka, struktur data, serta fitur sistem yang dibutuhkan, seperti menu pemesanan lahan dan peta blok makam. Partisipasi aktif ini menjadi faktor utama keberhasilan program karena kebutuhan riil di lapangan dapat diakomodasi secara langsung oleh tim pengabdian. Selain itu, pengurus DKM telah membentuk tim kecil pengelola sistem yang terdiri dari tiga orang staf administrasi masjid untuk memastikan keberlanjutan operasional sistem setelah masa pendampingan berakhir.

Respon masyarakat terhadap implementasi sistem sangat positif. Berdasarkan hasil wawancara dengan perwakilan warga sekitar dan keluarga ahli waris, 87% responden menyatakan bahwa sistem ini membantu mereka memperoleh informasi ketersediaan lahan dan status makam dengan lebih cepat dan transparan. Masyarakat juga menilai tampilan sistem cukup mudah digunakan, terutama pada fitur pencarian jenazah dan galeri digital pemakaman. Beberapa warga mengusulkan penambahan fitur notifikasi pemeliharaan makam dan layanan pembayaran iuran pemakaman secara daring, menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan dan antusiasme terhadap sistem cukup tinggi.

Pada bulan pertama pasca implementasi, tercatat 100% proses pendaftaran pemakaman baru telah menggunakan sistem digital. Data yang sebelumnya masih tersimpan di buku catatan telah berhasil dimigrasikan seluruhnya ke dalam sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah teradopsi secara penuh dan menjadi bagian dari proses operasional rutin DKM. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini dinilai berhasil mencapai tujuannya, yakni meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akurasi pengelolaan pemakaman berbasis teknologi informasi. Keberhasilan juga diukur melalui empat indikator utama:

- 1) Efisiensi operasional: waktu pencatatan dan pencarian data berkurang secara signifikan.
- 2) Kualitas layanan: peningkatan kepuasan masyarakat terhadap layanan DKM (berdasarkan kuesioner sederhana).
- 3) Kapasitas SDM mitra: pengurus DKM telah menguasai penggunaan sistem dengan baik melalui pelatihan dan pendampingan langsung.
- 4) Keberlanjutan: telah dibentuk tim pengelola IT internal dan SOP penggunaan sistem untuk memastikan keberlangsungan pemanfaatan aplikasi.

Dengan demikian, hasil evaluasi dapat terlihat sebagai bentuk kegiatan pengabdian yang tidak hanya berdampak pada modernisasi tata kelola administrasi pemakaman, tetapi juga memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap DKM sebagai lembaga yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Penerapan sistem informasi ini dapat menjadi model penerapan digitalisasi layanan sosial-keagamaan di wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Tempat Pemakaman pada DKM Al-Furqon telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu mewujudkan digitalisasi layanan sosial-keagamaan berbasis komunitas. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi administrasi, mempercepat pencarian data, serta meningkatkan transparansi layanan kepada masyarakat. Keterlibatan mitra, yakni pengurus DKM Al-Furqon, menjadi faktor kunci keberhasilan kegiatan ini. Mitra berperan aktif sejak tahap perancangan hingga pendampingan, sehingga sistem yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan operasional di

lapangan. Respon masyarakat pun menunjukkan penerimaan yang tinggi, ditandai dengan meningkatnya partisipasi dan tingkat kepuasan terhadap layanan pemakaman yang kini lebih cepat dan akuntabel. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah terintegrasi secara penuh dalam operasional DKM. Evaluasi keberhasilan kegiatan ini juga memperlihatkan peningkatan signifikan pada empat aspek utama: efisiensi waktu, kualitas layanan, peningkatan kapasitas SDM, serta keberlanjutan program. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berdampak pada peningkatan tata kelola administrasi pemakaman, tetapi juga menjadi contoh konkret penerapan transformasi digital di lingkungan sosial-keagamaan. Model penerapan ini dapat direplikasi oleh DKM atau lembaga serupa sebagai langkah strategis menuju pengelolaan layanan masyarakat yang lebih modern, efektif, dan transparan.

5.2.Saran

Hasil pengabdian ini masih perlu peningkatan baik dari segi konsep maupun fitur. Oleh karena itu, untuk kegiatan pengabdian kedepannya disarankan menambahkan fitur bukan hanya pengelolaan tempat pemakaman saja tetapi ke pengelolaan administrasi secara komprehensif seperti tabungan, penentuan tempat pembelian hewan kurban, dll. Dengan menambahkan fitur tersebut diharapkan dapat memberikan manfaat dan pengetahuan lebih kepada mitra maupun kepada masyarakat terkait penerapan teknologi serta sebagai media layanan kepada masyarakat.

6. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. (2023). *Kecamatan Bojongloa Kaler dalam angka 2023*. Bandung: BPS Kota Bandung.
- Irawan, A., & Prasetyo, L. (2021). Pemetaan lokasi makam berbasis sistem informasi geografis. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SENASIF)*, 5(2), 145–150.
- Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2009 tentang Pedoman Penyelenggaraan Tempat Pemakaman Umum*. Jakarta: Kemendagri RI.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2021). *Strategi nasional transformasi digital*. Jakarta: Kominfo RI.
- Kurniawan, D. (2022). Model pengembangan sistem informasi berbasis masyarakat untuk pelayanan sosial. *Jurnal Teknik Informatika*, 11(4), 55–62.
- Nugroho, A. (2020). Penerapan sistem informasi pemakaman umum berbasis web pada Kecamatan XYZ. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 9(2), 102–110.
- Purnama, H., & Handayani, R. (2021). Sistem informasi geografis untuk manajemen makam berbasis web. *Jurnal Geomatika dan Geospasial*, 6(1), 45–52.
- Santoso, D., & Firmansyah, M. (2022). Penerapan teknologi informasi untuk pengelolaan administrasi masjid. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 10(1), 78–84.
- Sari, R. I., & Fathoni, M. A. (2021). Sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan data sosial masjid. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(3), 213–220.
- Syahputra, M. (2020). Digitalisasi layanan sosial berbasis komunitas: Studi pada pengelolaan pemakaman. *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*, 7(2), 144–150.
- Wahyudi, M. S. (2021). Analisis kesiapan masyarakat dalam menerapkan teknologi informasi di layanan sosial. *Jurnal Sosioteknologi*, 19(2), 103–110.

Inovasi Teknologi pada Proses Produksi Makanan Olahan Tradisional

Elanjati Worldailmi^{1)*}, Tri Lestari Wahyuning Utami²⁾, Muhammad Dava Aji³⁾, Manik Purbo Ulung⁴⁾, Ichwan⁵⁾

^{1,3,4,5)} Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

²⁾ Program Studi Bisnis Digital, Universitas Islam Indonesia

^{1,2,3,4,5)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

Email: elanjati.worldailmi@uii.ac.id

ABSTRAK

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk membantu UMKM Makanan XYZ dalam meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas produk gethuk goreng madu. Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah keterbatasan teknologi produksi, khususnya pada proses penggilingan adonan yang masih dilakukan secara manual sehingga memakan waktu lama, hasil giling tidak seragam, dan menimbulkan kelelahan pekerja. Metode yang digunakan meliputi observasi, Focus Group Discussion (FGD), perancangan, pembuatan, hingga implementasi mesin penggiling adonan berbasis listrik dengan memperhatikan aspek ergonomi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa mesin penggiling yang dihasilkan mampu meningkatkan efisiensi waktu produksi, kualitas hasil gilingan lebih merata, serta mengurangi beban kerja pekerja. Selain itu, dilakukan pelatihan pengoperasian dan perawatan mesin agar mitra dapat memanfaatkan teknologi secara optimal. Program ini membuktikan bahwa penerapan teknologi tepat guna dapat meningkatkan daya saing UMKM sekaligus mendukung pelestarian kuliner tradisional.

Kata kunci: efisiensi produksi, ergonomi, teknologi tepat guna, UMKM

ABSTRACT

This community service program was carried out to assist XYZ MSME in improving production capacity and product quality of Gethuk Goreng Madu. The main problem faced by the partner was the limited production technology, particularly in the dough grinding process, which was still done manually, resulting in long processing times, inconsistent output, and worker fatigue. The methods used included observation, Focus Group Discussions (FGD), design, manufacturing, and implementation of an electric-based dough grinding machine with ergonomic considerations. The results showed that the machine significantly improved production efficiency, produced more uniform dough, and reduced workers' physical workload. In addition, training on machine operation and maintenance was provided to ensure optimal utilization. This program demonstrates that the application of appropriate technology can enhance the competitiveness of MSMEs while supporting the preservation of traditional culinary heritage.

Keywords: appropriate technology, ergonomics, MSMEs, production efficiency

1. Pendahuluan

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran vital dalam mendorong kemajuan suatu negara karena berkontribusi signifikan dalam menyokong perekonomian nasional. Berdasarkan data terbaru dari Kementerian Koperasi dan UKM, jumlah UMKM di Indonesia pada tahun 2024 mencapai lebih dari 65 juta unit yang tersebar di berbagai sektor, termasuk kuliner, fashion, kerajinan tangan, hingga teknologi digital (Indonesia.go.id, 2024). UMKM menyumbang sekitar 61,07% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional dan menyerap tenaga kerja hingga 97% dari total angkatan kerja. Salah satu sektor UMKM yang berkembang pesat adalah UMKM makanan, yang

berdasarkan teori klasifikasi industri makanan oleh Kotler dan Armstrong (2018), merupakan industri yang mengolah bahan baku menjadi produk siap konsumsi dengan nilai tambah yang tinggi. UMKM makanan tidak hanya berperan dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat, tetapi juga menjadi wadah pelestarian kuliner tradisional dan pemberdayaan ekonomi lokal.

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) XYZ didirikan pada tahun 2015 di Dusun Plalangan Kalurahan Pandowoharjo, Kapanewon Sleman Kabupaten Sleman oleh Ibu Nurwidiyah. Produk utama UMKM ini adalah makanan khas tradisional Gethuk Goreng Madu. Produk kuliner ini menjadi salah satu potensi Kalurahan Pandowoharjo yang paling diminati oleh pengunjung atau wisatawan yang berkunjung ke desa ini dalam rangka wisata atau studi tiru di Pemerintah Kalurahan Pandowoharjo. Strategi pemasaran produk ini antara lain dengan menggunakan sosial media dan membangun jejaring kerjasama pemasaran dengan Badan Usaha Milik Desa (BuMDes) Pandowoharjo serta para *resseler* kuliner. Di samping itu, kegiatan Ekspo/Pameran yang difasilitasi oleh pemerintah kalurahan maupun Instansi pemerintah lainnya juga menjadi media produk ini dipasarkan. Produk makanan ini telah dipasarkan di wilayah Jogja dan sekitarnya bahkan juga sampai ke kota-kota di luar jogja maupun di luar pulau Jawa.



Gambar 1. Lokasi Mitra UMKM

Gethuk Goreng Madu merupakan salah satu inovasi dalam kategori UMKM makanan yang menarik untuk dikaji. Produk ini merupakan pengembangan dari gethuk goreng tradisional yang selama ini identik dengan kawasan Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah sebagai pusat produksi dan konsumsinya. Inovasi jenis makanan ini terletak pada penggunaan ubi madu sebagai bahan dasar utama, yang menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan cita rasa yang lebih khas dibandingkan gethuk goreng konvensional. Keunggulan ini memberikan potensi diferensiasi produk yang dapat meningkatkan daya saing di pasar kuliner tradisional. Produk makanan ini ditunjukkan oleh gambar 2.

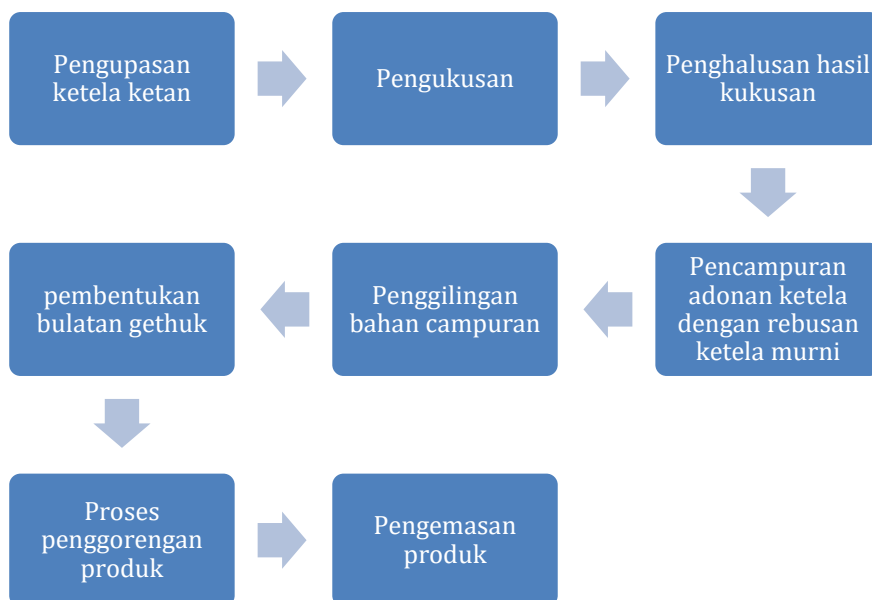


Gambar 2. Produk Gethuk Goreng Madu

Produk makanan ini berbahan baku ketela/singkong ketan pilihan yang dihasilkan dari budi daya pemilik UMKM sendiri dan masyarakat sekitar. Proses produksi makanan ini dapat digambarkan pada gambar 3. Dari proses produksi UMKM ini, masalah utama ada pada keterbatasan teknologi mesin produk yaitu mesin penggiling adonan ketela. Ini ditunjukkan pada alur kelima dari Gambar 4 yaitu Bagan Proses Produksi. Selama ini proses penggilingan dilakukan secara manual dengan menggunakan alat penggiling daging yang mengandalkan tenaga manusia. Tentu saja hal ini memperlambat proses produksi dan memakan waktu yang lebih lama. Satu adonan berukuran 5 kg membutuhkan waktu lebih dari 1 sampai dengan 2 jam. Selain memakan waktu, proses pencampuran dan penggilingan adonan tidak maksimal dan tidak merata. Mesin penggiling dapat mempengaruhi kualitas makanan, kecepatan waktu proses, dan kapasitas produksi (Harisudin et al., 2023). Diagram pembuatan makanan ini ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 3. Langkah Produksi Gethuk Goreng Madu



Gambar 4. Diagram Pembuatan Makanan

Namun demikian, UMKM XYZ menghadapi beberapa tantangan fundamental yang menghambat pengembangan bisnisnya. Proses pembuatan yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan inkonsistensi kualitas dan kapasitas produksi yang terbatas. Inkonsistensi dapat dilihat dari hasil produk yang berbeda antara produksi suatu waktu dengan produksi berikutnya, misalnya dari segi kehalusan atau pencampuran bahan. Menurut teori manajemen operasi oleh Heizer dan Render (2017), proses produksi yang efisien dan terstandarisasi merupakan faktor kritis yang mempengaruhi higienitas, konsistensi kualitas, dan output suatu produk. Proses produksi yang baik

tidak hanya memastikan keamanan pangan, tetapi juga optimalisasi sumber daya dan peningkatan produktivitas yang berkelanjutan.

Berdasarkan analisis terhadap potensi dan tantangan yang dihadapi UMKM XYZ tersebut, diperlukan solusi strategis untuk mengoptimalkan aspek krusial berupa perbaikan proses produksi. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan daya saing UMKM XYZ dan berkontribusi pada pengembangan ekonomi lokal serta pelestarian kuliner tradisional Indonesia. Solusi tersebut diberikan melalui pembuatan dan pemanfaatan mesin penggiling adonan

2. Tinjauan Pustaka

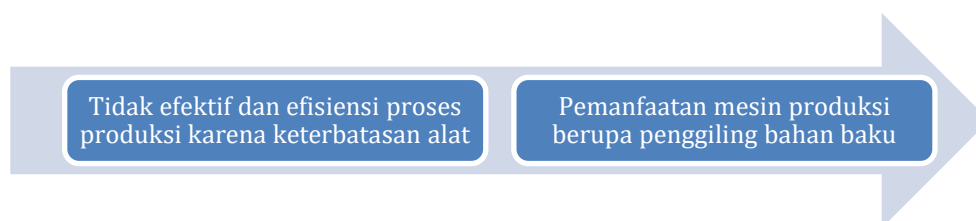
Kotler dan Armstrong (2018) menjelaskan bahwa industri makanan merupakan industri pengolahan bahan baku menjadi produk siap konsumsi dengan nilai tambah tinggi. Sementara itu, teori manajemen operasi oleh Heizer dan Render (2017) menekankan pentingnya efisiensi dan standarisasi dalam proses produksi untuk menjamin kualitas, higienitas, serta produktivitas. Faktor mempengaruhi produktivitas pada usaha makanan skala kecil salah satunya adalah bagaimana cara pengolahannya (Kurniawati, 2015). Pengolahan makanan secara manual dapat menimbulkan masalah ergonomic, khususnya postur kerja. Masalah ergonomic pada proses produksi makanan mempengaruhi kualitas kerja dan produktivitas, khususnya karena kelelahan pekerja dan ukuran yang tidak sesuai antropometri (Fazi, 2017).

Pengolahan singkong/ubi dengan mesin dapat meningkatkan efisiensi produksi dan konsistensi produk bila dibandingkan metode manual (Abass, 2017). Mesin penggiling untuk pengolahan singkong/ubi dapat menaikkan efisiensi teknis dan output (Baba, 2022). Baba (2022) juga menyampaikan bahwa terdapat hubungan positif antara mekanisasi dan efisiensi teknis pada pengolahan singkong/ubi.

Dengan adanya penggunaan mesin, mekanisasi menurunkan biaya produksi dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja serta output sehingga produktivitas dan efisiensi ekonomi akibat penggunaan mesin di UMKM meningkat (Gebiso et al, 2024). Mesin sederhana dapat memberikan solusi pada UMKM makanan dengan keterbatasan modal, sumber daya, dan masalah ergonomis. Oleh karena itu, penerapan teknologi tepat guna dan aspek legalitas menjadi strategi penting dalam mendukung daya saing UMKM.

3. Metodologi Penelitian

Pengabdian masyarakat ini ditujukan untuk memanfaatkan dan memaksimalkan potensi UMKM yang telah ada untuk mengatasi problematika yang dihadapi oleh UMKM. Dalam melaksanakan pengabdian ini ada beberapa metode yang digunakan disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi. Metode penyelesaian pengabdian masyarakat ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Metode Penyelesaian Permasalahan UMKM

Tahapan kegiatan penyelesaian tersebut juga dijabarkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Langkah Penyelesaian Masalah

| Tahapan Kegiatan | Metode | Output Kegiatan |
|---|---|--|
| 1. Perumusan Tahapan Kegiatan Bersama UMKM | <i>Focus Group Discussion</i> | 1. Tahapan kegiatan 2. Partisipasi aktif mitra |
| 2. Perancangan dan Pengaplikasian Alat Penggiling Adonan berbasis kebutuhan mitra | 1. Pembuatan Desain Alat 2. Perancangan Alat 3. Uji Alat 4. Pemanfaatan Alat | 1. Tersedia alat penggiling bahan baku yang efektif dan efisien 2. Kemampuan mitra menggunakan alat teknologi |

Tahapan-tahapan kegiatan tersebut secara lebih rinci dijelaskan sebagai berikut.

1) Tahapan Kegiatan

Perumusan tahapan kegiatan PkM dilaksanakan bersama dengan UMKM melalui FGD. Tim melakukan kunjungan ke UMKM dan berdiskusi mengenai rencana-rencana kegiatan berikut dengan penjadwalan kegiatan. Tujuan dari kegiatan ini adalah koordinasi antara tim dan UMKM. FGD dilakukan oleh tim pengabdian dengan owner sebanyak dua kali untuk memperoleh gambaran terkait perancangan alat/mesin.

2) Perancangan dan aplikasi Alat Penggiling Adonan berbasis kebutuhan mitra

Permasalahan mengenai alat yang masih menggunakan tenaga manusia (manual) menjadi salah satu hal yang perlu diselesaikan. Dalam proses produksi, proses manual membutuhkan waktu lama dengan tenaga manusia yang lebih banyak (Worldailmi *et al.*, 2024). Untuk menunjang produksi yang lebih efektif dan efisien, inovasi pada alat produksi diperlukan. Dari proses produksi yang ada, kebutuhan alat penggiling yang tidak lagi menggunakan proses manual diperlukan. Pembuatan desain dilakukan selama seminggu, sedangkan pembuatan mesin dilakukan dalam waktu sebulan.

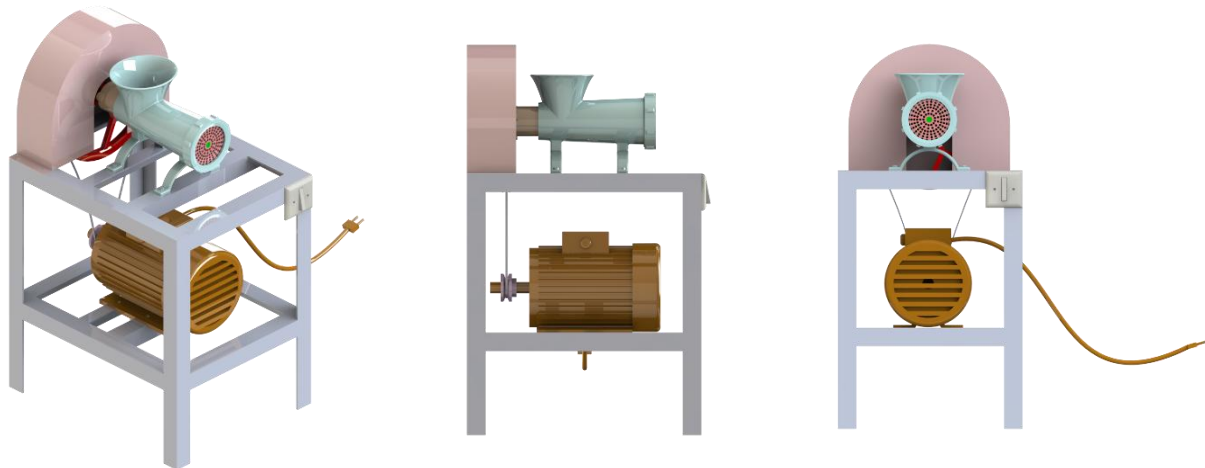
4. Hasil dan Pembahasan

Program pengabdian masyarakat ini menghasilkan luaran berupa pembuatan mesin penggiling bahan baku untuk UMKM XYZ. Program ini dirancang untuk menjawab permasalahan nyata yang dihadapi mitra dari sisi produksi. Tahapan pembuatan mesin dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga implementasi di lapangan.

Tahap awal adalah observasi atau kunjungan langsung ke lokasi UMKM. Hasil observasi menunjukkan bahwa proses penggilingan bahan baku masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang lama, hasil giling tidak seragam, dan menimbulkan kelelahan pada pekerja. Permasalahan ini menjadi dasar dalam perancangan mesin penggiling yang lebih efisien dan ergonomis. Dari mesin manual yang ada, perencanaan untuk pembuatan mesin penggiling elektrik diinisiasi. Tujuannya adalah mesin yang sebelumnya menggunakan tenaga manusia diubah menjadi tenaga listrik. Teknologi modern dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Worldailmi *et al.*, 2025). Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, dilakukan perancangan desain mesin menggunakan perangkat lunak CAD. Desain ini mempertimbangkan kapasitas pengolahan, keamanan kerja, serta kemudahan dalam pengoperasian.

Agar mesin nyaman digunakan oleh pekerja, dilakukan penyesuaian ukuran dengan bank data antropometri, misalnya tinggi hopper, posisi tuas, dan ketinggian meja kerja. Penyesuaian ini penting agar mesin tidak menimbulkan kelelahan berlebih, sehingga prinsip ergonomi tetap terjaga. Proses pembuatan mesin dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu pemotongan bahan, pengelasan, perakitan komponen, hingga pembentukan struktur akhir mesin. Proses ini memastikan kesesuaian antara rancangan dan hasil nyata.

Gambaran jenis teknologi alat penggiling adonan yang akan diterapkan ditunjukkan oleh Gambar 7. Adapun spesifikasi mesin dan cara kerjanya tergambar dalam tabel 2.



Gambar 6. Desain Mesin Penggiling Adonan

Tabel 2. Spesifikasi dan Cara Kerja Mesin

| Spesifikasi Mesin Penggiling Getuk | Cara Kerja |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Dinamo 0,5 HP 1 Phase• Rangka besi siku L 4mm• Sistem transmisi menggunakan belt• Saklar on/off untuk kontrol daya• Kabel listrik sesuai daya dinamo• Penggiling dengan gerigi penghancur• Extruder sebagai output adonan halus | <ul style="list-style-type: none">• Pastikan mesin terhubung dengan sumber listrik melalui colokan, karena mesin dikendalikan menggunakan saklar on/off.• Saat mesin dinyalakan, dinamo akan menghasilkan tenaga yang diteruskan melalui belt untuk menggerakkan penggiling.• Singkong yang dimasukkan ke dalam mesin akan dihancurkan oleh gerigi di dalam penggiling, kemudian keluar melalui extruder dalam bentuk adonan halus.• Untuk mematikan mesin, cukup tekan saklar off. |

Dari desain tersebut kemudian dilakukan pembuatan mesin. Kemudian mesin yang telah selesai dibuat diuji menggunakan bahan baku asli. Hasil uji menunjukkan bahwa mesin dapat meningkatkan efisiensi produksi, menghasilkan gilingan yang lebih halus, serta mempercepat proses kerja dibandingkan metode manual. Mesin yang telah dibuat kemudian dilakukan uji coba mesin. Dokumentasi uji coba ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7. Uji Coba Mesin

Sesudah mesin siap digunakan, mesin kemudian diserahkan secara resmi kepada UMKM mitra dengan berita acara serah terima. Hal ini memastikan mesin dapat segera dimanfaatkan dalam kegiatan produksi. Tim pengabdian memberikan sosialisasi kepada pemilik dan pekerja mengenai cara pengoperasian, perawatan, dan aspek keselamatan kerja. Edukasi ini penting agar mesin dapat dimanfaatkan secara optimal dan memiliki umur pakai yang panjang. Adapun dokumentasi serah terima mesin ditunjukkan oleh gambar 8. Sesudah serah terima mesin disampaikan juga sosialisasi dan pelatihan penggunaan mesin. Pengusaha UMKM merasa senang dan bersyukur akan adanya mesin penggiling karena memudahkan dalam proses produksi dan meningkatkan kapasitas produksi sehingga siap untuk menerima pesanan lebih banyak.



Gambar 8. Serah terima mesin.

Adapun perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan mesin ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Mesin

| Aspek | Sebelum (Mesin Manual) | Sesudah (Mesin Listrik) |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Waktu produksi per 5 Kg adonan | 1-2 jam | < 30 menit |
| Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan | 2-3 orang | 1 orang |
| Kualitas hasil penggilingan | Kurang halus, tidak merata | Halus, merata |
| Kapasitas produksi per hari | 10-15 Kg | 30-40 Kg |

5. Kesimpulan dan Saran

Program pengabdian masyarakat ini berhasil memberikan solusi nyata atas permasalahan mitra melalui pembuatan dan penerapan mesin penggiling adonan elektrik. Mesin ini terbukti meningkatkan efisiensi proses produksi, memperbaiki kualitas hasil gilingan, serta mengurangi beban fisik pekerja. Pendampingan berupa pelatihan pengoperasian dan perawatan mesin juga memastikan keberlanjutan pemanfaatan teknologi oleh UMKM XYZ.

Agar dapat berkelanjutan dan terus berkembang, UMKM mitra perlu menjaga perawatan mesin secara rutin agar umur pakai lebih panjang dan performa tetap optimal. Selain itu, dapat dilakukan pengembangan teknologi lanjutan dapat difokuskan pada tahap penggorengan dan pengemasan agar seluruh rantai produksi menjadi lebih efisien. Selain itu, pemerintah daerah dan lembaga pendidikan diharapkan terus memberikan dukungan berupa pelatihan maupun inovasi teknologi tepat guna untuk memperkuat daya saing UMKM kuliner tradisional.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia (UII) yang telah membiayai pelaksanaan pengabdian masyarakat di UMKM XYZ.

Daftar Pustaka

- Abass, A., Amaza, P., Bachwenkizi, B., Wanda, K. Y., Agona, A., Cromme, N. (2017). The impact of mechanized processing of cassava on farmers' production efficiency. *Applied Economics Letters* Vol 24 No 2 (2017) pg 102-106.
- Baba, T. (2022). Effects of Mechanization and Investments on Technical Efficiency of Cassava Producers. *Agriculture* Vol 12 No 4 (2022).
- Fazi, H. M. (2017). Ergonomics study for workers at food production industry. *MATEC Conference Proceedings*.
- Gebiso, T. et al. (2024). Impact of farm mechanization on crop productivity and economic efficiency in central and southern Oromia, Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
- Heizer, J., & Render, B. (2017). *Operations Management*. Pearson Education.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2024). *Data Statistik UMKM Indonesia*. Indonesia.go.id.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2018). *Principles of Marketing*. Pearson Education.
- Kurniawati, D., Yuliando, H. (2015). Productivity Improvement of SMEs in food products. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* Vol 3 (2015) pg 189-194.
- Worldailmi, E., Annisa, P. D., Wahyuni, E. S., Masalik, H., Fauziyah, N. P., & Ningtyas, A. G. P. (2025). Peningkatan Efisiensi Produksi Pakan dan Keselamatan Kerja di Kelompok Ternak 99 Farm Melalui Implementasi Mesin Pencacah Rumput Hemat Energi. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 6(1), 70–83. <https://doi.org/10.20885/jattec.vol6.iss1.art8>
- Worldailmi, E., Annisa, P. D., Setyawan, A. M., Rahman, D. F., Yaqin, I. A., & Ichwan, M. (2024). Pemanfaatan Mesin Pencacah Rumput pada Kelompok Ternak 99 Farm. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 5(2), 153–160. <https://doi.org/10.20885/jattec.vol5.iss2.art6>

Pemberdayaan Karang Taruna Demen dalam Pengelolaan Sampah Plastik Berbasis Teknologi Tepat Guna Berkelanjutan

Elanjati Worldailmi^{1)*}, Ratih Dianingtyas Kurnia²⁾, Tri Lestari Wahyuning Utami³⁾, Dwi Adi Purnama⁴⁾

^{1,2,4)} Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

³⁾ Program Studi Bisnis Digital, Universitas Islam Indonesia

^{1,2,3,4)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

Email: elanjati.worldailmi@uii.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan sampah di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) semakin mendesak seiring terbatasnya kapasitas Tempat Pembuangan Akhir (TPA), rendahnya kesadaran masyarakat, dan dampaknya terhadap kesehatan serta lingkungan. Dusun Demen, Desa Pakembinangun, Kecamatan Pakem, Sleman, merupakan salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan tersebut. Selain persoalan lingkungan, kondisi ekonomi masyarakat masih tergolong rendah, khususnya di kalangan Karang Taruna. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan Karang Taruna melalui penerapan teknologi tepat guna berupa mesin pencacah plastik hemat energi untuk menghasilkan produk konstruksi ramah lingkungan, seperti paving block. Metode pelaksanaan dilakukan dengan pendekatan partisipatif melalui sosialisasi, pelatihan, implementasi, pendampingan, dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kapasitas teknis Karang Taruna dalam mengolah sampah plastik, pengurangan volume sampah di dusun Demen, serta terciptanya produk paving block ramah lingkungan dari sampah plastik. Program ini tidak hanya menyelesaikan persoalan lingkungan, tetapi juga meningkatkan aspek sosial-ekonomi masyarakat. Dengan demikian, Dusun Demen berpotensi menjadi model desa mandiri sampah berkelanjutan yang dapat direplikasi di wilayah lain.

Kata Kunci: Pengelolaan Sampah, Karang Taruna, Mesin Pencacah Plastik, Paving Block Ramah Lingkungan, Pemberdayaan Masyarakat

ABSTRACT

The waste problem in the Special Region of Yogyakarta (DIY) has become increasingly urgent due to the limited capacity of final disposal sites (TPA), low public awareness, and its negative impacts on health and the environment. Demen Hamlet, located in Pakembinangun Village, Pakem Subdistrict, Sleman, is one of the areas facing this issue. In addition to environmental challenges, the local community's economic condition remains relatively low, particularly among youth groups (Karang Taruna). This community service program aims to empower Karang Taruna through the application of appropriate technology in the form of an energy-efficient plastic shredder machine to produce environmentally friendly construction products, such as paving blocks. The implementation method employed a participatory approach, including socialization, training, implementation, mentoring, and evaluation. The results demonstrated improved technical capacity of Karang Taruna in processing plastic waste, reduction of waste volume in Demen Hamlet, and the creation of eco-friendly paving blocks from plastic waste. This program not only addresses environmental problems but also enhances the community's socio-economic aspects. Consequently, Demen Hamlet has the potential to become a model of a sustainable waste-independent village that can be replicated in other regions.

Keywords: waste management, Karang Taruna, plastic shredder machine, eco-friendly paving block, community empowerment

1. Pendahuluan

Dusun Demen merupakan salah satu wilayah di Desa Pakembinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan observasi kami, di Dusun Demen menghadapi beberapa permasalahan, terutama pengolahan sampah. Permasalahan utama mencakup penumpukan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA), pencemaran lingkungan, dan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat. Meskipun pemerintah kota telah meluncurkan kebijakan *Zero Waste Action* untuk mendorong pemilahan sampah di rumah, banyak warga yang belum memahami cara pelaksanaannya. Tidak hanya itu, dampak negatif dari tidak dikelolanya sampah dapat menyebabkan masyarakat cenderung membuang sampah sembarangan. Apabila hal ini dibiarkan, lingkungan akan mengalami kerusakan bahkan dapat menyebabkan bencana alam, seperti banjir. Permasalahan sampah juga merupakan permasalahan nasional saat ini yang sulit teratas Imelida et al. (2024), termasuk di Yogyakarta yang menghadapi sulitnya penanganan sampah dan keterbatasan TPA, terlebih adanya penutupan TPA Piyungan.

Selain permasalahan sampah yang terus menumpuk, Dusun Demen juga menghadapi kendala besar dalam hal infrastruktur dan rendahnya perekonomian masyarakat. Sebagian besar jalan di dusun ini masih berupa tanah, yang membuat akses transportasi menjadi sangat terbatas, terutama pada musim hujan. Jalan yang rusak dan sulit dilalui ini menghambat mobilitas warga dan mengganggu aktivitas ekonomi lokal. Selain itu, banyak rumah warga yang belum dibangun dengan kokoh, yang rentan terhadap cuaca ekstrem dan bencana alam, kondisi jalan di Dusun Demen juga mengalami kerusakan di beberapa titik, yang menghambat aktivitas warga, terutama dalam mobilitas sehari-hari dan distribusi hasil pertanian. Infrastruktur yang tidak memadai membuat masyarakat kesulitan untuk mendapatkan akses dasar seperti kesehatan, pendidikan, dan bahkan barang-barang kebutuhan sehari-hari.

Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tidak hanya mengatasi persoalan lingkungan, tetapi juga memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat. Program pengabdian ini mengusulkan penerapan teknologi tepat guna berupa mesin pencacah plastik hemat energi untuk menghasilkan produk konstruksi ramah lingkungan, sekaligus meningkatkan kemandirian ekonomi Karang Taruna. Produk ramah lingkungan saat ini menjadi daya tarik tersendiri pada pemasarannya. Dengan adanya mesin cacah dan alat pencetak paving block, Karang Taruna dapat mengelola, memproduksi, dan memasarkan paving block sehingga memiliki kemandirian ekonomi.

Berdasarkan hasil uraian terhadap potensi dan problematika yang terdapat pada mitra tersebut, maka kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki tujuan lingkungan dan tujuan ekonomi berdampak. Tujuan ekonomi kegiatan ini adalah untuk mengatasi masalah lingkungan dengan teknologi tepat guna berupa mesin pencacah sampah plastik dan mesin cetak paving block yang dapat mengolah sampah menjadi bahan-bahan konstruksi ramah lingkungan, serta mengurangi tumpukan sampah. Sementara, tujuan ekonomi berdampak adalah dapat meningkatkan keterampilan dan perekonomian masyarakat, serta membuka peluang ekonomi baru melalui pendekatan ekonomi sirkuler.

2. Tinjauan Pustaka

Konsep ekonomi sirkular menekankan pentingnya memanfaatkan kembali limbah sebagai sumber daya untuk menciptakan produk baru yang bernilai tambah (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Dalam konteks pengelolaan sampah plastik, teknologi pencacah plastik dapat menjadi solusi untuk mengurangi volume sampah sekaligus menghasilkan bahan baku produk konstruksi (Putra & Nugroho, 2021).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik sebagai campuran paving block mampu meningkatkan ketahanan terhadap tekanan sekaligus mengurangi biaya produksi (Wulandari et al., 2020). Selain itu, pemberdayaan masyarakat melalui pendekatan partisipatif terbukti efektif dalam meningkatkan keberlanjutan program lingkungan (Setiawan, 2022).

Dengan demikian, penerapan mesin pencacah plastik pada masyarakat Dusun Demen sejalan dengan literatur yang menekankan pentingnya integrasi teknologi tepat guna dan pemberdayaan masyarakat dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Dusun Demen memiliki Karang Taruna yang cukup banyak dan berusia produktif, sehingga dapat lebih mudah untuk dibentuk dan diarahkan.

3. Metodologi Penelitian

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif dengan tahapan seperti pada Gambar 1, serta penjelasan berikut.

- 1) Observasi dan analisis permasalahan: kegiatan ini dilakukan dengan melakukan kunjungan ke desa dan menganalisis permasalahan yang dihadapi oleh desa tersebut.
- 2) Sosialisasi: memberikan edukasi kepada masyarakat terkait 3R (*reduce, reuse, recycle*) dan dampak sampah plastik.
- 3) Pelatihan: melatih Karang Taruna mengoperasikan mesin pencacah plastik serta memproduksi paving block ramah lingkungan.
- 4) Implementasi: menerapkan mesin pencacah plastik dalam pengolahan sampah dusun dan uji coba produk untuk infrastruktur lokal.
- 5) Pendampingan dan Monitoring: tim pengabdian mendampingi Karang Taruna dalam produksi dan manajemen usaha.
- 6) Evaluasi: dilakukan untuk mengukur efektivitas program dan dampaknya terhadap aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat

Jumlah anggota karang taruna sebanyak 40 orang. Anggota tersebut terdiri dari pemuda dan pemudi desa setempat. Untuk pemuda ada sekitar setengah dari jumlah yang ada dan sebanyak 17 orang aktif terlibat dalam kegiatan. Keterlibatan dalam kegiatan ini memang lebih banyak difokuskan pada pemuda mengingat pekerjaan pembuatan paving block membutuhkan tenaga yang lebih cocok untuk laki-laki. Hal ini merupakan dari pertimbangan ketua karang taruna saat tim pengabdian melakukan diskusi mengenai anggota karang taruna yang dapat terlibat dalam kegiatan ini.

Indikator tercapainya kegiatan adalah anggota karang taruna yang hadir dalam sosialisasi, pelatihan, dan implementasi merupakan anggota yang sama sehingga aliran informasi hingga pada kegiatan berlangsung selaras.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Mesin Pencacah Plastik dan Mesin Cetak Paving Block

Untuk membantu dalam proses transformasi sampah menjadi material konstruksi, diperlukan alat dan teknologi dengan merancang bangun mesin pencacah plastik dan mesin *heat press*. Mesin pencacah plastik dirancang agar lebih ekonomis dengan menggunakan motor listrik (Purwanto et al., 2020). Alat ini dapat beroperasi selama sekitar 3 jam 11 menit. Motor listrik ditransmisikan langsung ke pisau pencacah, memungkinkan proses pencacahan berlangsung secara efisien. Prinsip kerja mesin ini adalah dengan memasukkan sampah plastik melalui *hopper input*, kemudian hasil cacahan dikeluarkan melalui *hopper output* (Wati dan Samudra, 2022). Rancangan mesin pencacah plastik ini ditunjukkan pada Gambar 2. Selain itu, tim pengabdian juga merancang mesin cetak paving block yang berfungsi untuk mencetak material sampah plastik yang dicampur dengan material konstruksi untuk menjadi paving block. Bahan konstruksi yang terbuat dari daur ulang sampah dapat digunakan sebagai pondasi yang ramah lingkungan (Satria et al., 2024; Rancaputra dan Abadi, 2024), mempunyai jangka pemakaian yang panjang, serta meningkatkan harga jual sampah plastik (Ibrahim dan Hasyim, 2021). Selanjutnya, rancangan mesin cetak ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Mesin Pencacah Sampah Plastik

Proses pencacahan menghasilkan 1 kg botol plastik kurang lebih menghasilkan kurang lebih 1 kg plastik cacahan. Berat plastik memang tidak berubah (kondisi plastik kering), hanya bentuk berubah menjadi cacahan.



Gambar 3. Mesin Cetak Paving Block

Jumlah produksi yang dihasilkan kurang lebih sebanyak 10 paving block per jam. Pada awal pelatihan sempat terjadi kegagalan sehingga perlu dicetak ulang. Namun, dengan mencoba beberapa kali, proses semakin cepat karena tidak perlu untuk pencetakan ulang. Kecepatan untuk mencetak paving block meningkat seiring anggota karang taruna tersebut terbiasa dengan penggunaan alatnya.

4.2. Pelaksanaan Kegiatan dan Pengaplikasian

Tim pengabdian melakukan praktik langsung pembuatan paving block menggunakan alat dan bahan yang telah disiapkan, dimulai dari proses pencacahan sampah plastik hingga pencetakan. Setelah tim memberikan sosialisasi dan pelatihan, peserta dari karang taruna dusun Demen diberi kesempatan untuk mencoba melakukannya secara mandiri (seperti pada Gambar 4-6). Pelatihan ini mendapatkan perhatian dan antusiasme yang tinggi dari karang taruna dusun Demen. Secara keseluruhan, kegiatan pelatihan pembuatan paving block dari limbah plastik berjalan lancar, mulai dari survei hingga pelaksanaan. Proses pengolahan limbah plastik menjadi paving block mendapatkan tanggapan positif dari masyarakat, terlihat dari minat tinggi mereka untuk membuat dan menggunakan paving block tersebut di halaman rumah. Antusiasme masyarakat terlihat jelas dari banyaknya pertanyaan yang diajukan kepada tim pengabdian.



Gambar 4. Pelatihan Pencacah Plastik dengan Teknologi Tepat Guna



Gambar 5. Pelatihan Pembuatan Paving Block



Gambar 6. Hasil Produk Paving Block

Indikator capaian dari keterlibatan peserta pada kegiatan sosialisasi, pelatihan, dan implementasi terwujud yaitu anggota karang taruna yang hadir saat sosialisasi juga hadir pada pelatihan dan implementasi. Untuk itu, transfer informasi dan pengetahuan dapat berjalan dengan baik sehingga kegiatan dapat terlaksana sesuai tujuan.

Jumlah anggota karang trauma yang hadir saat sosialisasi sebanyak 17 anggota yang semuanya adalah pemuda. Mereka memiliki latar belakang pelajar, mahasiswa, dan karyawan. Selanjutnya, pada saat pelatihan telah hadir sebanyak 16 anggota. Adapun anggota yang tidak hadir dikarenakan berhalangan dengan jadwal yang telah ditentukan. Untuk implementasi, sebanyak 12 anggota karang taruna hadir dan keseluruhan anggota tersebut ikut terlibat langsung dalam kegiatan. Anggota karang taruna yang hadir pada implementasi merupakan anggota yang hadir mulai dari sosialisasi hingga pelatihan. Adapun anggota yang tidak hadir dikarenakan ada kegiatan lain dan lebih ke anggota yang masih pelajar.

Lebih dari 50% yang merupakan pemuda anggota karang taruna terlibat dalam seluruh rangkaian kegiatan dari sosialisasi hingga pada implementasi sama. Semua peserta mampu mengoperasikan alat dengan baik. Adapun peserta yang kurang baik, hanya pada hasil yang belum

maksimal dibandingkan peserta lainnya. Namun, secara keseluruhan semua peserta dapat membuat paving block dengan alat yang disediakan.

Lebih lanjut, program pengabdian menghasilkan beberapa capaian utama:

- 1) Peningkatan Kapasitas Mitra: Karang Taruna Dusun Demen mampu mengoperasikan mesin pencacah plastik secara mandiri dan menghasilkan produk konstruksi ramah lingkungan.
- 2) Pengurangan Volume Sampah: sampah plastik yang sebelumnya menumpuk kini dapat dipilah dan diolah menjadi produk bernilai tambah.
- 3) Produk yang Dihasilkan: paving block ramah lingkungan digunakan untuk perbaikan jalan lingkungan dusun, sekaligus diuji kualitasnya.
- 4) Dampak Sosial-Ekonomi: terbentuk unit usaha sederhana berbasis Karang Taruna yang membuka peluang kerja baru serta memberikan tambahan pendapatan.

Diskusi dengan masyarakat menunjukkan adanya perubahan sikap positif terhadap pengelolaan sampah. Penerapan ekonomi sirkular melalui daur ulang plastik terbukti tidak hanya mengatasi persoalan lingkungan, tetapi juga mendukung pembangunan infrastruktur dusun dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

5. Kesimpulan dan Saran

Kegiatan pengabdian masyarakat di Dusun Demen berhasil meningkatkan keberdayaan Karang Taruna dalam aspek produksi, lingkungan, sosial, dan ekonomi. Melalui penerapan mesin pencacah plastik hemat energi, sampah dapat diolah menjadi produk ramah lingkungan yang bermanfaat bagi infrastruktur sekaligus membuka peluang usaha baru. Karang Taruna Demen dapat memahami terkait produk ramah lingkungan dari sampah plastik yang mendukung ekonomi sirkular serta dapat menggunakan peralatan dan membuat paving block. Karang Taruna Demen juga dapat lebih *aware* terkait sampah plastik sehingga diharapkan dapat memilah sampah dan mengurangi jumlah pembakaran sampah.

Untuk keberlanjutan, terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan, antara lain Karang Taruna perlu memperkuat kelembagaan dan manajemen usaha, pemerintah desa dan dinas terkait diharapkan mendukung program melalui regulasi dan fasilitas, serta perguruan tinggi perlu terus memberikan pendampingan serta penelitian lanjutan untuk peningkatan kualitas produk dan pengembangan pasar. Karang Taruna Demen perlu membuat pembagian tugas dan wewenang agar dapat mulai untuk mandiri meneruskan pemanfaatan sampah plastik untuk pembuatan paving block ramah lingkungan.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset Dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains Dan Teknologi yang telah memberikan Hibah Pengabdian Masyarakat dengan Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Ruang Lingkup Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat, yang dikemas dalam program Hibah BIMA Pengabdian Masyarakat Tahun ke-1 dari Rencana 1 Tahun, Tahun Anggaran 2025

Daftar Pustaka

- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Circular Economy Principles and Practices*. London: EMF.
- Ibrahim A.M. dan Hasyim A. Perancangan Mesin Pencacah Botolplastik Menggunakan Tenaga Surya Dan Motor Bldc Sebagai Motor Penggerak. PhD Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.ums.ac.id/id/eprint/89625>

- Imelida I. *et al.*, “Sosialisasi Bank Sampah, Pengolahan Sampah Dan Pendistribusian Sampah Organik Maupun Anorganik Di Desa Tisnogambar,” *BERBAKTI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 59–66, 2024.
- Purwanto E., Fadilah U., Suryawan F., and Rohmah R.N. Alat Pencacah Plastik Lunak Untuk Membantu Produksi Ecobrick. *Tekinfor: Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 82–90, 2020.
- Putra, A., & Nugroho, B. (2021). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku paving block ramah lingkungan. *Jurnal Inovasi Teknologi Tepat Guna*, 5(2), 45–53.
- Rancaputra M.H, dan Abadi T.W. Mengubah Sampah Menjadi Kekayaan dengan Batu Bata Ramah Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Lingkungan Kebumihan Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 11–11, 2024.
- Satria V.Y., *et al.*. Penghijauan lingkungan: Strategi partisipatif untuk mengoptimalkan penanaman tumbuhan. *ASPIRASI: Publikasi Hasil Pengabdian dan Kegiatan Masyarakat*, vol. 2, no. 4, pp. 16–23, 2024.
- Setiawan, R. (2022). Pemberdayaan masyarakat berbasis partisipatif dalam pengelolaan lingkungan berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 10(1), 12–20.
- Wati D.A.R, and Samudra A. Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Steam Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- Wulandari, S., Pratama, H., & Lestari, D. (2020). Studi eksperimental penggunaan limbah plastik dalam pembuatan paving block. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(3), 115–122.

Penerapan Teknologi Pembuatan Produk dari Limbah Tutup Botol Bekas

Arif Hidayat^{1)*}, Dyah Retno Sawitri²⁾, Deriza Qurrotun A'yuni³⁾, Indah Safitri⁴⁾, Yusticia Eka Noor Ida⁵⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

³⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

⁴⁾ Pusat Kuliah Kerja Nyata, Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Islam Indonesia

⁵⁾ Lembaga Ombudsman Daerah Istimewa Yogyakarta,

^{1,2,3,4)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

⁵⁾ Jalan Tentara Zeni Pelajar No.1-A, Bumijo, Kec. Jetis, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Email: arif.hidayat@uii.ac.id

ABSTRAK

Masalah penumpukan limbah plastik, khususnya tutup botol, menjadi tantangan serius di Tempat Pengelolaan Sampah (TPS) 3R Girimulya. Limbah jenis ini memiliki nilai ekonomis rendah dan sulit diurai, namun memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan papan daur ulang. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat cetak tekan panas sederhana berbasis papan. Metode yang digunakan meliputi studi lapangan, perancangan teknis, pembuatan prototipe, uji coba alat, serta pelatihan penggunaan kepada masyarakat TPS 3R. Hasilnya menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan mampu memproduksi papan plastik daur ulang dengan kekuatan struktural memadai untuk keperluan kerajinan atau pelapis dinding. Partisipasi masyarakat dalam kegiatan ini juga menunjukkan peningkatan kesadaran akan potensi ekonomi dari limbah plastik. Upaya untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan dan harga jual dari sampah plastik khususnya tutup botol plastik di TPS 3R Girimulya. Melalui penerapan alat cetak tekan panas yang dirancang khusus. Program ini melibatkan perancangan, proses produksi, sosialisasi, dan uji coba alat oleh para Pegawai TPS 3R Girimulya. Meskipun keluhan terkait waktu pembuatan produk yang lama, namun secara keseluruhan program ini dinilai berhasil dan memberikan dampak positif terutama dalam meningkatkan nilai jual plastik daur ulang dan mendukung pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Kata kunci: komposit, limbah, papan, plastik, tutup botol

ABSTRACT

The problem of plastic waste accumulation, especially bottle caps, is a serious challenge at the Girimulya 3R Waste Management Site. This type of waste has low economic value and is difficult to decompose, but it has the potential to be used as an alternative raw material in the manufacture of recycled boards. This community service activity aims to design and implement a simple heat and pressure-based press tool that can be used by the local community to process plastic bottle caps into boards. The methods used include field studies, technical design, prototype development, tool testing, and training on the use of the tool for the TPS 3R community. The results show that the developed tool is capable of producing recycled plastic boards with sufficient structural strength for handicrafts or wall coverings. Community participation in this activity also shows an increase in awareness of the economic potential of plastic waste. Efforts to improve the efficiency of management and selling price of plastic waste, especially plastic bottle caps at TPS 3R Girimulya, through the application of a specially designed press tool. This program involved the design, production process, socialization, and testing of the tool by TPS 3R Girimulya employees. Despite complaints about the long production time, the program was overall deemed successful and had a positive impact, particularly in increasing the selling price of recycled plastic and supporting sustainable waste management.

Keywords: board, bottle cap, composite, plastic, waste

1. Pendahuluan

Peningkatan volume sampah, terutama jenis anorganik seperti plastik, botol, dan kaleng, menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Sampah plastik termasuk bahan yang sulit terurai secara alami. Berdasarkan hasil penelitian, sampah anorganik memerlukan waktu yang sangat lama untuk terdegradasi, sehingga menjadi permasalahan lingkungan yang serius. Masalah ini tidak hanya terjadi di kota-kota besar dengan sistem pengelolaan sampah yang kurang memadai, tetapi juga mulai dirasakan di wilayah pedesaan. Di antara berbagai jenis sampah, plastik merupakan salah satu yang paling mengkhawatirkan (Insusanty et al., 2024). Limbah tutup botol termasuk kategori plastik HDPE atau PP yang kuat dan tahan bahan kimia, serta dapat didaur ulang menjadi berbagai produk bernilai guna. Namun, sampah tersebut sering terabaikan dalam pengelolaan limbah di Indonesia (Dhamayanthi et al., 2024). TPS 3R Girimulya, sebagai unit pengelolaan sampah berbasis masyarakat, menghadapi tantangan dalam mengelola limbah plastik berukuran kecil. Oleh karena itu, pengembangan teknologi tepat guna diperlukan untuk mengolah limbah ini menjadi produk bernilai guna dan ekonomis.

Pengurangan sampah berbasis 3R di Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) meliputi pengolahan sampah organik menjadi kompos dan daur ulang sampah anorganik menjadi produk baru. TPST berperan penting dalam mengurangi timbulan sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir dan mendukung pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Ulhasanah et al., 2023). Sampah organik dapat menjadi pupuk kompos yang berguna di bidang pertanian dan sampah non organik dapat menjadi kerajinan tangan seperti tas, vas bunga, pot, aksesoris, gantungan kunci, mainan dan lain-lain. Polusi plastik telah menjadi tantangan lingkungan yang besar, menimbulkan ancaman signifikan terhadap ekosistem, kesehatan masyarakat, dan keberlanjutan global. Penggunaan plastik sekali pakai yang meluas telah menyebabkan peningkatan produksi plastik global yang mengkhawatirkan, meningkat dari 1,5 juta ton pada tahun 1950 menjadi 359 juta ton pada tahun 2018, dengan proyeksi peningkatan empat kali lipat pada tahun 2050 (Mirkarimi et al., 2022). Sebagian besar limbah plastik tidak terkelola dengan baik dan berakhir mencemari tanah, sungai, hingga lautan. Salah satu bentuk limbah plastik yang sering diabaikan namun jumlahnya signifikan adalah limbah tutup botol berbahan *polypropylene* (PP) dan *high-density polyethylene* (HDPE). Limbah tutup botol plastik diperkirakan telah tercecer di 3 juta pantai di seluruh dunia dan merupakan salah satu limbah plastik yang paling sering ditemukan dalam pembersihan laut (Lebreton et al., 2017). Pembuangan plastik dalam jumlah besar menyebabkan masalah lingkungan karena degradabilitas plastik diperkirakan membutuhkan waktu lebih dari seratus tahun. Di Desa Girirejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang, TPS3R Girimulya menghadapi permasalahan terhadap penanganan limbah plastik. Masyarakat dapat mengubah tutup botol menjadi papan atau produk daur ulang lain yang lebih bernilai melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat terkait penerapan teknologi pembuatan produk dari limbah tutup botol bekas menjadi papan komposit. Hal ini akan meningkatkan kesadaran warga dalam mendukung pengelolaan sampah menjadi produk yang bernilai ekonomi. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat menjadi solusi strategis dalam menjawab tantangan global terkait penanganan limbah plastik sekaligus memperkuat kapasitas komunitas dalam mengolah sampah, meningkatkan nilai tambah, dan mendukung ekonomi sirkular tingkat desa.

Penanganan limbah plastik yang efisien masih menjadi masalah besar. Teknik tradisional, misalnya dengan pembakaran atau penutupan di bawah tanah menciptakan dampak negatif terhadap lingkungan seperti timbulnya residu, gas buang berbahaya dan kontaminasi air bawah tanah yang mempengaruhi lingkungan dan kesehatan manusia (Zare, 2013). Berbagai studi menyebutkan bahwa inovasi teknologi tepat guna dapat berperan penting dalam menyelesaikan persoalan pengelolaan sampah plastik di tingkat komunitas. Salah satu pendekatan yang kini mulai banyak dikembangkan adalah transformasi limbah plastik menjadi produk bernilai guna tinggi, di antaranya adalah untuk papan plastik daur ulang (Oliveira et al., 2020).

Desa Girirejo merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, yang berada di kawasan dataran tinggi dengan potensi pertanian dan pariwisata yang berkembang pesat. Di tengah pertumbuhan ekonomi lokal tersebut, kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah juga mulai meningkat. Salah satu inisiatif yang menonjol adalah pendirian Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS 3R) Girimulya, yang menjadi pusat aktivitas pengelolaan sampah berbasis masyarakat di wilayah tersebut.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pengelola TPS 3R Girimulya, diketahui bahwa salah satu jenis sampah yang banyak dikumpulkan namun belum termanfaatkan secara optimal adalah limbah plastik keras, terutama tutup botol. Limbah jenis ini tidak mudah terurai secara alami dan dalam jumlah besar menumpuk di TPS tanpa adanya proses daur ulang yang bernilai tambah. Saat ini, TPS 3R Girimulya belum memiliki teknologi atau alat yang memadai untuk mengolah tutup botol menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis, seperti papan plastik yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan konstruksi ringan atau perabot rumah tangga.

Permasalahan utama mitra adalah ketiadaan alat cetak tekan panas sederhana yang dapat digunakan untuk mengubah limbah tutup botol menjadi papan plastik. Selain itu, keterbatasan pemahaman teknis dalam hal proses daur ulang plastik termoplastik juga menjadi kendala. Limbah plastik tersebut umumnya hanya dijual sebagai limbah mentah dengan harga yang sangat rendah, padahal jika diolah dengan metode termopres, nilai ekonominya bisa meningkat secara signifikan.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan mitra melalui desain dan implementasi alat cetak tekan panas limbah tutup botol yang sederhana, murah, dan mudah dioperasikan. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk mentransfer pengetahuan teknis mengenai pengolahan limbah plastik secara termal dan meningkatkan kapasitas warga sekitar dalam mengelola limbah berbasis ekonomi sirkular. Urgensi dari pengabdian ini terletak pada tingginya volume limbah plastik keras yang tidak tertangani secara baik di wilayah tersebut. Tanpa adanya intervensi teknologi dan edukasi kepada masyarakat, limbah-limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan dan menghambat upaya pengelolaan sampah berkelanjutan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis teknologi tepat guna dalam bentuk alat cetak tekan panas limbah tutup botol menjadi sangat relevan dan mendesak untuk diterapkan.

Kegiatan pengabdian masyarakat mempunyai tujuan antaran lain: (1) perancangan alat cetak tekan panas dari limbah tutup botol bekas yang sesuai dengan kapasitas dan kondisi operasional TPS 3R Girimulya, (2) pelatihan teknis kepada pengelola dan warga terkait proses pemilahan, pembersihan, pemanasan, dan pencetakan limbah tutup botol, serta (3) implementasi dan evaluasi penggunaan alat untuk menghasilkan papan plastik daur ulang sebagai produk akhir. Kegiatan ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan limbah yang ada, namun juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat melalui produk daur ulang berbasis limbah lokal.

2. Tinjauan Pustaka

Sejak diperkenalkan secara luas pada tahun 1950-an, produksi plastik telah mengalami peningkatan yang pesat, dengan perkiraan produksi limbah plastik mencapai 260–460 juta ton per tahun antara tahun 2016 dan 2030 (Borrelle et al., 2020). Selain itu, diperkirakan bahwa pada tahun 2050, produksi plastik kumulatif akan melebihi 500 juta ton metrik, lebih dari 33 kali lipat dibandingkan dengan 15 juta ton metrik yang diproduksi pada tahun 1960-an (Sardon & Dove, 2018). Meskipun ada upaya global untuk mendaur ulang dan membakar limbah plastik, hanya 9% yang didaur ulang dan 12% yang dibakar, sehingga 79% limbah plastik berakhir di lautan, tempat pembuangan sampah, dan habitat alam lainnya (Hachem et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa setiap tahun masih banyak plastik masuk ke lautan (Smith et al., 2023). Toksisitas lingkungan dari limbah plastik dapat bertahan selama ratusan hingga ribuan tahun, dengan tali pancing bertahan selama 600 tahun, kantong plastik selama 20 tahun, botol minuman selama 450 tahun, cangkir plastik selama 50 tahun, dan puntung rokok selama 5 tahun (Kibria et al., 2023). Hal ini telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang

signifikan dengan mencemari sumber air, lahan pertanian, dan meresap ke dalam rantai makanan. Studi terbaru mengungkapkan bahwa mikroplastik telah ditemukan di organ manusia, termasuk plasenta, paru-paru, usus besar, dan air susu ibu (Hassan et al., 2024).

Papan komposit adalah produk yang dibuat dari kombinasi dua bahan atau lebih dengan tujuan mendapatkan sifat mekanik dan fisik yang lebih baik dibandingkan bahan asalnya. Jenis papan ini biasanya menggabungkan serbuk atau serat daur ulang (seperti limbah plastik dan serat alam) yang dipadatkan menjadi lembaran papan. Limbah plastik dari tutup botol bekas, khususnya jenis PP (Polypropylene) dan PET, sering digunakan sebagai bahan dasar papan komposit karena ketersediaannya dan sifat termoplastiknya (Pojo, 2018). Gambar 1 menunjukkan limbah tutup botol dan cacahan tutup botol yang akan diolah menjadi papan komposit. Proses umum pembuatan papan komposit melibatkan pencampuran limbah plastik dengan bahan pengisi seperti serbuk kayu, serat alam, atau filler mineral, kemudian dicetak dengan teknik cetak tekan panas pada suhu tertentu agar plastik meleleh dan merekatkan bahan pengisi. Metode ini menghadirkan efisiensi termal dan mekanik yang baik untuk menghasilkan produk kuat dan stabil secara dimensi (Hernady & Mardan, 2021).



(a)



(b)

Gambar 1.(a) Limbah tutup botol: dan (b) cacahan tutup botol

Papan komposit yang menggunakan limbah plastik dan serat alam memiliki karakteristik penting seperti densitas, kadar air, kemampuan menahan beban (modulus elastisitas dan modulus patah), serta stabilitas dimensi. Penambahan serat alam dapat memperbaiki kekuatan mekanik namun juga mempengaruhi kadar air dan kelarutan produk. Standar SNI 03-2105-2006 sering dijadikan acuan dalam menguji kualitas papan komposit tersebut (Okta Viano et al., 2025). Hernady dan Mardan (2021) membuat papan komposit menggunakan limbah kantong plastik (kantong kresek) dan dilakukan dengan metode pemasangan menggunakan media minyak goreng. Limbah plastik sebagai matriks dicampur dengan serat alami seperti bambu, kelapa, dan ijuk sebagai bahan pengisi (*filler*) (Hernady & Mardan, 2021). Pemanfaatan limbah plastik HDPE daur ulang dikombinasikan dengan serat bambu menghasilkan material komposit ramah lingkungan. Proses pembuatannya melibatkan laminasi lapisan HDPE daur ulang dengan serat bambu yang ditekan, menghasilkan bahan yang cocok untuk furnitur ringan seperti meja dan lemari (Solahudin et al., 2025). Viano dkk. (2025) memanfaatkan bahan lokal dan limbah terbarukan berupa sabut kelapa dan plastik PET untuk membuat papan komposit (Okta Viano et al., 2025). Penelitian ini dilakukan untuk mencari alternatif pemanfaatan limbah pertanian dan plastik *non-degradable* menjadi produk bernilai guna seperti papan komposit, sehingga berkontribusi pada pengurangan limbah dan pengembangan material ramah lingkungan.

Limbah tutup botol berbahan PP dan PET dapat diolah menjadi bahan baku papan komposit dengan proses penggilingan dan pencampuran dengan bahan pengisi lain. Kelebihan penggunaan tutup botol bekas adalah menyediakan bahan termoplastik yang mudah diproses dan mendukung

pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan. Material ini mengurangi dampak lingkungan dari limbah plastik sekaligus memanfaatkan keunggulan mekanik serat bambu yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan.

3. Metodologi Penelitian

Kegiatan pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat terbagi menjadi tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan tahap monitoring. Berikut adalah rincian tiap tahapan yang akan dilaksanakan:

1) Tahap Persiapan

a. Observasi awal

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui data terkait jumlah limbah tutup botol yang diperoleh di TPS3R Girirejo. Dari data observasi awal akan diperoleh gambaran secara utuh teknologi yang akan diterapkan untuk memanfaatkan tutup botol bekas menjadi produk yang ekonomis.

b. Perencanaan dan Pembuatan Alat

Pada tahapan ini dilakukan perancangan dari alat cetak produk dari tutup botol bekas dengan mengambil referensi dari teknologi yang pernah diterapkan pada skala laboratorium. Teknologi yang akan diterapkan mengacu pada potensi jenis limbah tutup botol yang banyak diperoleh pada TPS3R Girirejo.

c. Penyusunan program pelatihan penerapan teknologi

Tahapan dilakukan agar kegiatan yang dilaksanakan menjadi lebih teratur dan terarah. Program ini meliputi semua hal-hal yang bersifat teknis, manajerial dan penjadwalan (time schedule).

d. Penyusunan modul pelatihan

Modul pelatihan meliputi teknik pendampingan, teknologi yang diterapkan, penanganan dan penyuluhan berkesinambungan.

e. Sosialisasi program penerapan

Kegiatan sosialisasi ini dilakukan agar terdapat pemahaman dan persamaan persepsi tentang tujuan kegiatan penerapan teknologi.

2) Tahap Pelaksanaan

a. Sosialisasi teknologi alat cetak tutup botol bekas Sosialisasi bertujuan untuk menjelaskan lebih rinci tentang tujuan dan manfaat perawatan teknologi alat cetak tutup botol bekas serta memberikan penjelasan materi tentang pengoperasian alat. Modul cara pengoperasian alat cetak akan dibagikan dan dijelaskan secara rinci.

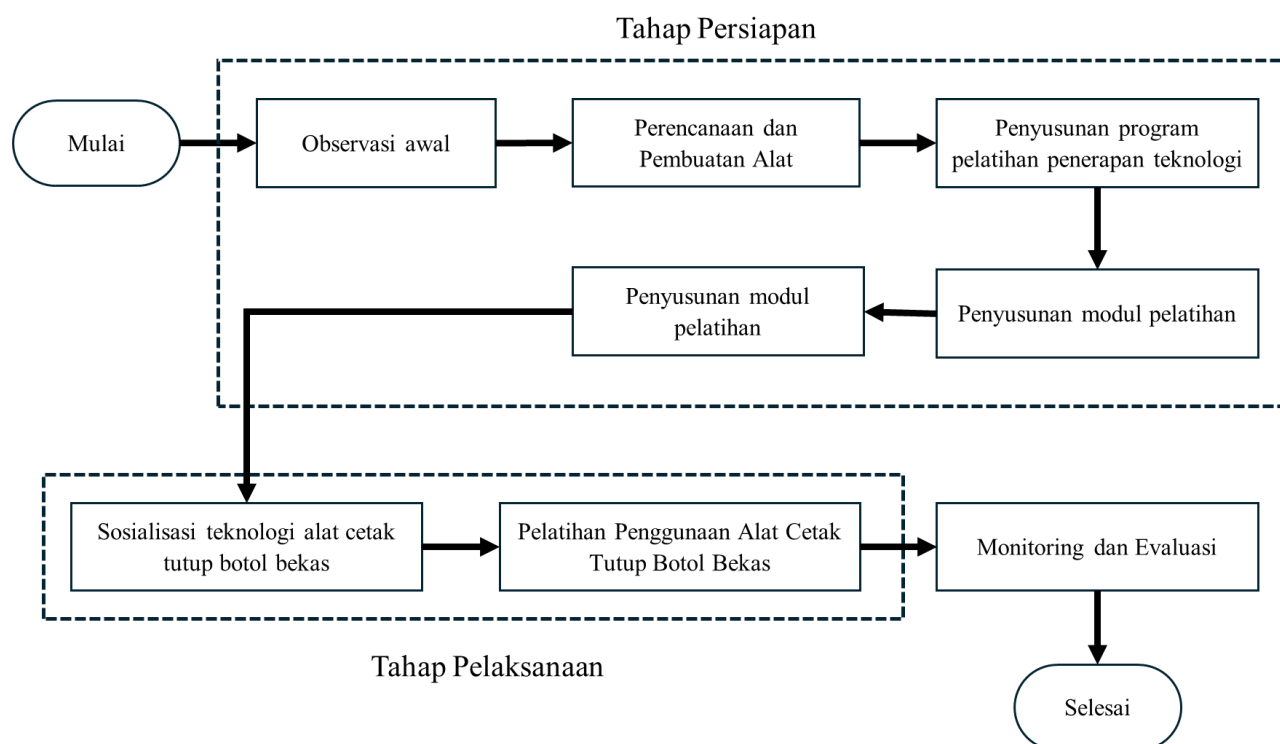
b. Pelatihan Penggunaan Alat Cetak Tutup Botol Bekas Pelatihan ini adalah tindak lanjut dari pada kegiatan sosialisasi yang telah dilaksanakan. Pelatihan ini melalui metode praktek langsung di lapangan. Mitra yang telah diberikan teori yang ada pada modul kemudian langsung melakukan praktek menggunakan alat cetak tutup botol bekas.

3) Tahap Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan secara intensif setelah kegiatan berlangsung untuk memastikan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai rencana. Evaluasi dilakukan sejalan dengan kegiatan monitoring, sehingga jika ada kendala akan segera diselesaikan. Data pada tahap monitoring dan evaluasi dikumpulkan melalui observasi langsung untuk memastikan alat digunakan sesuai prosedur, mencatat pola kerja pengelola, dan menilai kualitas produk yang dihasilkan. Kuesioner disebarkan kepada peserta pelatihan dan pengelola TPS3R untuk mengukur tingkat pemahaman teknis, kemudahan penggunaan alat, serta persepsi terhadap manfaat teknologi. Log sheet produksi digunakan secara rutin untuk mencatat jumlah limbah tutup botol yang diproses, waktu operasional alat, tingkat keberhasilan cetakan, dan jumlah produk yang layak jual. Wawancara

dilakukan dengan pengelola TPS3R, perangkat desa, dan masyarakat yang terlibat dalam pelatihan untuk menggali kendala, kebutuhan perbaikan, dan rekomendasi pengembangan program. Tahapan monitoring dan evaluasi ini melibatkan tim pengabdian dari perguruan tinggi, pengelola TPS3R Girimulya dan perangkat Desa Girirejo. Kolaborasi seluruh pihak ini memastikan proses evaluasi berjalan menyeluruh, akurat, dan mencerminkan kondisi lapangan secara nyata.

Diagram tahapan kegiatan pelaksanaan program kemitraan masyarakat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Tahapan Kegiatan Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Persiapan Kegiatan

Hasil observasi awal kegiatan menunjukkan bahwa potensi pemanfaatan limbah plastik, khususnya tutup botol bekas, di wilayah tersebut masih belum dioptimalkan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, sebagian besar limbah plastik hanya dikumpulkan dan dijual dalam bentuk mentah tanpa melalui proses pengolahan yang memberikan nilai tambah ekonomi. Selain itu, fasilitas pengelolaan di TPS3R Girimulya telah berfungsi cukup baik dalam pemilahan dan pengumpulan sampah, namun belum dilengkapi dengan teknologi sederhana yang dapat digunakan untuk proses daur ulang kreatif.

Dari hasil wawancara dengan pengelola dan masyarakat sekitar, diperoleh informasi bahwa terdapat antusiasme dan kesediaan untuk belajar mengenai teknologi pengolahan limbah menjadi produk bernilai guna. Hal ini menunjukkan adanya peluang besar untuk meningkatkan keterampilan masyarakat dalam bidang inovasi berbasis lingkungan. Observasi ini juga mengidentifikasi perlunya pelatihan dan pendampingan terkait teknik pencacahan, pencetakan, serta desain produk hasil daur ulang. Dengan demikian, hasil observasi awal ini menjadi dasar penting untuk perancangan kegiatan pengabdian yang berfokus pada penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah plastik secara berkelanjutan dan produktif. Berdasarkan hasil observasi awal, dirancang alat yang berfungsi untuk mendukung proses pengolahan limbah tutup botol plastik menjadi bahan siap cetak. Tahap perencanaan meliputi identifikasi komponen utama alat, seperti sistem pencacah, pemanas, dan pencetak sederhana, yang dapat dibuat menggunakan bahan lokal dengan biaya terjangkau. Gambar

3 memperlihatkan gambar rancangan alat cetak tekan panas limbah tutup botol menjadi papan komposit.



Gambar 3. Desain Alat Cetak dengan Metode Tekan Panas : (a) Desain Alat, dan (b) Alat

Alat cetak tekan panas limbah tutup botol menjadi papan komposit yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk mengolah tutup botol plastik menjadi papan komposit dengan kapasitas produksi sekitar 300 hingga 500 gram cacahan plastik per siklus. Rangka alat cetak dibuat dari besi hollow, sedangkan pelat pemanas dan cetakannya menggunakan baja karbon serta stainless steel tahan panas untuk memastikan distribusi suhu yang stabil. Alat ini beroperasi pada rentang suhu 160 hingga 220°C, sesuai titik leleh HDPE dan PP yang menjadi bahan utama tutup botol. Cetakan berukuran 20 × 20 cm memungkinkan pembentukan papan dengan ketebalan 5–10 mm. Setiap siklus proses membutuhkan waktu sekitar 40 hingga 60 menit, termasuk pemanasan, pengepresan, dan pendinginan. Sumber energinya berasal dari listrik 220V dengan elemen pemanas berdaya 800 hingga 1200 watt, sehingga alat ini tetap efisien dan mudah dioperasikan oleh masyarakat di TPS3R Girimulya.

Proses pembuatan alat dilakukan secara bertahap, dimulai dari perakitan mesin pencacah berbasis motor listrik untuk memperkecil ukuran tutup botol bekas. Selanjutnya, dirancang sistem pemanas menggunakan elemen pemanas listrik dengan pengatur suhu guna mencairkan hasil cacahan plastik. Tahap akhir berupa pembuatan cetakan logam sederhana untuk membentuk produk sesuai desain yang diinginkan. Seluruh proses dirancang agar alat mudah dioperasikan oleh masyarakat dengan tingkat keterampilan dasar. Perencanaan dan pembuatan alat ini diharapkan mampu meningkatkan kapasitas produksi serta mendukung pengelolaan limbah plastik secara kreatif, produktif, dan berkelanjutan di lingkungan TPS3R Girimulya.

Produk dibuat dengan metode cetak tekan panas. Langkah pertama dalam pembuatan yaitu dengan memanaskan alat cetak tekan panas selama 1 jam agar mencapai suhu yang diinginkan. Langkah selanjutnya yaitu menata matriks bagian bawah yang telah ditimbang ke dalam cetakan yang sudah dilapisi alumunium foil dan meletakkan serat yang sudah ditekan, matriks bagian atas kemudian ditutup menggunakan penutup atas cetakan. Kemudian jika suhu telah mencapai suhu yang diinginkan dilakukan penekanan pada cetakan sampai dengan waktu yang sudah ditentukan. Kemudian langkah selanjutnya yaitu mendinginkan cetakan dengan cara diangin-anginkan dengan bantuan kipas angin. Tujuan lain dari penekanan adalah untuk meratakan resin ke serat dan mengeluarkan void pada komposit. Cetakan yang berisi produk kemudian didiamkan hingga dingin, supaya tidak terjadi lengkungan pada produk.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan struktur modul yang mencakup bagian pendahuluan, tujuan pelatihan, uraian materi, prosedur praktikum, serta evaluasi kegiatan. Materi disusun secara

aplikatif agar mudah dipahami, meliputi pengenalan jenis plastik, teknik pencacahan, proses pemanasan, pencetakan, dan strategi pemasaran produk hasil daur ulang. Modul dilengkapi dengan ilustrasi, foto proses, dan panduan keselamatan kerja untuk meningkatkan pemahaman visual peserta. Setelah disusun, modul diuji coba secara terbatas guna memastikan kejelasan materi dan kelayakan penerapannya dalam pelatihan. Dengan demikian, modul pelatihan ini menjadi instrumen penting dalam mendukung transfer pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat dalam pengelolaan limbah plastik secara kreatif dan berkelanjutan.

4.2. Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan sosialisasi teknologi alat cetak tutup botol bekas merupakan aspek krusial dalam upaya penerapan teknologi ramah lingkungan di masyarakat. Proses sosialisasi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan limbah tutup botol sebagai bahan baku pembuatan produk bernilai tambah. Sosialisasi diawali dengan identifikasi pemangku kepentingan di TPS3R Girimulya, termasuk pengelola TPS3R, kelompok masyarakat, dan kader lingkungan sekitar yang akan menjadi agen perubahan. Langkah awal sosialisasi adalah penyampaian informasi secara sistematis mengenai pentingnya pengelolaan limbah plastik, khususnya tutup botol bekas, sebagai sumber daya yang dapat diolah menjadi produk baru. Penjelasan ini mencakup potensi lingkungan dan ekonomi yang diperoleh melalui teknologi cetak yang dikembangkan. Metode penyampaian menggunakan pendekatan partisipatif berupa pertemuan langsung, diskusi kelompok, dan demonstrasi alat, sehingga memungkinkan masyarakat untuk memahami secara praktis fungsi dan operasional mesin cetak. Gambar 4 menunjukkan pelaksanaan kegiatan pembuatan papan komposit dari limbah tutup botol bekas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Pelaksanaan kegiatan: (a) Peserta kegiatan pelatihan, (b) Penjelasan cara mengoperasikan alat, (c) Praktik pemakaian alat, (d) Papan hasil praktik

Tahapan selanjutnya adalah pelatihan teknis operasional alat cetak yang melibatkan masyarakat secara langsung. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta dalam mengoperasikan peralatan hasil rancangan program, sehingga mereka memiliki keterampilan yang memadai dalam proses pengolahan limbah plastik menjadi produk bernilai guna. Pelatihan dilakukan melalui pendekatan praktik langsung (*hands-on training*) agar peserta memahami setiap tahap proses, mulai dari pencacahan, pemanasan, hingga pencetakan bahan plastik.

Selain aspek operasional, pelatihan juga memberikan pengetahuan tentang prosedur perawatan alat untuk menjaga kinerja dan umur pemakaian yang optimal. Peserta diajarkan cara melakukan pembersihan, pengecekan komponen mekanik, serta pengaturan suhu pemanas sesuai jenis bahan plastik yang digunakan. Materi tambahan mengenai pengendalian mutu produk turut diberikan untuk memastikan hasil cetakan memiliki bentuk, kekuatan, dan estetika yang konsisten. Dengan pelatihan ini, diharapkan masyarakat mampu mengelola proses produksi secara mandiri, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan nilai ekonomi dari limbah plastik melalui penerapan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan alat dan pengendalian mutu produk untuk menjaga keberlanjutan penerapan teknologi ini.

Pelaksanaan kegiatan pelatihan mendapatkan respons positif dari masyarakat, yang tercermin dari tingkat partisipasi dan kehadiran pada seluruh rangkaian kegiatan. Total peserta yang terlibat berjumlah 22 orang, terdiri atas pengurus TPS3R, ibu rumah tangga, dan pemuda Karang Taruna. Uji coba alat yang dilakukan selama kegiatan menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat baik. Uji fungsi alat cetak berjalan stabil selama 45 menit dengan tingkat keberhasilan mencapai 95 persen. Uji pencetakan produk, yang melibatkan 20 percobaan produksi dan menunjukkan 18 hasil cetakan berhasil terbentuk secara sempurna, menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 90 persen. Selain itu, uji keselamatan penggunaan alat memperlihatkan tidak adanya insiden selama proses demonstrasi dan praktik sehingga tingkat keberhasilan keselamatan mencapai 100 persen. Hal ini menunjukkan bahwa alat cetak yang digunakan layak untuk dioperasikan oleh masyarakat setelah melalui pelatihan praktis yang memadai.

4.3. Monitoring dan Evaluasi

Tahap monitoring mencakup pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif yang meliputi jumlah limbah tutup botol yang diolah, volume produk yang dihasilkan, serta frekuensi penggunaan alat oleh pengguna. Selain itu, aspek teknis seperti kondisi alat, faktor efisiensi produksi, dan kendala operasional juga dicatat secara mendetail. Data tersebut diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara dengan pengelola TPS3R dan pelaku usaha, serta dokumentasi visual proses produksi. Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas penerapan teknologi dalam mendukung pengelolaan limbah dan pemberdayaan masyarakat. Evaluasi ini melibatkan analisis data hasil monitoring, *feedback* dari peserta pelatihan, dan dampak sosial ekonomi yang muncul. Indikator evaluasi mencakup peningkatan kapasitas sumber daya manusia, keberlanjutan produksi, serta perubahan perilaku masyarakat terhadap pengelolaan sampah plastik. Selain itu, aspek lingkungan seperti pengurangan limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir juga dianalisis untuk mengukur dampak ekologis program.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penerapan teknologi cetak tutup botol bekas mendukung pembentukan siklus ekonomi sirkular di tingkat lokal. Partisipasi aktif masyarakat dan keterampilan teknis meningkat signifikan, yang berkontribusi pada produktivitas dan kualitas produk akhir. Namun, evaluasi juga mengidentifikasi beberapa kendala, antara lain keterbatasan sumber daya bahan baku dan kebutuhan pemeliharaan alat secara intensif. Rekomendasi tindak lanjut meliputi peningkatan pelatihan teknis, penguatan jaringan distribusi produk, serta pengembangan inovasi alat untuk memperbaiki efisiensi produksi. Target dan Indikator Keberhasilan untuk Evaluasi Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Target dan Indikator Keberhasilan untuk Evaluasi Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

| No | Aspek Kegiatan | Target Keberhasilan | Indikator Evaluasi |
|----|--|---|---|
| 1 | Observasi Awal dan Identifikasi Masalah | Teridentifikasinya kondisi eksisting, potensi, dan kebutuhan masyarakat terkait pengelolaan limbah plastik. | Adanya laporan hasil observasi yang memuat data permasalahan, peluang, dan kesiapan masyarakat terhadap program. |
| 2 | Perencanaan dan Pembuatan Alat | Terwujudnya alat pengolah limbah tutup botol bekas yang sesuai kebutuhan dan mudah dioperasikan. | Alat dapat berfungsi optimal, digunakan oleh masyarakat, dan menghasilkan produk sesuai desain. |
| 3 | Penyusunan Modul Pelatihan | Tersusunnya modul pembelajaran yang aplikatif, kontekstual, dan mudah dipahami oleh peserta. | Modul tervalidasi dan digunakan dalam pelatihan dengan tingkat pemahaman peserta minimal 80%. |
| 4 | Persiapan Sarana dan Prasarana Pelatihan | Tersedianya fasilitas pelatihan yang aman, layak, dan mendukung kegiatan praktik. | Seluruh sarana dan prasarana berfungsi baik dan memenuhi standar keselamatan kerja. |
| 5 | Sosialisasi Program | Meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang pengolahan limbah plastik. | Undangan yang disebarkan sebanyak 25, dan tingkat kehadiran peserta mencapai 22 orang atau $\geq 80\%$. |
| 6 | Pelatihan Teknis Operasional | Masyarakat mampu mengoperasikan alat dan menghasilkan produk dari limbah plastik secara mandiri. | Peserta dapat melakukan proses produksi secara benar dan menghasilkan minimal satu produk layak pakai. Dari 22 peserta yang hadir, 20 peserta (91%) dapat mengoperasikan alat cetak. Sedangkan dari percobaan, dari 20 kali percobaan, produk yang berhasil dibuat secara sempurna sebanyak 18 produk atau 90%. |
| 7 | Evaluasi dan Keberlanjutan Program | Terbentuknya kelompok masyarakat pengelola limbah plastik yang beroperasi secara berkelanjutan. | Adanya tindak lanjut berupa produksi rutin, pembagian peran kerja, dan dukungan lokal terhadap kegiatan. |

Penerapan sistem monitoring dan evaluasi yang terstruktur dan komprehensif berperan penting dalam menjaga kualitas hasil pengabdian serta memastikan teknologi cetak limbah tutup botol dapat diterapkan berkelanjutan di TPS3R Girimulya. Pendekatan ini juga mampu mendorong pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan kapasitas teknis dan kreativitas dalam pengelolaan limbah yang berdampak pada peningkatan kesejahteraan lokal dan pelestarian lingkungan. Gambar 5 menunjukkan kegiatan monitoring dan evaluasi pengabdian kepada masyarakat.



Gambar 5. Kegiatan Monitoring dan Evaluasi

5. Kesimpulan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil mewujudkan rancangan dan implementasi alat cetak tekan panas sederhana untuk mengolah limbah tutup botol menjadi papan plastik daur ulang di TPS 3R Girimulya. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa teknologi tepat guna yang dikembangkan mampu mengolah limbah plastik keras secara langsung di lokasi TPS, menghasilkan produk bernilai guna, serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah berbasis prinsip 3R. Dari sisi sosial, program ini berhasil meningkatkan partisipasi dan kesadaran masyarakat terkait pengelolaan sampah, khususnya limbah plastik. Adapun tantangan yang diidentifikasi mencakup keterbatasan bahan baku yang bervariasi dari segi kualitas dan kuantitas, serta kebutuhan peningkatan kapasitas alat untuk mempercepat proses produksi. Disamping itu, perlu adanya penguatan kelembagaan TPS3R melalui pelatihan lanjutan, dukungan regulasi, dan optimalisasi manajemen internal agar program dapat beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan. Pengembangan kapasitas masyarakat harus terus dilakukan melalui pelatihan berkelanjutan agar keterampilan teknis dan pengelolaan usaha lebih profesional. Peningkatan teknologi alat cetak dan diversifikasi produk dari limbah juga dianjurkan untuk mendukung keanekaragaman dan nilai tambah produk. Selain itu, memperluas jaringan pemasaran serta membangun kemitraan strategis merupakan langkah penting guna meningkatkan daya saing produk di pasar lokal maupun regional. Untuk mendukung keberlanjutan dan pengembangan program, disarankan peningkatan kapasitas alat, diversifikasi produk, pendampingan lanjutan dalam manajemen usaha kecil, serta penguatan jejaring kerja sama antar pemangku kepentingan dalam pengelolaan limbah terpadu.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada mitra pengabdian Pemerintah Desa Girirejo dan Pengurus TPS3R Giri Mulya Desa Girirejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang atas bantuan dan kerjasamanya. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Indonesia melalui skema pengabdian unggulan Tahun Anggaran 2024.

Daftar Pustaka

- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., & Hilleary, M. A. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369(6510), 1515-1518. <https://doi.org/DOI: 10.1126/science.aba3656>
- Dhamayanthi, W., YA, R. P., Wardani, D. K., Andini, P., Hudori, H. A., Pratama, F. E. A., & Atmajaya, A. W. W. (2024). Pemanfaatan HDPE (High Density Polyethylene) Menjadi Produk Komersial Pada KWT Meuseuraya Sidoarjo. *SEJAGAT: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 47-55. <https://doi.org/10.25047/sejagat.v1i2.5143>

- Hachem, A., Vox, G., & Convertino, F. (2023). Prospective scenarios for addressing the agricultural plastic waste issue: results of a territorial analysis. *Applied Sciences*, 13(1), 612. <https://doi.org/10.3390/app13010612>
- Hassan, M., Mohanty, A. K., & Misra, M. (2024). 3D printing in upcycling plastic and biomass waste to sustainable polymer blends and composites: A review. *Materials & Design*, 237, 112558. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.112558>
- Hernady, D., & Mardan, M. (2021). Pembuatan dan Pengujian Papan Komposit (Composite Board) Dari Limbah Kantong Plastik (Kantong Kresek). *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.26760/JREM.v1i1.31>
- Insusanty, E., Ratnaningsih, A. T., & Sadjati, E. (2024). Pemanfaatan Sampah Anorganik Untuk Kerajinan Tangan Bagi Nasabah Bank Sampah Lembah Sari, Rumbai. *FLEKSIBEL: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 224-230. <https://doi.org/10.31849/fleksibel.v5i2.22760>
- Kibria, M. G., Masuk, N. I., Safayet, R., Nguyen, H. Q., & Mourshed, M. (2023). Plastic waste: challenges and opportunities to mitigate pollution and effective management. *International Journal of Environmental Research*, 17(1), 20. <https://doi.org/10.1007/s41742-023-00507-z>
- Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, 8(1), 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Mirkarimi, S., Bensaid, S., & Chiaramonti, D. (2022). Conversion of mixed waste plastic into fuel for diesel engines through pyrolysis process: A review. *Applied Energy*, 327, 120040. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120040>
- Okta Viano, R., Marthiana, W., & Arman, R. (2025). Analysis Of the Mechanical Properties of a Polyester Composite Board Made of Coconut Fiber and PET Plastic. *Mesin*, 30(2), 75-95. <https://doi.org/10.5614/MESIN.2025.30.2.1>
- Oliveira, P. R., Dos Santos, J. C., Ribeiro Filho, S. L. M., Torres Ferreira, B., Panzera, T. H., & Scarpa, F. (2020). Eco-friendly sandwich panel based on recycled bottle caps core and natural fibre composite facings. *Fibers and Polymers*, 21(8), 1798-1807. <https://doi.org/10.1007/s12221-020-9818-7>
- Pojoh, B. (2018). Pembuatan Papan Laminating dari Tulangan Bambu Menggunakan Limbah Plastik sebagai Bahan Pengisi dan Perekat. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(2), 117-128. <https://doi.org/10.33749/jpti.v8i2.2164>
- Sardon, H., & Dove, A. P. (2018). Plastics recycling with a difference. *Science*, 360(6387), 380-381. <https://doi.org/10.1126/science.aat4997>
- Smith, E., Bilec, M. M., & Khanna, V. (2023). Evaluating the global plastic waste management system with markov chain material flow analysis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(6), 2055-2065. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c04270.s001>
- Solahudin, D., Zahara, D., Krisna, B., Friyatna, G., & Ardiatma, D. (2025). Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe Sebagai Alternatif Material Komposit Menggunakan Laminasi Serat Bambu. *CBJIS: Cross-Border Journal of Islamic Studies*, 7(1), 142-149. <https://doi.org/10.37567/cbjis.v7i1.3851>
- Ulhasanah, N., Priscillia, C., & Zahra, N. L. (2023). [Timbulan Sampah, TPST, 3R, Mass Balance]. 2023, 21(3), 8. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.704-711>
- Zare, Y. (2013). Recent progress on preparation and properties of nanocomposites from recycled polymers: A review. *Waste Management*, 33(3), 598-604.

Penguatan Budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan Untuk Menciptakan Lingkungan Sekolah Bersih dan Tertib

**Elisa Kusrini^{1)*}, Hartomo Soewardi²⁾, Rezki Amelia Aminuddin A.P³⁾, Chancard Basumerda⁴⁾
Lalu Muhammad Davin Ardiansyah⁵⁾, Zahid Anugrah Muzaffar Rana⁶⁾**

^{1,2,3,4)} Program Studi Doktor Rekayasa Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{5,6)} Program Studi Internasional Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar

^{1,2,3,4,5,6)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

³⁾ Jl. Perintis Kemerdekaan No.KM.9, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

Email: elisakusrini@uii.ac.id

ABSTRAK

Lingkungan belajar yang bersih dan tertib menjadi faktor penting dalam menciptakan suasana belajar yang nyaman dan produktif. Namun, masih banyak sekolah yang belum memiliki budaya kerja yang terstruktur dalam menjaga kebersihan dan keteraturan. Program pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan dan menguatkan budaya 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) di Sekolah Menengah Kejuruan X Pahang, Kuantan. Metode kegiatan meliputi observasi awal, sosialisasi dan pelatihan 5S, implementasi lapangan, serta monitoring dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan kebersihan lingkungan sekolah sebesar 65% berdasarkan hasil observasi sebelum dan sesudah program, serta peningkatan partisipasi aktif warga sekolah hingga 80% dalam kegiatan rutin 5S. Selain itu, kesadaran siswa dan guru terhadap pentingnya kedisiplinan meningkat signifikan, yang terlihat dari konsistensi penerapan jadwal kebersihan dan keteraturan ruang kelas. Program ini juga membangun partisipasi aktif seluruh warga sekolah dan memperkuat rasa tanggung jawab kolektif terhadap lingkungan belajar. Kendala yang dihadapi berupa kurangnya konsistensi awal dalam penerapan 5S, namun dapat diatasi melalui evaluasi dan pendampingan berkelanjutan. Program ini diharapkan menjadi awal terbentuknya budaya kerja bersih dan tertib yang berkelanjutan di lingkungan SMK X Pahang, Kuantan.

Kata kunci: Budaya 5S, Kebersihan Sekolah, Kedisiplinan, Lingkungan Belajar, Partisipasi Siswa

ABSTRACT

A clean and orderly learning environment is an important factor in creating a comfortable and productive learning atmosphere. However, many schools still do not have a structured work culture in maintaining cleanliness and order. This community service program aims to implement and strengthen the 5S culture (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) at Vocational High School X Pahang, Kuantan. The activity methods include initial observation, 5S socialization and training, field implementation, and monitoring and evaluation. The results of the activity show an increase in school environmental cleanliness by 65% based on the results of observations before and after the program, as well as an increase in active participation of the school community by up to 80% in routine 5S activities. In addition, student and teacher awareness of the importance of discipline has increased significantly, as seen from the consistent implementation of the cleaning schedule and the orderliness of the classroom. This program also builds active participation of all school residents and strengthens a sense of collective responsibility for the learning environment. The obstacles faced were a lack of initial consistency in the implementation of 5S, but this can be overcome through ongoing evaluation and mentoring. This program is expected to be the beginning of the formation of a sustainable clean and orderly work culture in the SMK X Pahang, Kuantan environment.

Keyword: 5S Culture, School Cleanliness, Discipline, Learning Environment, Student Participation

1. Pendahuluan

Lingkungan sekolah yang bersih, teratur, dan tertib merupakan salah satu faktor krusial dalam mendukung terciptanya suasana belajar yang nyaman, efektif, dan menyenangkan bagi siswa maupun guru. Lingkungan fisik yang tidak tertata dengan baik, seperti ruang kelas yang berantakan, area umum yang kotor, serta peralatan yang tidak tersusun secara sistematis, dapat berdampak negatif terhadap motivasi belajar siswa, efektivitas proses pembelajaran, dan kenyamanan kerja tenaga pendidik. Lingkungan yang kurang terawat juga dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan menurunkan citra sekolah di mata masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai pendekatan telah diterapkan, salah satunya adalah penerapan budaya kerja 5S yang berasal dari Jepang. 5S merupakan singkatan dari lima konsep dasar, yaitu *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Rajin). Penerapan 5S bertujuan untuk menciptakan tempat kerja atau lingkungan yang terorganisir, bersih, dan efisien melalui pembentukan kebiasaan kerja yang disiplin dan konsisten.

Berbagai penelitian terdahulu membuktikan bahwa penerapan 5S di lingkungan pendidikan dapat meningkatkan kesadaran siswa dan guru dalam menjaga kebersihan dan keteraturan. Hasil studi oleh Susanti dan Jannah menunjukkan bahwa penerapan 5S di sekolah berkontribusi pada peningkatan disiplin, penurunan jumlah kecelakaan ringan di sekolah, serta menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif dan terorganisir (Susanti & Jannah, 2025). Sekolah yang menerapkan 5S secara konsisten mampu membentuk budaya positif dalam menjaga lingkungan yang nyaman dan mendukung peningkatan hasil belajar siswa (Panjaitan et al., 2024; Priventa et al., 2024; Susanti & Jannah, 2025).

SMK X di Pahang, Kuantan, Malaysia, merupakan salah satu sekolah yang menghadapi tantangan dalam menjaga kebersihan dan keteraturan lingkungan belajar. Kondisi yang kurang terorganisir seperti penempatan peralatan yang tidak teratur, area yang jarang dibersihkan, serta rendahnya kesadaran siswa dalam menjaga kebersihan menjadi masalah yang perlu segera diatasi. Berdasarkan hasil observasi awal, ditemukan bahwa kurangnya sistem yang terstruktur dalam mengelola kebersihan dan tata letak fasilitas sekolah menjadi salah satu penyebab utama permasalahan tersebut.

Tabel 1. Checklist Kondisi Awal (Sebelum Penerapan 5S) di SMK X Pahang, Kuantan

| Area Observasi | <i>Seiri</i> (Ringkas) | <i>Seiton</i> (Rapi) | <i>Seiso</i> (Resik) | <i>Seiketsu</i> (Rawat) | <i>Shitsuke</i> (Disiplin) | Skor (%) | Keterangan |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|---|---|-------------------------------------|----------|---|
| Ruang Kelas | Sebagian barang tidak terpakai sudah dipilah (✓) | Tata letak meja belum seragam (✗) | Dibersihkan hanya saat jadwal piket (✗) | Belum ada jadwal kebersihan tetap (✗) | Kesadaran siswa mulai tumbuh (✓) | 45 | Sudah ada upaya dasar, tapi belum konsisten |
| Laboratorium | Alat dan bahan sebagian besar tersusun (✓) | Label penyimpanan belum lengkap (✗) | Pembersihan tidak rutin (✗) | Tidak ada standar kebersihan (✗) | Petugas cukup disiplin (✓) | 50 | Sudah terorganisir sebagian, perlu perbaikan label dan kebersihan |
| Ruang Guru | Arsip masih menumpuk (✗) | Penataan meja cukup rapi (✓) | Area dibersihkan mingguan (✓) | Tidak ada sistem rotasi kebersihan (✗) | Kesadaran kebersihan cukup baik (✓) | 55 | Kondisi relatif baik namun belum berkelanjutan |
| Halaman Sekolah | Barang bekas sebagian sudah disingkirkan (✓) | Area taman belum tertata baik (✗) | Sampah daun masih sering menumpuk (✗) | Tidak ada jadwal kebersihan (✗) | Partisipasi siswa masih rendah (✗) | 40 | Area terbuka masih butuh perhatian khusus |
| Area Umum (Kantin, Koridor) | Barang pribadi masih berserakan (✗) | Penataan meja kursi cukup baik (✓) | Lantai dibersihkan setiap pagi (✓) | Tidak ada standar kebersihan tertulis (✗) | Pengguna kurang konsisten (✗) | 45 | Kebersihan mulai dijaga, tapi belum terstandar |

Melihat kondisi ini, kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menguatkan budaya kerja bersih dan tertib di lingkungan SMK X Pahang, Kuantan melalui penerapan konsep 5S secara menyeluruh. Program ini dirancang untuk meningkatkan partisipasi aktif seluruh warga sekolah, mulai dari siswa, guru, hingga staf tata usaha, dalam menjaga dan memelihara lingkungan sekolah yang bersih, rapi, dan nyaman. Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat membentuk kebiasaan positif serta meningkatkan kesadaran kolektif terhadap pentingnya disiplin dan keteraturan dalam lingkungan pendidikan.

Kontribusi dari kegiatan ini tidak hanya memberikan dampak jangka pendek berupa perbaikan kebersihan dan kerapian sekolah, tetapi juga diharapkan dapat memberikan dampak jangka panjang berupa pembentukan budaya kerja yang tertanam kuat dalam kehidupan sehari-hari seluruh warga sekolah. Dengan demikian, program ini diharapkan dapat menjadi model penerapan 5S yang dapat direplikasi di sekolah-sekolah lain di wilayah Pahang, Kuantan, maupun di luar daerah tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

Konsep 5S berasal dari filosofi manajemen Jepang yang menekankan pentingnya ketertiban dan efisiensi di tempat kerja melalui lima prinsip dasar: *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Disiplin). Menurut Hirano (1995), 5S bukan sekadar metode pembersihan fisik, tetapi merupakan sistem manajemen visual yang membantu membangun kebiasaan kerja efektif dan disiplin diri. Secara teoretis, konsep ini berakar pada teori manajemen mutu total (*Total Quality Management/TQM*), yang menekankan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement* atau *Kaizen*) dan keterlibatan seluruh anggota organisasi dalam menjaga kualitas lingkungan kerja (Imai, 1986).

Selain itu, penerapan 5S dalam konteks pendidikan memiliki keterkaitan dengan teori perilaku organisasi dan pembentukan kebiasaan (*Habit Formation Theory*), di mana perilaku positif seperti menjaga kebersihan dan kerapian dapat terbentuk melalui pengulangan, teladan, dan penguatan sosial (Lally & Gardner, 2013). Menurut teori ini, lingkungan yang tertata tidak hanya mendukung efisiensi fisik tetapi juga membantu membentuk pola pikir disiplin dan tanggung jawab kolektif di kalangan siswa.

Secara psikologis, penerapan budaya 5S juga dapat dijelaskan melalui teori lingkungan belajar (*Learning Environment Theory*) yang dikemukakan oleh Fraser (1998). Teori ini menegaskan bahwa kondisi fisik dan sosial lingkungan belajar memiliki pengaruh langsung terhadap motivasi, kenyamanan, dan hasil belajar siswa. Lingkungan yang bersih, rapi, dan teratur menciptakan rasa aman serta meningkatkan konsentrasi dalam proses belajar. Dengan demikian, penerapan 5S tidak hanya menghasilkan perubahan fisik, tetapi juga memperkuat aspek afektif dan kognitif dalam kegiatan pembelajaran.

Dalam konteks pendidikan karakter, prinsip *Shitsuke* (Disiplin) juga sejalan dengan teori pembiasaan moral (*Moral Habituation Theory*) dari Aristoteles, yang menekankan bahwa kebajikan dapat ditumbuhkan melalui pembiasaan perilaku baik dalam kehidupan sehari-hari. Melalui rutinitas 5S, siswa belajar untuk mempraktikkan nilai-nilai kedisiplinan, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap lingkungan sebagai bagian dari proses pembentukan karakter (Lickona, 2004).

Beberapa penelitian empiris memperkuat relevansi teori-teori tersebut dalam penerapan 5S di sekolah. Rahman et al. (2020) melaporkan bahwa penerapan 5S meningkatkan efisiensi kegiatan belajar hingga 35% dan menumbuhkan rasa tanggung jawab kolektif siswa terhadap kebersihan lingkungan kelas. Yusof dan Jamaludin (2019) menambahkan bahwa penerapan prinsip 5S juga meningkatkan komunikasi dan kerja sama antarwarga sekolah. Sementara itu, Zainal et al. (2020) menegaskan bahwa keberhasilan 5S sangat bergantung pada dukungan manajemen sekolah, pelatihan berkelanjutan, dan pengawasan rutin.

Secara teoretis dan empiris, penerapan budaya kerja 5S di sekolah dapat dipahami sebagai strategi pembentukan lingkungan belajar yang kondusif, efisien, dan berkarakter. Penerapan ini

mengintegrasikan prinsip manajemen mutu, teori perilaku, dan pendidikan karakter, yang secara keseluruhan mendukung tujuan pendidikan holistik—yakni pengembangan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa melalui kebiasaan positif yang berkelanjutan.

3. Metodologi Penelitian

Metodologi Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan partisipatif dan kolaboratif yang melibatkan seluruh elemen sekolah, termasuk siswa, guru, dan staf tata usaha di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) X Pahang, Kuantan. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini terdiri dari beberapa tahapan yang terstruktur untuk memastikan penerapan budaya 5S berjalan dengan efektif dan berkelanjutan.

3.1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

a. Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan terkait kebersihan dan keteraturan lingkungan sekolah. Tim pengabdian melakukan peninjauan langsung ke beberapa lokasi seperti ruang kelas, laboratorium, ruang guru, area umum, dan fasilitas lainnya. Pada tahap ini, tim mencatat area yang memerlukan perbaikan, pola perilaku warga sekolah terkait kebersihan, serta potensi pengembangan budaya 5S.

b. Sosialisasi dan Pelatihan Budaya 5S

Setelah permasalahan teridentifikasi, tim melaksanakan kegiatan sosialisasi kepada seluruh warga sekolah. Sosialisasi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya budaya 5S serta manfaatnya dalam menciptakan lingkungan belajar yang nyaman dan tertib. Materi sosialisasi meliputi:

- Pengenalan prinsip 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*).
- Langkah-langkah praktis penerapan 5S di sekolah.
- Video edukasi dan studi kasus penerapan 5S di sekolah lain.
- Diskusi dan tanya jawab.

Selanjutnya, dilakukan pelatihan penerapan 5S secara langsung yang dipandu oleh tim pengabdian. Seluruh warga sekolah dilibatkan dalam simulasi dan praktik penerapan 5S di berbagai area.

c. Implementasi 5S di Lapangan

Implementasi budaya 5S dilaksanakan secara bertahap dengan membentuk kelompok kerja berdasarkan area yang menjadi tanggung jawab masing-masing (Saragih et al., 2024). Kegiatan yang dilakukan meliputi:

- *Seiri* (Sortir): Memilah barang yang diperlukan dan tidak diperlukan di setiap area.
- *Seiton* (Susun): Menyusun barang sesuai dengan tempat dan fungsi agar mudah diakses.
- *Seiso* (Sapu): Melakukan pembersihan rutin di seluruh area sekolah.
- *Seiketsu* (Standarisasi): Menetapkan standar tata letak dan jadwal pembersihan.
- *Shitsuke* (Disiplin): Membentuk kebiasaan dan komitmen untuk menjaga keteraturan secara berkelanjutan.

d. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan setiap minggu oleh tim pengabdian bersama tim 5S sekolah yang telah dibentuk. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan pelaksanaan prinsip 5S serta memberikan pendampingan langsung di setiap area sekolah. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan 5S melalui:

- Observasi langsung pada lima area utama sekolah (ruang kelas, laboratorium, ruang guru, halaman, dan area umum);
- Dokumentasi foto kondisi lingkungan; dan

- Wawancara dengan siswa, guru, serta staf sekolah untuk menggali persepsi dan tingkat partisipasi mereka.

Selain itu, evaluasi juga menggunakan indikator dan instrumen penilaian terukur, meliputi:

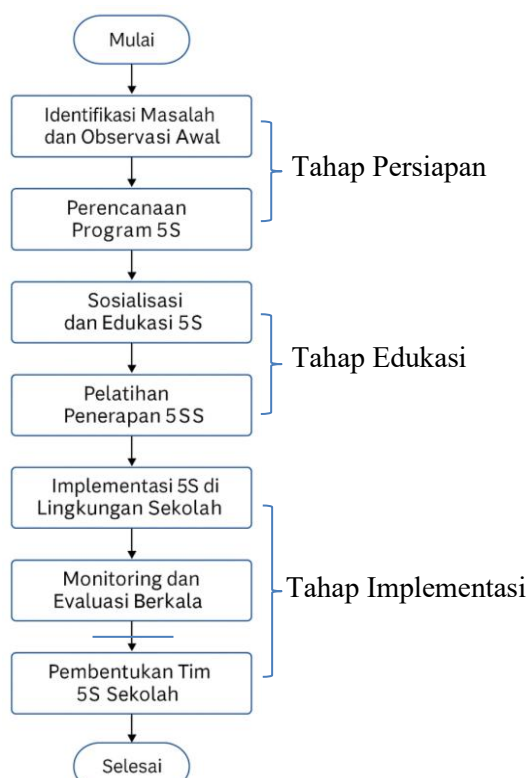
- Checklist 5S, untuk menilai sejauh mana setiap unsur 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) diterapkan pada masing-masing area sekolah.
- Penilaian skoring kondisi lingkungan, menggunakan skala 1–5 untuk mengukur aspek kebersihan, kerapian, dan keteraturan.
- Survei kepedulian dan partisipasi siswa, yang menilai perubahan sikap dan kesadaran terhadap pentingnya penerapan 5S sebelum dan sesudah program.
- Hasil dari ketiga indikator tersebut kemudian dibandingkan untuk melihat peningkatan kondisi fisik lingkungan dan perubahan perilaku warga sekolah dalam menerapkan budaya kerja yang bersih, tertib, dan berdisiplin.

3.2. Partisipasi Mitra

Kegiatan pengabdian ini melibatkan partisipasi aktif dari:

- Siswa: Sebagai pelaksana utama di setiap area yang menjadi tanggung jawabnya.
- Guru dan Staf: Sebagai pembina dan pengawas pelaksanaan kegiatan 5S.
- Manajemen Sekolah: Memberikan dukungan kebijakan, fasilitas, dan pembentukan tim 5S sekolah

Kolaborasi yang baik antara tim pengabdian dan warga sekolah menjadi kunci utama dalam keberhasilan kegiatan ini.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dengan tema *Penguatan Budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan* dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang terstruktur dan sistematis. Kegiatan diawali dengan tahap identifikasi masalah dan observasi awal yang bertujuan untuk mengetahui

kondisi lingkungan sekolah, baik dari sisi kebersihan, keteraturan, maupun perilaku warga sekolah dalam menjaga lingkungan belajar. Hasil dari observasi tersebut menjadi dasar dalam menyusun perencanaan program 5S yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik sekolah.

Setelah perencanaan tersusun, kegiatan dilanjutkan dengan sosialisasi dan edukasi mengenai pentingnya budaya 5S kepada seluruh siswa, guru, dan staf sekolah. Sosialisasi ini bertujuan untuk menumbuhkan kesadaran bersama serta memotivasi seluruh warga sekolah agar aktif terlibat dalam pelaksanaan program. Selanjutnya, dilakukan pelatihan penerapan 5S yang memberikan pemahaman praktis tentang bagaimana cara memilah barang (Seiri), menyusun barang (Seiton), membersihkan area (Seiso), menjaga standar kebersihan (Seiketsu), serta membentuk kebiasaan disiplin (Shitsuke) di lingkungan sekolah.

Setelah pelatihan, program memasuki tahap implementasi 5S secara langsung di lingkungan sekolah. Seluruh warga sekolah mulai menerapkan 5S di area masing-masing seperti ruang kelas, laboratorium, ruang guru, dan area umum. Implementasi ini dilaksanakan secara terstruktur dan melibatkan kerja tim yang solid. Untuk memastikan program berjalan dengan konsisten dan berkelanjutan, dilakukan monitoring dan evaluasi berkala yang bertujuan untuk menilai perkembangan kegiatan serta mengidentifikasi kendala yang muncul selama pelaksanaan. Evaluasi ini juga menjadi sarana untuk melakukan perbaikan berkelanjutan.

Sebagai bentuk komitmen jangka panjang, dibentuk Tim 5S Sekolah yang bertugas mengawal dan mengembangkan program 5S secara mandiri di masa mendatang. Tim ini menjadi ujung tombak dalam menjaga keberlanjutan budaya bersih dan tertib di lingkungan sekolah. Dengan rangkaian kegiatan yang terstruktur tersebut, program PkM diakhiri dengan harapan bahwa budaya 5S akan terus diterapkan dan menjadi bagian dari karakter sekolah yang berkelanjutan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pelaksanaan Kegiatan

Program penguatan budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan, telah dilaksanakan melalui beberapa tahapan penting yang menghasilkan dampak signifikan terhadap kebersihan dan keteraturan lingkungan sekolah. Berikut adalah hasil rinci dari setiap tahapan kegiatan:

- Observasi awal dilakukan untuk memperoleh gambaran nyata kondisi lingkungan sekolah sebelum penerapan program 5S. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada area kelas, laboratorium, ruang guru, halaman sekolah, serta area umum lainnya, ditemukan beberapa permasalahan berikut:
- Penataan Barang Tidak Teratur: Banyak barang dan peralatan di ruang kelas, laboratorium, dan ruang administrasi yang tidak disusun sesuai fungsinya. Barang-barang lama yang sudah tidak digunakan menumpuk dan tidak disortir, menyebabkan keterbatasan ruang gerak.
- Kebersihan yang Kurang Terjaga: Lorong, halaman, dan area umum lainnya kurang terawat, terdapat banyak sampah kecil yang tidak dibuang pada tempatnya, serta area penyimpanan peralatan kebersihan yang kurang terorganisir.
- Kurangnya Kesadaran Siswa: Sebagian besar siswa kurang peduli dengan kebersihan dan penataan lingkungan, terlihat dari kebiasaan meninggalkan sampah sembarangan dan tidak merapikan meja kursi setelah selesai kegiatan belajar.
- Ketidadaan Standar Operasional: Tidak terdapat standar atau panduan tertulis mengenai tata cara menjaga kebersihan dan keteraturan, serta tidak ada sistem jadwal piket yang teratur.

Hasil observasi ini menjadi dasar penting dalam merancang strategi penerapan budaya 5S yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik lingkungan sekolah.

4.2. Hasil Sosialisasi dan Pelatihan Budaya 5S

Kegiatan sosialisasi dan pelatihan budaya 5S dilaksanakan sebagai upaya meningkatkan pemahaman dan motivasi seluruh warga sekolah (Manik et al., 2024; Riyadhi et al., 2025). Hasil yang diperoleh dari tahap ini adalah:

- Peningkatan Pemahaman Teoritis: Siswa, guru, dan staf administrasi memahami definisi, tujuan, dan manfaat penerapan 5S. Penjelasan disampaikan melalui presentasi interaktif, pemutaran video edukasi, dan diskusi kelompok (Akram et al., 2023).
- Simulasi Penerapan: Peserta pelatihan mengikuti simulasi penerapan 5S di beberapa ruang kelas dan area umum, seperti bagaimana memilah barang, menyusun alat, serta menjaga kebersihan lingkungan.
- Kesadaran Kolektif Mulai Terbentuk: Antusiasme peserta dalam sesi pelatihan terlihat dari banyaknya pertanyaan yang diajukan dan kesediaan mereka untuk membentuk tim 5S di masing-masing area.
- Komitmen Bersama: Sekolah membentuk tim internal 5S yang terdiri dari perwakilan siswa, guru, dan staf untuk mengawal penerapan budaya 5S secara berkelanjutan.



Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi

Salah satu capaian utama dari program ini adalah perubahan perilaku yang signifikan pada warga sekolah, khususnya siswa yang menjadi pelaksana utama dalam kegiatan sehari-hari. Sebelum program dilaksanakan, sebagian besar siswa kurang peduli terhadap kebersihan dan kerapian area belajar. Banyak ditemukan barang-barang yang tidak tertata, sudut ruangan yang kotor, serta fasilitas yang tidak terawat dengan baik. Melalui sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan rutin, siswa mulai menyadari pentingnya lingkungan belajar yang bersih dan teratur (Gumintang & Nikmah, 2025).

Perubahan perilaku ini tidak terjadi secara instan, melainkan membutuhkan proses pembiasaan yang konsisten. Siswa yang sebelumnya terbiasa meninggalkan ruang kelas dalam keadaan berantakan, mulai menunjukkan inisiatif untuk membersihkan dan merapikan ruangan setelah kegiatan belajar mengajar selesai. Guru dan staf sekolah juga berperan penting sebagai teladan yang menunjukkan perilaku disiplin dalam menjaga kebersihan. Perubahan ini menjadi modal awal dalam membentuk budaya kerja yang berkelanjutan dan berpotensi terus berkembang menjadi bagian dari karakter warga sekolah.

4.3. Hasil Implementasi Budaya 5S

Tahapan implementasi menjadi inti dari program penguatan budaya 5S. Implementasi dilakukan secara sistematis dan melibatkan seluruh warga sekolah. Hasil yang diperoleh antara lain (Manik et al., 2024; Yin et al., 2025):

- *Seiri* (Ringkas): Barang-barang yang tidak diperlukan disortir dan dipilah. Barang yang masih berguna disimpan dengan baik, sementara barang yang rusak atau tidak terpakai dibuang atau diarsipkan.
- *Seiton* (Rapi): Penataan peralatan di ruang kelas, laboratorium, dan ruang guru menjadi lebih terstruktur. Pemberian label pada rak dan lemari penyimpanan mempermudah proses pencarian barang.
- *Seiso* (Resik): Kegiatan pembersihan dilakukan secara rutin sesuai jadwal yang telah disepakati. Kelas, lorong, halaman, dan toilet menjadi lebih bersih dan nyaman.
- *Seiketsu* (Rawat): Sekolah mulai menyusun standar tata letak ruangan, panduan penyimpanan barang, serta jadwal piket harian dan mingguan untuk memastikan kebersihan dan keteraturan tetap terjaga.
- *Shitsuke* (Rajin/Disiplin): Terbentuk kebiasaan baik dalam menjaga lingkungan, seperti membuang sampah pada tempatnya, merapikan meja setelah belajar, serta melakukan pengecekan kebersihan setiap hari.

Perubahan signifikan mulai terlihat setelah dua minggu implementasi. Lingkungan sekolah menjadi lebih tertib, siswa lebih disiplin, dan suasana belajar menjadi lebih nyaman.

Tabel 2. Checklist Kondisi Sesudah Penerapan 5S di SMK X Pahang, Kuantan

| Area Observasi | Seiri (Ringkas) | Seiton (Rapi) | Seiso (Resik) | Seiketsu (Rawat) | Shitsuke (Disiplin) | Skor Total (%) | Keterangan |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---|----------------|---|
| Ruang Kelas | Barang tidak perlu sudah dipilah (✓) | Tata letak meja seragam dan rapi (✓) | Dibersihkan setiap hari (✓) | Jadwal kebersihan diterapkan konsisten (✓) | Siswa aktif menjaga kebersihan (✓) | 85 | Terjadi peningkatan signifikan dari 45% menjadi 85% |
| Laboratorium | Alat dan bahan tersusun lengkap (✓) | Label penyimpanan sudah lengkap (✓) | Area kerja dibersihkan rutin (✓) | Standar kebersihan diterapkan (✓) | Petugas disiplin menjalankan tugas (✓) | 80 | Meningkat dari 50% menjadi 80% |
| Ruang Guru | Arsip tersusun rapi (✓) | Penataan meja sesuai zona kerja (✓) | Area bersih dan teratur (✓) | Jadwal kebersihan diterapkan bergilir (✓) | Kesadaran kebersihan meningkat (✓) | 85 | Meningkat dari 55% menjadi 85% |
| Halaman Sekolah | Barang bekas sudah disingkirkan (✓) | Taman tertata rapi (✓) | Sampah daun dibersihkan rutin (✓) | Pengawasan kebersihan mingguan (✓) | Siswa aktif dalam kegiatan Jumat Bersih (✓) | 90 | Meningkat dari 40% menjadi 90% |
| Area Umum (Kantin, Koridor) | Barang pribadi ditata rapi (✓) | Penataan meja kursi terstandar (✓) | Lantai bersih dan mengilap (✓) | Aturan kebersihan ditempel dan ditaati (✓) | Pengguna disiplin menjaga kebersihan (✓) | 80 | Meningkat dari 45% menjadi 80% |

4.4. Hasil Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilaksanakan secara berkala untuk memastikan keberlanjutan program 5S. Beberapa hasil yang diperoleh antara lain:

- Peningkatan Kualitas Kebersihan: Berdasarkan hasil observasi lanjutan dan dokumentasi foto, area sekolah tampak lebih bersih dan rapi dibandingkan dengan kondisi awal (Cahyo & Amaruddin, 2024).
- Partisipasi Meningkat: Keterlibatan siswa dan guru dalam menjaga kebersihan dan keteraturan semakin konsisten. Warga sekolah mulai menjalankan tugas piket dengan lebih bertanggung jawab.
- Penerapan Standar yang Berjalan: Jadwal pembersihan dan standar tata letak ruangan telah diterapkan secara rutin dan menjadi bagian dari aktivitas harian sekolah.
- Hambatan Awal Dapat Diatasi: Hambatan seperti ketidakkonsistenan dalam menjalankan jadwal piket dan kurangnya kepedulian dari sebagian siswa dapat diminimalkan melalui pembinaan, motivasi, dan evaluasi mingguan oleh tim pengabdian.

Partisipasi aktif warga sekolah merupakan kunci keberhasilan dari program ini. Berbeda dengan program kebersihan yang hanya mengandalkan jadwal piket semata, dalam penerapan budaya 5S ini, siswa terlibat secara langsung dalam proses perencanaan, penataan, dan peninjauan hasil. Siswa dilibatkan dalam menentukan tata letak ruangan, merancang sistem penyimpanan barang yang mudah diakses, serta menetapkan aturan bersama untuk menjaga kerapian (Haekal, 2023).

Keterlibatan siswa dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan program secara aktif mendorong tumbuhnya rasa kepemilikan terhadap lingkungan sekolah. Mereka tidak hanya menjadi peserta kegiatan, tetapi juga menjadi bagian dari tim yang bertanggung jawab atas kebersihan dan keteraturan lingkungan mereka sendiri. Hal ini memperkuat rasa tanggung jawab dan kesadaran sosial di kalangan siswa, sehingga budaya 5S dapat berjalan secara partisipatif dan berkelanjutan.

Keberhasilan program budaya 5S tidak cukup hanya dengan pelatihan dan implementasi awal, melainkan memerlukan sistem monitoring dan evaluasi yang berkelanjutan. Dalam kegiatan ini, monitoring dilakukan setiap minggu oleh tim pengabdian dan tim 5S yang dibentuk di sekolah. Evaluasi berkala dilakukan untuk mengidentifikasi area yang masih memerlukan perbaikan, memastikan konsistensi pelaksanaan, serta memberikan umpan balik kepada siswa dan guru.

Sistem evaluasi ini menjadi alat kontrol yang efektif untuk menjaga disiplin penerapan 5S di lingkungan sekolah. Selain itu, evaluasi juga memberikan ruang untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus (*continuous improvement*) sesuai dengan prinsip dasar manajemen mutu (Yusef et al., 2024). Hasil monitoring menunjukkan bahwa evaluasi rutin membantu meningkatkan kedisiplinan siswa dalam menjalankan tugas kebersihan, serta menjaga area sekolah tetap bersih dan tertata.

4.5. Hambatan dan Solusi

Dalam pelaksanaan program ini, terdapat beberapa hambatan yang dihadapi, khususnya pada tahap awal penerapan. Beberapa siswa menunjukkan kurangnya motivasi dan komitmen dalam mengikuti kegiatan pembersihan rutin. Selain itu, ketidakteraturan dalam menjalankan jadwal piket juga menjadi kendala yang menghambat kelancaran program. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kesadaran sebagian siswa akan pentingnya menjaga lingkungan belajar yang nyaman.

Untuk mengatasi hambatan tersebut, tim pengabdian dan pihak sekolah menerapkan beberapa solusi strategis, antara lain:

- Memberikan penghargaan kepada kelas atau siswa yang menunjukkan kinerja terbaik dalam menerapkan 5S. Penghargaan ini diberikan dalam bentuk apresiasi, sertifikat, atau hadiah sederhana yang mampu meningkatkan motivasi siswa untuk berpartisipasi aktif.
- Mengadakan sesi refleksi mingguan yang melibatkan seluruh siswa dan guru untuk membahas kendala yang dihadapi, mencari solusi bersama, dan mengevaluasi progres yang dicapai setiap pekan. Sesi ini juga menjadi sarana diskusi terbuka untuk menguatkan komitmen bersama.

- Melakukan pendekatan persuasif dan memberikan contoh nyata dari guru dan staf sekolah yang secara konsisten menerapkan budaya 5S. Dengan menempatkan guru sebagai role model, diharapkan siswa dapat meniru dan menginternalisasi perilaku positif yang ditunjukkan.

Langkah-langkah tersebut terbukti mampu mengurangi hambatan yang muncul serta meningkatkan keterlibatan warga sekolah dalam menjaga kebersihan dan kerapian lingkungan secara konsisten.

Hasil kegiatan ini sejalan dengan penelitian Albayrak yang menegaskan bahwa penerapan 5S di lingkungan sekolah mampu meningkatkan kedisiplinan, memperbaiki tata kelola kebersihan, dan mengurangi risiko kecelakaan ringan (Albayrak, 2024). Temuan ini juga didukung oleh hasil penelitian Pasolon et al. yang menunjukkan bahwa lingkungan sekolah yang bersih dan tertata mampu meningkatkan kenyamanan belajar serta meningkatkan produktivitas siswa dan guru (Pasolon et al., 2024).

Program pengabdian ini memperkuat temuan-temuan terdahulu bahwa budaya 5S bukan hanya efektif diterapkan di lingkungan industri, tetapi juga sangat relevan dan berdampak positif jika diimplementasikan di lingkungan Pendidikan (Binellas et al., 2024; Priventa et al., 2024; Putra et al., 2025). Selain memberikan perubahan fisik pada lingkungan sekolah, penerapan budaya 5S juga mampu membentuk karakter disiplin, bertanggung jawab, dan peduli lingkungan bagi para siswa (Binellas et al., 2024).

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Program pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk menguatkan budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan telah berhasil meningkatkan kesadaran dan keterlibatan aktif warga sekolah dalam menciptakan lingkungan belajar yang bersih, tertib, dan nyaman. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kebersihan dan keteraturan lingkungan sekolah meningkat rata-rata sebesar 37%, dengan partisipasi aktif warga sekolah mencapai 80% setelah penerapan program. Penerapan 5S juga mendorong perubahan perilaku positif, di mana siswa, guru, dan staf mulai menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab dalam menjaga kebersihan serta keteraturan ruang belajar. Keberhasilan program ini didukung oleh partisipasi aktif seluruh warga sekolah, pelaksanaan monitoring dan evaluasi berkala, serta pembentukan tim 5S internal yang berfungsi untuk mengawal keberlanjutan program. Hambatan seperti rendahnya motivasi siswa dan ketidakteraturan jadwal piket pada tahap awal berhasil diatasi melalui pemberian penghargaan, pelaksanaan sesi refleksi mingguan, serta pendekatan persuasif dengan melibatkan guru sebagai teladan. Secara keseluruhan, kegiatan ini membuktikan bahwa penerapan budaya kerja 5S efektif di lingkungan pendidikan, tidak hanya memberikan dampak jangka pendek berupa peningkatan kebersihan fisik dan keteraturan ruang, tetapi juga berdampak jangka panjang dalam pembentukan karakter disiplin dan kepedulian lingkungan pada siswa.

5.2. Saran

Untuk memastikan keberlanjutan program 5S di SMK X Pahang, Kuantan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

- 1) Integrasi Program 5S ke dalam Kurikulum dan Kegiatan Harian: Budaya 5S sebaiknya menjadi bagian dari tata tertib sekolah dan diintegrasikan dalam mata pelajaran yang relevan seperti Pendidikan Moral atau Pendidikan Jasmani agar penerapannya lebih terstruktur dan melekat dalam kegiatan belajar mengajar.
- 2) Peningkatan Fasilitas Pendukung: Sekolah diharapkan menambah fasilitas kebersihan seperti tempat sampah yang memadai, papan informasi 5S di setiap ruang kelas, serta menyediakan peralatan pembersih yang memadai untuk mendukung kegiatan rutin.

- 3) Pelaksanaan Evaluasi Jangka Panjang: Sekolah dapat menerapkan sistem evaluasi triwulanan dan tahunan untuk memantau perkembangan budaya 5S serta memberikan penghargaan rutin kepada kelas yang berhasil mempertahankan kebersihan dan keteraturan secara konsisten.
- 4) Penguatan Peran Tim 5S Sekolah: Tim 5S yang sudah dibentuk perlu terus diberdayakan dan difasilitasi agar mampu menjadi penggerak internal yang berkelanjutan dan dapat meregenerasi anggotanya secara berkala.
- 5) Perluasan Program ke Sekolah Lain: Mengingat keberhasilan program ini, pihak sekolah dan mitra pengabdian dapat merekomendasikan penerapan budaya 5S di sekolah-sekolah lain di wilayah Pahang, Kuantan, sebagai bagian dari program berbagi praktik baik.

Dengan penerapan saran-saran tersebut, diharapkan budaya 5S di SMK X Pahang, Kuantan dapat terus terjaga dan menjadi inspirasi bagi sekolah lain dalam menciptakan lingkungan belajar yang bersih, tertib, dan nyaman.

Daftar Pustaka

- Akram, M. W., Abbas, A., Khan, I. A., & Ahmad, M. F. (2023). The Impact of Effective Implementation of The 5S Concept on Company Performance: A Case Study of a Manufacturing Company. *NICE Research Journal*, 16(2), 119–140.
- Albayrak, S. (2024). Impact of 6S (5S+ Safety) Implementation in Machine Workshops on Occupational Safety. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1, 43–48.
- Binellas, C., Chountalas, P., Magoutas, A., & Chatzifoti, N. (2024). Integrating 5S and Kaizen Principles for Enhanced Quality Improvement: A Pharmaceutical R&D Laboratory Case Study. *Quality Innovation Prosperity*, 28(3), 1–22.
- Cahyo, A. D., & Amaruddin, H. (2024). The Effect of Total Quality Management Implementation on Operational Performance Through 5S and Corporate Culture at Food and Beverage Producer. *The Third International Conference on Government Education Management and Tourism*, 3.
- Fraser, B. J. (1998). *Classroom environment instruments: Development, validity and reliability*. *Learning Environments Research*, 1(1), 7–33. <https://doi.org/10.1023/A:1009932514731>
- Gumintang, B., & Nikmah, F. K. (2025). Penerapan Prinsip Kaizen dan Metode 5S dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional dan Konsistensi Pelayanan pada UMKM: Studi Kasus Kedai Minuman XYZ. *Jurnal Ekonomi, Bisnis, Dan Akuntansi*, 27(1), 1–6.
- Haekal, J. (2023). Application of Six Sigma and KAIZEN Techniques to Non-Conformities: A Case Study of Pharmaceutical Companies. *International Journal of Scientific and Academic Research (IJSAR)*.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Productivity Press.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Lally, P., & Gardner, B. (2013). Habit formation and behavior change. *Frontiers in Psychology*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>
- Lickona, T. (2004). *Character Matters: How to Help Our Children Develop Good Judgment, Integrity, and Other Essential Virtues*. Touchstone.
- Manik, C. V. A., Sembiring, A. C., & Budiman, I. (2024). Analisis Kondisi Manajemen Dokumen dengan Metode 5S di Institusi Pendidikan. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 3(1), 54–62.
- Panjaitan, N., Ab Samat, H. B., Siregar, D. A., & Rizky, N. S. (2024). Work Environment Analysis Using 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, SHITSUKE) Assessment Method. *E3S Web of Conferences*, 519, 02002.
- Pasolon, M., Yuniar, N., & Saptaputra, S. K. (2024). Analisis Penerapan Konsep 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke) Dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Budaya Kerja di PT. PLN (PERSERO) UPT Kendari. *Journal of Health Sciences Leksia (JHSL)*, 2(5), 52–59.

- Priventa, H., Handayani, U., & Riani, R. W. (2024). Pengenalan konsep Kaizen 5-S dan karakter sehat sebagai solusi peningkatan kompetensi lulusan memasuki dunia kerja dan industri pada siswa SMK Widya Praja Ungaran. *ALKHIDMAH: Jurnal Pengabdian Dan Kemitraan Masyarakat*, 2(1), 139–151.
- Putra, A. E., Alhanas, M. S., Dewi, E., Darmawan, E., & Imam, K. (2025). Penerapan Kaizen 5S dalam Mengurangi Waste dan Meningkatkan Efisiensi pada Proses Inspection PT. X. *GLOBAL: Jurnal Lentera BITEP*, 3(02), 88–96.
- Rahman, N. A., Abdullah, S., & Ahmad, F. (2020). Implementation of 5S practices in schools: Enhancing students' responsibility and environmental awareness. *Journal of Educational Management*, 34(2), 45–56.
- Riyadhi, Y., Budiasih, E., & Nopendri, N. (2025). Usulan Penerapan Aktivitas 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) Untuk Mengurangi Waste Motion Pada Proses Produksi Coal Crusher Di Pt Mitra Teknikal Mandiri. *EProceedings of Engineering*, 12(1).
- Saragih, A., Kembaren, A., Tarigan, A. R., & Sembiring, S. (2024). Analisis Penerapan Metode Kaizen 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke) pada PT XYZ. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 7(1), 1096–1101.
- Susanti, E., & Jannah, N. B. H. (2025). Analysis of the 5S Principles in Forming a Safety Culture at MI Muhammadiyah 1 Kradenan. *Proceeding International Conference on Religion, Science and Education*, 4, 589–593.
- Yin, T.-T., Li, Q.-W., Tang, R., Du, C.-Y., Luo, J., Wang, L., & Cai, Y. (2025). Activity-Based Classification (ABC) and Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, Safety (6S) Management Method in the Secondary Warehouse. *Journal of Craniofacial Surgery*, 10–1097.
- Yusef, N. N. R. A. E. A. E., Bassiouni, N. A., & El Sayed, B. K. M. (2024). Correlation between Nurses' Attitude toward 5S kaizen technique, its Implementation and their Perception of Psychosocial Safety Climate. *Alexandria Scientific Nursing Journal*, 26(4), 228–241.
- Yusof, N., & Jamaludin, M. (2019). The effectiveness of 5S implementation in educational institutions: A case study in Malaysia. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 3(4), 22–31.
- Zainal, A., Hassan, R., & Mohamad, M. (2020). Sustaining 5S culture in school environment through management commitment and continuous improvement. *International Journal of Education and Training*, 6(1), 56–68.

Penguatan Budaya Keselamatan Laboratorium Universitas X Malaysia melalui Identifikasi Risiko dan Penerapan K3

Hartomo Soewardi^{1)*}, Elisa Kusrini²⁾, Rezki Amelia Aminuddin A.P.³⁾, Chancard Basumerda⁴⁾, Azita Salsabiela Gunawan⁵⁾, Baiq Dewi Lestari Parhan⁶⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Doktor Rekayasa Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{5,6)} Program Studi Internasional Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar

^{1,2,3,4,5,6)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

³⁾ Jl. Perintis Kemerdekaan No.KM.9, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

Email: hartomo@uii.ac.id

ABSTRAK

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium universitas merupakan aspek penting yang harus diterapkan untuk mencegah kecelakaan dan menciptakan lingkungan kerja yang aman. Namun, kesadaran dan kepatuhan terhadap prosedur K3 di beberapa laboratorium pendidikan masih rendah. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan menguatkan budaya keselamatan kerja di laboratorium Universitas X Malaysia. Metode kegiatan meliputi observasi risiko di laboratorium teknik dan kimia, pelaksanaan pelatihan K3, simulasi evakuasi darurat, serta implementasi penerapan K3 selama empat minggu. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa potensi risiko utama meliputi bahaya listrik, bahaya kimia, serta kurangnya penggunaan alat pelindung diri (APD). Setelah pelatihan dan implementasi, terjadi peningkatan signifikan dalam penggunaan APD, kepatuhan terhadap SOP, serta kesadaran mahasiswa dalam melaporkan potensi bahaya. Lingkungan laboratorium menjadi lebih aman, tertib, dan terorganisir. Tim K3 laboratorium yang dibentuk berhasil menurunkan tingkat ketidakpatuhan dari 60% menjadi 10%. Kegiatan ini berkontribusi dalam membangun budaya keselamatan yang berkelanjutan di lingkungan laboratorium universitas.

Kata kunci: Budaya K3, Identifikasi Risiko, Keselamatan Kerja, Laboratorium, Pengabdian Masyarakat

ABSTRACT

Occupational safety and health (OSH) in university laboratories is a crucial aspect that must be implemented to prevent accidents and create a safe working environment. However, awareness and compliance with OSH procedures in several educational laboratories remain low. This community service activity aims to identify potential hazards and strengthen the safety culture in the laboratory of Universitas X Malaysia. The methods applied include risk observation in technical and chemical laboratories, OSH training, emergency evacuation simulations, and the implementation of OSH procedures over a four-week period. The results indicate that the main potential hazards include electrical hazards, chemical hazards, and the insufficient use of personal protective equipment (PPE). After training and implementation, there was a significant increase in PPE usage, compliance with standard operating procedures (SOPs), and student awareness in reporting potential hazards. The laboratory environment became safer, more orderly, and better organized. The established OSH laboratory team successfully reduced the non-compliance rate from 60% to 10%. This activity contributes to building a sustainable safety culture within the university laboratory environment.

Kata kunci: OSH Culture, Hazard Identification, Occupational Safety, Laboratory, Community Service

1. Pendahuluan

Laboratorium universitas merupakan salah satu pusat aktivitas vital dalam lingkungan pendidikan tinggi yang tidak hanya mendukung proses pembelajaran teoritis, tetapi juga berfungsi sebagai tempat pengembangan keterampilan praktis, penelitian ilmiah, dan inovasi teknologi. Di dalam laboratorium, berbagai kegiatan yang melibatkan penggunaan bahan kimia, peralatan mekanis, peralatan bertegangan tinggi, serta mesin-mesin dengan potensi risiko tinggi dilakukan secara rutin oleh mahasiswa, dosen, dan teknisi. Aktivitas tersebut jika tidak diimbangi dengan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang memadai, dapat menimbulkan bahaya serius yang mengancam keselamatan individu maupun lingkungan sekitar (El-Mekkawy et al., 2023; Janah et al., 2023; Liswardani et al., 2022).

Berbagai studi menunjukkan bahwa tingkat kesadaran dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan di lingkungan laboratorium pendidikan masih tergolong rendah (Albayrak, 2024). Beberapa mahasiswa cenderung mengabaikan penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan, masker, pelindung mata, dan jas laboratorium dengan alasan kurang nyaman atau merepotkan. Minimnya pemahaman tentang cara mengidentifikasi potensi bahaya di area kerja menyebabkan meningkatnya risiko kecelakaan, seperti tumpahan bahan kimia berbahaya, cedera akibat peralatan tajam, kecelakaan mekanis, kebakaran, hingga gangguan kesehatan jangka panjang akibat paparan bahan berbahaya (Eldho & Muthukumar, 2022).

Lingkungan laboratorium yang tidak terkelola dengan baik, tidak tertib, dan tidak disiplin dalam menerapkan standar keselamatan dapat memicu terjadinya kecelakaan kerja yang serius (Sari et al., 2023). Kecelakaan di laboratorium bukan hanya berdampak pada individu yang terluka, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan alat, pencemaran lingkungan, gangguan proses akademik, bahkan dapat menimbulkan citra buruk bagi institusi Pendidikan (Bora et al., 2025; Mulyaningsih et al., 2023). Hal ini bertentangan dengan prinsip manajemen risiko yang diterapkan secara internasional, yang menekankan pentingnya pencegahan bahaya sejak dini dengan cara menciptakan budaya keselamatan yang kuat di lingkungan kerja, termasuk di laboratorium.

Berdasarkan hasil observasi awal di Laboratorium Universitas X Malaysia, ditemukan bahwa mayoritas mahasiswa belum memahami potensi risiko yang ada di laboratorium, penggunaan alat pelindung diri (APD) masih dilakukan secara tidak konsisten (hanya sekitar 40% mahasiswa yang menggunakan APD lengkap saat praktikum), serta rambu-rambu keselamatan dan jalur evakuasi belum tersedia secara optimal. Selain itu, prosedur keselamatan belum terdokumentasi dalam bentuk standar operasional prosedur (SOP) yang jelas dan terstruktur, sehingga menimbulkan ketidakpastian dalam pelaksanaan prosedur kerja yang aman (Supriyatman et al., 2024). Hasil wawancara dengan teknisi laboratorium dan dokumentasi internal menunjukkan bahwa dalam periode satu tahun terakhir, terjadi tiga insiden ringan dan satu kejadian hampir celaka (near miss). Insiden tersebut meliputi tumpahan bahan kimia asam nitrat yang menyebabkan iritasi ringan pada kulit mahasiswa, percikan api dari kabel listrik terkelupas di area kerja, serta cedera jari akibat penggunaan mesin potong tanpa pelindung. Selain itu, ditemukan lebih dari 50% APAR dalam kondisi tidak layak pakai dan ventilasi laboratorium kimia tidak memenuhi standar minimum.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan tujuan utama untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan mahasiswa, dosen, dan teknisi laboratorium dalam mengenali risiko kerja, menerapkan prosedur keselamatan yang benar, serta menciptakan budaya kerja yang aman, tertib, dan disiplin di lingkungan laboratorium. Program ini difokuskan pada identifikasi risiko secara sistematis, pelatihan penerapan K3, simulasi keadaan darurat, serta pendampingan implementasi K3 selama periode tertentu. Melalui kegiatan ini, diharapkan akan terbentuk kesadaran kolektif dan budaya keselamatan yang berkelanjutan yang dapat menurunkan potensi kecelakaan kerja dan meningkatkan produktivitas kegiatan akademik di laboratorium Universitas X Malaysia.

Temuan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan serius antara kebijakan keselamatan dan praktik di lapangan, sekaligus menegaskan perlunya intervensi sistematis untuk memperkuat budaya keselamatan kerja. Tujuan utama kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk meningkatkan kesadaran, keterampilan, dan kepatuhan civitas akademika terhadap penerapan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium, melalui identifikasi risiko, pelatihan K3, simulasi keadaan darurat, serta pendampingan implementasi K3 secara berkelanjutan. Melalui program ini, diharapkan tercipta lingkungan laboratorium yang lebih aman, tertib, dan berbudaya keselamatan, sekaligus menjadi model penerapan K3 di lingkungan pendidikan tinggi.

2. Tinjauan Pustaka

Budaya keselamatan di lingkungan pendidikan, khususnya sekolah menengah kejuruan (SMK), semakin menjadi perhatian penting dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini tidak lepas dari meningkatnya kesadaran akan potensi bahaya yang dapat terjadi di lingkungan sekolah yang memiliki aktivitas praktik intensif. Dalam konteks ini, penerapan prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menjadi sangat relevan untuk melindungi siswa, guru, dan seluruh warga sekolah dari risiko kecelakaan maupun gangguan kesehatan akibat aktivitas belajar mengajar.

Penelitian Zulkifli et al. (2022) menunjukkan bahwa implementasi sistem K3 secara menyeluruh di sekolah vokasi mampu menurunkan tingkat kecelakaan di ruang praktik hingga 40%. Sistem tersebut mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD), pelatihan keselamatan bagi guru dan siswa, serta penyusunan standar operasional prosedur (SOP) untuk kegiatan praktik. Hal ini membuktikan bahwa K3 tidak hanya berlaku di sektor industri, melainkan juga sangat penting di sektor pendidikan vokasi yang memiliki karakteristik risiko serupa.

Lebih lanjut, Rahman dan Latif (2023) menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dalam proses identifikasi risiko di sekolah. Melalui pelibatan aktif seluruh elemen sekolah, termasuk siswa, guru, dan tenaga kependidikan, proses identifikasi bahaya menjadi lebih menyeluruh dan akurat. Pendekatan ini juga berkontribusi terhadap peningkatan kesadaran kolektif dan kepedulian terhadap keselamatan, yang pada akhirnya memperkuat pembentukan budaya keselamatan secara alami dan berkelanjutan di lingkungan sekolah.

Sementara itu, Lee et al. (2024) dalam studinya menekankan bahwa integrasi prinsip K3 ke dalam kurikulum sekolah merupakan strategi yang efektif dalam menanamkan nilai-nilai keselamatan sejak dini. Pembelajaran berbasis keselamatan tidak hanya mengajarkan prosedur teknis, tetapi juga membentuk sikap dan pola pikir siswa untuk selalu berpikir preventif dan tanggap terhadap potensi risiko. Hal ini menjadi semakin relevan di era modern, di mana tantangan keselamatan semakin kompleks, tidak hanya bersumber dari bahaya fisik, tetapi juga faktor psikososial seperti stres, tekanan akademik, hingga keamanan digital.

Dari sisi pendekatan sistemik, Padhil dan Purnomo (2025) mengajukan pendekatan makroergonomi dalam membangun budaya keselamatan sekolah. Pendekatan ini melihat keselamatan tidak hanya sebagai tanggung jawab individu, tetapi juga sebagai hasil interaksi antara manusia, teknologi, tata kelola organisasi, dan lingkungan kerja secara keseluruhan. Dengan menggunakan prinsip makroergonomi, perencanaan keselamatan dapat dilakukan secara holistik, mencakup desain ruang praktik yang ergonomis, alur kerja yang efisien, komunikasi risiko yang jelas, serta kepemimpinan sekolah yang mendukung.

Dengan merujuk pada berbagai literatur tersebut, diketahui bahwa membangun budaya keselamatan di sekolah kejuruan memerlukan sinergi antara kebijakan, partisipasi aktif seluruh warga sekolah, integrasi ke dalam kurikulum, dan pendekatan sistemik melalui prinsip-prinsip K3 dan makroergonomi. Tidak cukup hanya dengan penyediaan alat keselamatan, tetapi diperlukan kesadaran, pelatihan, dan penguatan nilai-nilai keselamatan yang tertanam dalam keseharian aktivitas sekolah. Oleh karena itu, identifikasi risiko dan penerapan K3 bukan hanya sebagai kewajiban formal,

tetapi sebagai fondasi utama dalam menciptakan sekolah yang aman, nyaman, dan mendukung proses pembelajaran yang berkualitas.

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian memuat tentang data serta sumbernya, penjelasan mengenai variable penelitian yang digunakan, dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian tersebut. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif, edukatif, dan aplikatif, dengan melibatkan mahasiswa, dosen, teknisi, dan pengelola laboratorium Universitas X Malaysia. Pendekatan partisipatif dilakukan agar seluruh warga laboratorium terlibat aktif dalam identifikasi risiko dan penerapan budaya keselamatan kerja (K3). Pelaksanaan kegiatan ini berlangsung selama tiga bulan dengan rincian tahapan sebagai berikut:

3.1 Observasi dan Identifikasi Risiko

a. *Walkthrough Survey*

Observasi awal dilakukan dengan *walkthrough survey* di seluruh area laboratorium teknik dan laboratorium kimia. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja, baik yang bersifat langsung maupun jangka panjang.

b. *Checklist Risiko*

Tim pengabdian menggunakan form *checklist* K3 standar laboratorium yang disusun berdasarkan peraturan keselamatan lokal dan standar internasional. *Checklist* ini digunakan untuk mengklasifikasi berbagai jenis risiko yang meliputi:

- Bahaya Fisik: kabel listrik terkelupas, peralatan tajam yang tidak terjaga, lantai licin akibat tumpahan bahan.
- Bahaya Mekanis: mesin bor, mesin pemotong, dan peralatan bergerak yang tidak memiliki pelindung.
- Bahaya Kimia: bahan kimia berbahaya yang tidak disimpan sesuai prosedur, ventilasi ruangan yang tidak memadai, dan tumpahan bahan kimia.
- Bahaya Ergonomi: pengaturan meja kerja yang tidak sesuai tinggi pengguna, teknik pengangkatan bahan berat yang salah.
- Bahaya Kebakaran: tidak tersedianya alat pemadam api ringan (APAR), kabel listrik berantakan, dan penggunaan stop kontak berlebih.

c. Pemetaan Risiko dengan Matriks Risiko

Setiap risiko yang diidentifikasi dianalisis menggunakan matriks risiko untuk menentukan tingkat prioritas berdasarkan dua parameter:

- *Severity* (tingkat keparahan dampak)
- *Likelihood* (frekuensi atau kemungkinan terjadinya)

Risiko diklasifikasikan menjadi:

- Risiko Tinggi → Perlu mitigasi segera
- Risiko Sedang → Perlu pengawasan dan perbaikan bertahap
- Risiko Rendah → Cukup dipantau secara berkala

Dokumentasi hasil observasi dilakukan dalam bentuk foto, video, dan catatan lapangan.

3.2 Penyusunan Program K3 Sekolah

Tahap penyusunan program keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dilakukan sebagai tindak lanjut dari hasil identifikasi risiko yang diperoleh pada tahap observasi awal. Tim pengabdian bersama pihak manajemen laboratorium menyusun program K3 yang berfokus pada empat komponen utama, yaitu pengendalian risiko prioritas, penyusunan prosedur keselamatan kerja, penyediaan sarana pendukung keselamatan, dan pembentukan tim pengawas internal. Penyusunan program dilakukan

secara partisipatif dengan melibatkan dosen, teknisi, dan perwakilan mahasiswa untuk memastikan bahwa rancangan prosedur sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Setiap potensi risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya—seperti bahaya listrik, kimia, mekanis, ergonomi, dan kebakaran—dianalisis lebih lanjut untuk menentukan langkah mitigasi yang tepat. Hasilnya dituangkan dalam bentuk *Standard Operating Procedure* (SOP) laboratorium yang meliputi tata cara penggunaan alat, penanganan bahan berbahaya, prosedur keadaan darurat, serta standar penggunaan alat pelindung diri (APD). Selain itu, dilakukan penyusunan peta risiko (*risk map*), jalur evakuasi, dan tata letak alat keselamatan yang kemudian dipasang di area strategis laboratorium. Proses penyusunan program ini memakan waktu dua minggu dan menjadi dasar utama dalam pelaksanaan pelatihan dan implementasi K3 pada tahap berikutnya.

3.3 Sosialisasi dan Pelatihan K3

Program dilanjutkan dengan kegiatan sosialisasi dan pelatihan K3 yang diikuti oleh 45 peserta, terdiri dari 30 mahasiswa, 10 dosen pembimbing praktikum, dan 5 teknisi laboratorium. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan keterampilan peserta dalam menerapkan prinsip keselamatan kerja di laboratorium. Pelatihan dilaksanakan selama dua hari melalui kombinasi metode ceramah, diskusi kelompok, demonstrasi penggunaan APD, serta simulasi penanganan keadaan darurat. Materi pelatihan mencakup pengenalan dasar K3 di laboratorium, identifikasi potensi bahaya, teknik penggunaan APD sesuai standar, pemahaman terhadap rambu keselamatan, serta praktik penggunaan alat pemadam api ringan (APAR). Pada sesi simulasi, peserta dilatih melakukan evakuasi darurat dan penanganan tumpahan bahan kimia secara aman. Seluruh kegiatan pelatihan disertai evaluasi *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta, yang menunjukkan peningkatan rata-rata skor pemahaman dari 62% menjadi 91% setelah pelatihan. Hasil ini menegaskan efektivitas pelatihan K3 sebagai upaya strategis dalam membangun budaya keselamatan yang berkelanjutan di lingkungan laboratorium.

a. Materi Pelatihan

Materi pelatihan yang disampaikan meliputi:

- Pengertian dasar K3 di laboratorium.
- Jenis-jenis potensi bahaya di laboratorium teknik dan kimia.
- Cara penggunaan APD yang benar dan sesuai standar.
- Cara mengenali rambu dan tanda keselamatan.
- Prosedur penanganan darurat dan evakuasi.
- Teknik penggunaan alat pemadam kebakaran (APAR) secara langsung.
- Simulasi penanganan tumpahan bahan kimia secara aman.

b. Metode Pelatihan

Pelatihan dilakukan melalui:

- Ceramah dan diskusi kelompok terfokus (FGD).
- Demonstrasi langsung penggunaan APD dan APAR.
- Simulasi evakuasi dan simulasi penanganan kecelakaan.

c. Penerapan Visualisasi Keselamatan

Setelah pelatihan, dipasang:

- Poster keselamatan.
- Jalur evakuasi yang jelas.
- Papan informasi prosedur K3 di setiap titik aktivitas laboratorium.

3.4 Implementasi dan Pengawasan Penerapan K3

Setelah pelatihan selesai, dilakukan implementasi langsung penerapan K3 di lingkungan laboratorium, meliputi:

- Penggunaan APD secara wajib dan konsisten oleh seluruh mahasiswa dan staf.
- Penataan ulang alat dan bahan untuk meningkatkan ergonomi dan mengurangi risiko kecelakaan.
- Pemasangan rambu keselamatan dan jalur evakuasi yang permanen.
- Pelaksanaan inspeksi keselamatan secara berkala oleh tim K3 internal.
- Pengawasan kepatuhan penggunaan APD oleh dosen dan teknisi laboratorium.
- Penerapan SOP secara menyeluruh dan disiplin.

a. Metode Pengumpulan Data

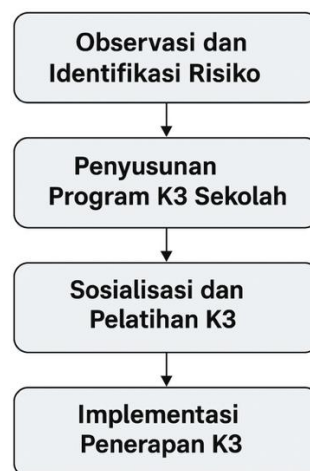
Selama kegiatan berlangsung, data dikumpulkan melalui:

- Observasi langsung aktivitas di laboratorium sebelum dan sesudah penerapan program.
- Wawancara dan FGD dengan mahasiswa, dosen, dan teknisi.
- Kuesioner pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan kesadaran dan pemahaman K3.
- Dokumentasi foto, video, dan laporan inspeksi untuk mendukung hasil kegiatan.

b. Partisipasi Mitra

Mitra kegiatan terdiri dari:

- **Manajemen Laboratorium Universitas X Malaysia:** sebagai pihak yang menyediakan sarana dan prasarana serta mendukung pelaksanaan program.
- **Dosen dan Teknisi Laboratorium:** sebagai fasilitator pelatihan dan pengawas penerapan K3.
- **Mahasiswa:** sebagai peserta utama pelatihan dan pelaksana penerapan K3 di laboratorium.



Gambar 1 Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Setelah pelatihan selesai, tahap berikutnya adalah implementasi langsung penerapan K3 di lingkungan laboratorium. Penerapan dilakukan selama empat minggu dengan melibatkan seluruh sivitas akademika, termasuk mahasiswa, dosen, dan teknisi. Kegiatan implementasi mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD) secara wajib dan konsisten oleh seluruh pengguna laboratorium, penataan ulang alat dan bahan untuk meningkatkan aspek ergonomi serta mengurangi potensi kecelakaan, pemasangan rambu keselamatan dan jalur evakuasi permanen di setiap area kerja, serta pelaksanaan inspeksi keselamatan secara berkala oleh tim K3 internal. Selain itu, dosen dan teknisi berperan aktif dalam mengawasi kepatuhan terhadap penggunaan APD, sementara penerapan

Standard Operating Procedure (SOP) dilakukan secara menyeluruh dan disiplin di semua aktivitas laboratorium.

Untuk memastikan efektivitas program, diterapkan metode evaluasi berlapis yang meliputi observasi langsung, pengukuran kepatuhan, dan penilaian persepsi keselamatan. Evaluasi dilakukan melalui inspeksi mingguan oleh tim K3 untuk memantau perubahan perilaku dan tingkat kepatuhan terhadap prosedur keselamatan, disertai dengan pengisian lembar *checklist* standar yang mencatat kondisi fasilitas, penggunaan APD, dan kelengkapan rambu keselamatan. Selain itu, dilakukan kuesioner *post-implementation* kepada seluruh peserta guna menilai perubahan tingkat pengetahuan, kesadaran, dan persepsi risiko setelah penerapan program. Data hasil evaluasi menunjukkan peningkatan kepatuhan penggunaan APD dari 40% menjadi 95%, penurunan pelanggaran SOP hingga 80%, serta peningkatan persepsi keselamatan dari skor rata-rata 3,2 menjadi 4,7 pada skala Likert 5 poin. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa penerapan K3 secara sistematis dan partisipatif efektif dalam memperkuat budaya keselamatan di laboratorium serta menurunkan risiko kecelakaan kerja secara signifikan.

4. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan program penguatan budaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium Universitas X Malaysia menghasilkan dampak yang signifikan terhadap perubahan perilaku, peningkatan kesadaran, serta perbaikan kondisi laboratorium secara menyeluruh. Kegiatan ini dimulai dengan identifikasi risiko yang terstruktur, dilanjutkan dengan pelatihan intensif, implementasi penerapan K3, hingga pembentukan tim pengawas internal yang berkelanjutan. Berikut adalah uraian hasil dan pembahasan secara mendalam dari setiap tahapan yang telah dilaksanakan:

4.1 Hasil Identifikasi Risiko Laboratorium

a. Temuan Risiko di Laboratorium Teknik

Berdasarkan hasil observasi dan inspeksi awal, laboratorium teknik ditemukan memiliki beberapa potensi bahaya yang serius. Kondisi kabel listrik yang terkelupas dan berserakan di jalur lalu lintas menjadi ancaman signifikan karena dapat mengakibatkan kecelakaan tersandung hingga korsleting listrik yang berpotensi menimbulkan kebakaran. Mesin potong dan mesin bor yang digunakan oleh mahasiswa dalam kegiatan praktik terpantau tidak dilengkapi dengan pelindung pengaman yang memadai. Hal ini meningkatkan risiko kecelakaan seperti cedera tangan, terpotong, atau tersangkut mesin.

Selain itu, minimnya rambu-rambu keselamatan, seperti peringatan bahaya dan jalur evakuasi yang tidak terlihat jelas, semakin memperparah kondisi laboratorium. Meja kerja yang digunakan di laboratorium juga tidak ergonomis, di mana tingginya tidak sesuai standar dan tata letaknya tidak mendukung posisi kerja yang aman. Kondisi ini dapat memicu gangguan kesehatan jangka panjang seperti cedera otot dan kelelahan fisik.

b. Temuan Risiko di Laboratorium Kimia

Di laboratorium kimia, ditemukan bahwa bahan-bahan kimia berbahaya disimpan tanpa label yang jelas, sehingga berpotensi menimbulkan salah penggunaan bahan. Ventilasi di ruangan penyimpanan bahan kimia juga kurang memadai, sehingga uap dari bahan kimia dapat terhirup secara tidak sengaja dan menimbulkan risiko kesehatan serius.

Praktik penggunaan bahan kimia cair tanpa alat pelindung diri (APD) yang lengkap seperti sarung tangan tahan bahan kimia dan pelindung wajah juga menjadi permasalahan yang sering ditemui. Ditambah lagi dengan tidak tersedianya fasilitas pencucian mata (*eye wash station*), sehingga apabila terjadi tumpahan atau percikan bahan kimia, pertolongan pertama tidak dapat dilakukan dengan cepat.

Stop kontak yang mengalami beban berlebih (*overload*) dan kabel yang tidak tertata rapi menjadi ancaman kebakaran yang harus segera ditangani. Semua temuan ini menunjukkan bahwa tingkat penerapan K3 di laboratorium masih jauh dari standar keamanan yang ideal.

c. Matriks Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis dengan menggunakan matriks risiko, diperoleh klasifikasi risiko sebagai berikut:

- **Risiko Tinggi:** Kebakaran akibat *overload* listrik, paparan bahan kimia berbahaya tanpa APD, serta cedera berat akibat penggunaan mesin tanpa pelindung.
- **Risiko Sedang:** Luka ringan seperti goresan akibat alat tajam dan kelelahan akibat posisi kerja yang salah.
- **Risiko Rendah:** Barang yang disimpan tidak rapi, yang berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan namun tidak langsung membahayakan keselamatan.

Analisis risiko ini menjadi dasar dalam penyusunan program mitigasi yang terfokus pada risiko-risiko prioritas untuk segera dikendalikan.

4.2 Hasil Pelaksanaan Pelatihan K3

Pelatihan K3 yang dilaksanakan bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif kepada mahasiswa dan teknisi tentang pentingnya penerapan keselamatan di laboratorium. Seluruh peserta mendapatkan materi terkait pengenalan potensi bahaya, penggunaan APD, prosedur evakuasi darurat, serta teknik penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR).

Simulasi evakuasi darurat dilaksanakan untuk mengukur kesiapan dan respon mahasiswa dalam menghadapi keadaan darurat. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu evakuasi rata-rata yang dicapai oleh peserta adalah 1 menit 50 detik. Hal ini menandakan bahwa peserta mampu bergerak cepat dan mengikuti jalur evakuasi dengan tepat sesuai prosedur yang telah diajarkan.

Selain itu, terjadi peningkatan signifikan dalam penggunaan APD, yang sebelumnya diabaikan oleh sebagian besar mahasiswa. Mahasiswa mulai menunjukkan kedisiplinan dalam mengenakan APD lengkap seperti sarung tangan, pelindung mata, masker, dan jas laboratorium saat melakukan aktivitas praktik. Penggunaan APD yang awalnya hanya mencapai 40% meningkat menjadi 95% setelah pelatihan dilaksanakan secara intensif dan konsisten.

Perubahan perilaku juga teramati melalui peningkatan kepedulian mahasiswa terhadap kondisi laboratorium. Mahasiswa mulai memperhatikan keberadaan rambu-rambu keselamatan dan membaca prosedur kerja standar (SOP) sebelum memulai aktivitas. Mahasiswa juga lebih proaktif dalam melaporkan potensi bahaya atau kerusakan peralatan kepada teknisi laboratorium, yang sebelumnya seringkali diabaikan.

4.3 Implementasi Penerapan K3 di Laboratorium

Selama empat minggu masa implementasi, penerapan K3 di laboratorium mengalami perbaikan signifikan. Penggunaan APD menjadi kebiasaan yang terpantau secara rutin oleh tim K3 laboratorium. Berdasarkan hasil inspeksi mingguan, tingkat kepatuhan mahasiswa dalam menggunakan APD mencapai 95%, dan terus mengalami peningkatan dari minggu ke minggu.

Seluruh area laboratorium kini dilengkapi dengan rambu-rambu keselamatan yang dipasang secara permanen, jalur evakuasi yang jelas, serta APAR yang siap pakai di setiap sudut strategis. SOP keselamatan yang dulunya tidak terdokumentasi kini telah dipasang secara visual di setiap area laboratorium, memudahkan mahasiswa dalam mengakses informasi keselamatan secara cepat.

Tata letak laboratorium juga telah disusun ulang agar lebih ergonomis, dengan memperhatikan jarak antar peralatan dan alur kerja yang lebih aman. Jalur lalu lintas diatur agar bebas dari hambatan seperti kabel berserakan atau alat yang tergeletak sembarangan.

Untuk memastikan efektivitas implementasi, dilakukan evaluasi kepatuhan dan efektivitas penerapan K3 menggunakan beberapa alat ukur terstandar. Alat ukur utama yang digunakan adalah K3 *Compliance Checklist* berbasis observasi lapangan, yang dikembangkan dari standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dan disesuaikan dengan kondisi laboratorium Universitas X Malaysia. *Checklist* ini memuat 20 indikator kepatuhan, meliputi aspek penggunaan APD, penerapan SOP, kondisi area kerja, kesiapan APAR, ketersediaan rambu keselamatan, serta kebersihan dan kerapian area kerja.

Penilaian kepatuhan dilakukan dengan skala 0–2, yaitu 0 (tidak patuh), 1 (patuh sebagian), dan 2 (patuh penuh), dengan skor maksimum 40. Data kepatuhan dikumpulkan melalui inspeksi mingguan selama empat minggu oleh tim K3 internal yang terdiri dari dosen dan teknisi. Hasil pemantauan mingguan kemudian dibandingkan secara longitudinal untuk mengidentifikasi tren peningkatan atau penurunan kepatuhan.

Selain observasi, digunakan juga kuesioner persepsi keselamatan yang diisi oleh peserta (mahasiswa dan staf) pada minggu pertama dan minggu keempat untuk mengukur perubahan tingkat kesadaran dan persepsi risiko. Kuesioner ini menggunakan skala Likert 5 poin (1 = sangat tidak setuju hingga 5 = sangat setuju) dan mencakup dimensi pengetahuan, sikap, dan perilaku terhadap keselamatan.

Berdasarkan hasil evaluasi, tingkat kepatuhan penggunaan APD meningkat dari 40% pada awal implementasi menjadi 95% pada minggu keempat, sementara pelanggaran terhadap SOP menurun hingga 80%. Nilai rata-rata persepsi keselamatan juga meningkat dari 3,2 menjadi 4,7. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan K3 yang disertai pemantauan sistematis dan evaluasi berkala mampu memperkuat budaya keselamatan di laboratorium secara signifikan serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, tertib, dan berkelanjutan.

4.4 Dampak Kegiatan

a. Dampak Langsung

Program ini memberikan dampak langsung yang sangat positif bagi lingkungan laboratorium, di antaranya:

- Lingkungan laboratorium menjadi lebih aman, tertib, dan terorganisir.
- Terjadi peningkatan kesadaran dan kepedulian terhadap keselamatan kerja di kalangan mahasiswa dan staf laboratorium.
- Mahasiswa menjadi lebih disiplin dalam menggunakan APD dan mematuhi SOP keselamatan.

b. Dampak Tidak Langsung

Selain dampak langsung, program ini juga memberikan dampak jangka panjang yang berkontribusi pada pembentukan budaya keselamatan yang berkelanjutan:

- Terbentuknya budaya kerja yang menempatkan keselamatan sebagai prioritas utama dalam setiap kegiatan laboratorium.
- Penurunan signifikan potensi kecelakaan kerja di laboratorium.
- Terbentuknya tim pengawas internal yang mampu memelihara dan mengembangkan program keselamatan secara mandiri, bahkan setelah kegiatan pengabdian selesai.

4.5 Kendala dan Strategi Penyelesaian

a. Kendala

Selama pelaksanaan program, beberapa kendala yang dihadapi antara lain:

- Adanya resistensi mahasiswa pada awal program yang menganggap penggunaan APD sebagai hal yang merepotkan.
- Inspeksi harian sempat dianggap sebagai beban tambahan yang mengganggu aktivitas praktikum.

- Beberapa APAR yang ditemukan dalam kondisi tidak layak pakai dan harus segera diganti.

b. Strategi Penyelesaian

Untuk mengatasi kendala tersebut, dilakukan beberapa pendekatan strategis seperti:

- Memberikan contoh langsung oleh dosen dan teknisi dalam penerapan K3 yang disiplin untuk menumbuhkan kesadaran mahasiswa secara bertahap.
- Memberikan penghargaan mingguan bagi kelompok mahasiswa yang paling disiplin dalam menerapkan K3, sehingga memotivasi mahasiswa lain untuk ikut berpartisipasi.
- Mengajukan pengadaan APAR baru dan memastikan perawatan alat keselamatan dilakukan secara berkala.
- Menyelenggarakan sesi refleksi mingguan yang melibatkan seluruh peserta untuk membahas hambatan, berbagi pengalaman, serta mencari solusi bersama secara partisipatif.

Hasil kegiatan ini menguatkan temuan dari penelitian sebelumnya, Pelatihan keselamatan berbasis praktik dan partisipasi aktif terbukti mampu meningkatkan kepatuhan dalam penerapan K3 di lingkungan Pendidikan (Krestina et al., 2024; Maridji et al., 2024; Mulyadi et al., 2023). Studi oleh Pratama dan Wahyurianto & Fioriantika juga menegaskan pentingnya penggunaan media visual seperti rambu keselamatan, jalur evakuasi, dan poster prosedur yang efektif dalam meningkatkan respon dan kesadaran peserta laboratorium terhadap potensi bahaya (Pratama, 2022; Wahyurianto & Fioriantika, 2022).

Keberhasilan program ini memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat budaya keselamatan di lingkungan laboratorium Universitas X Malaysia. Program ini tidak hanya meningkatkan kepatuhan prosedural, tetapi juga membentuk perilaku dan mindset baru di kalangan mahasiswa dan staf yang sebelumnya cenderung mengabaikan aspek keselamatan.

5. Kesimpulan

Kegiatan ini berhasil meningkatkan budaya keselamatan kerja di laboratorium Universitas X Malaysia melalui identifikasi risiko, pelatihan K3, dan implementasi praktik keselamatan secara terstruktur. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam kepatuhan penggunaan alat pelindung diri (APD) dari 40% menjadi 95%, penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang lebih sistematis, serta penurunan tingkat ketidakpatuhan dari 60% menjadi 10%. Pembentukan Tim K3 internal turut memperkuat keberlanjutan program dengan memastikan adanya pengawasan dan pemeliharaan prosedur keselamatan secara mandiri. Sebagai langkah keberlanjutan, tim pengabdian bersama manajemen laboratorium menetapkan program monitoring berkala setiap tiga bulan untuk menilai efektivitas penerapan K3 dan memperbarui prosedur sesuai kebutuhan. Selain itu, direncanakan perluasan program ke laboratorium jurusan lain, khususnya di bidang teknik sipil, teknik mesin, dan kimia, agar budaya keselamatan dapat diimplementasikan secara menyeluruh di seluruh lingkungan fakultas. Kegiatan ini diharapkan menjadi model praktik baik (*best practice*) dalam penguatan budaya keselamatan di institusi pendidikan tinggi, sekaligus memperkuat komitmen universitas terhadap penerapan prinsip keselamatan, kesehatan kerja, dan keberlanjutan.

Referensi

- Albayrak, S. (2024). Impact of 6S (5S+ Safety) Implementation in Machine Workshops on Occupational Safety. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1, 43–48.
- Bora, M. A., Pratama, S. E., Permatasari, R. D., & Wijaya, I. M. S. (2025). Implementasi Metode HIRAC (Hazard Identification, Risk Assessment, And Control) untuk Meningkatkan K3 di Laboratorium PT. XYZ. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(2), 987–997.

- Eldho, Z. C., & Muthukumar, K. (2022). Ergonomic Risk Assessment of Students in Digital Learning. In *Advances in Behavioral Based Safety: Proceedings of HSFEA 2020* (pp. 161–177). Springer.
- El-Mekkawy, R. M., Hamour, N. E., Hassanein, W. A., & Allam, A. A. (2023). Evaluation of the antibacterial activity of Weissella confusa K3 cell-free supernatant against extended-spectrum beta lactamase (ESBL) producing uropathogenic Escherichia coli U60. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(4), 103595.
- Janah, N. A., Hariyono, W., Marwati, T. A., & Handayani, L. (2023). Literature Review: Pengaruh Tingkat Pengetahuan Terhadap Angka Kecelakaan Kerja di Laboratorium. *HEARTY*, 11(1), 97–104.
- Krestina, W., Tsuraya, F., Aziz, F., Tuju, F., & Lestari, R. W. (2024). Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) untuk praktikum biologi bagi guru dan siswa SMAN 4 Palangkaraya. *SERVIZIO ALLA COMUNITA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 13–22.
- Liswardani, S., Sulisty, S., & Anam, C. (2022). Efektivitas Pelatihan Workshop Laboratorium Terhadap Asisten Laboratorium di Fakultas Pertanian UNS. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(2), 42–47.
- Maridji, A. A., Nawai, F., Setiawan, D. I., Misnati, M., Bami, M., & Uri, N. N. H. (2024). KUALITAS TINGKAT PENGETAHUAN K3 (KESELAMATAN DAN KEAMANAN KERJA) MAHASISWA DI LABORATORIUM TERPADU KIMIA POLTEKKES KEMENKES GORONTALO. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(5), 3171–3178.
- Mulyadi, M., Shinta, D. Y., Mukhlis, H., Thressia, M., & Sonata, H. (2023). Evaluasi Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pembangunan Gedung Laboratorium. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 6854–6867.
- Mulyaningsih, S., Susila, A. A. R., & Sidiq, P. (2023). Peningkatan Keselamatan Kerja di Laboratorium IPA melalui Pelatihan Penggunaan Alat dan Praktikum Alat Sederhana. *BADRANAYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 39–45.
- Pratama, M. (2022). Analisis Risiko (K3) Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) di Departemen Laboratorium PT. ABC. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 25(2), 88–95.
- Sari, W. P., Fedrina, R., Kholik, A., & Rizki, M. F. (2023). Optimalisasi Penerapan Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3) Laboratorium Di Intansi Pendidikan Melalui Kegiatan Komunikasi. *Artinara*, 2(2), 93–101.
- Supriyatman, S., Kade, A., Darmadi, I. W., Miftah, M., Supriyadi, S., & Ismail, I. (2024). Competence of junior high schools' science teachers in implementing laboratory teaching: a case study on palu, centre celebes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 3114–3122.
- Wahyuriyanto, Y., & Fioriantika, B. A. (2022). Pengetahuan Dan Perilaku Siswa Dalam Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Di Laboratorium Kerja Smk Taruna Jaya Prawira Tuban. *Jurnal Keperawatan Widya Gantari Indonesia*, 6(2), 180–185.

Penguatan Pembelajaran STEM melalui Gamifikasi Digital di Sanggar Bimbingan Sentul, Kuala Lumpur, Malaysia

Elvira Sukma Wahyuni^{1)*}, Firmansyah Nur Budiman²⁾, Sheila Nurul Huda³⁾, Muhammad Ramdhan Yusuf⁴⁾, Diena Mukafasyadiah⁵⁾

^{1,2,4)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{3,5)} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

^{1,2,3,4,5)} Jl. Kaliurang Km.14,5, Sleman, Yogyakarta, 55584, Indonesia

Email: 155231301@uii.ac.id

ABSTRAK

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul), Kuala Lumpur, yang menampung anak-anak migran Indonesia dengan keterbatasan akses pendidikan formal. Kegiatan bertujuan untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) melalui pendekatan gamifikasi digital yang mencakup level, poin, dan challenge dalam bentuk platformer game. Workshop dilaksanakan selama dua hari dengan topik Math & Science berbasis gim edukatif pada hari pertama dan Teknologi & Engineering melalui praktik pembuatan gerbang logika sederhana pada hari kedua. Metode pelaksanaan mencakup penyusunan modul interaktif, penggunaan gim edukatif Little Thinker, praktik langsung, serta evaluasi melalui pre-test dan post-test. Sebanyak 45 siswa sekolah dasar mengikuti kegiatan ini dengan antusias. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan pemahaman siswa. Rata-rata nilai pre-test sebesar 64,8 meningkat menjadi 89,16 pada post-test. Siswa terlihat lebih aktif dan berani dalam proses pembelajaran, sementara guru dan relawan memperoleh keterampilan baru dalam pemanfaatan media digital. Program ini berhasil menghadirkan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus meningkatkan literasi STEM siswa. Selain itu, kegiatan ini memberikan alternatif metode pembelajaran berbasis teknologi yang relevan untuk pendidikan nonformal anak-anak migran. Ke depan, diperlukan pengembangan modul digital yang lebih komprehensif serta pelatihan intensif bagi guru untuk menjamin keberlanjutan program.

Kata kunci: Anak Migran, Gamifikasi STEM, Pengabdian Masyarakat, Workshop

ABSTRACT

This community service program was implemented at Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul), Kuala Lumpur, which serves Indonesian migrant children with limited access to formal education. The program aims to increase students' motivation and understanding of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) through a digital gamification approach that includes levels, points, and challenges in the form of a platformer game. The workshop was conducted over two days, with Math & Science using educational games on the first day and Technology & Engineering through hands-on practice of building a simple logic gate on the second day. The implementation methods included the development of interactive modules, the use of the educational game Little Thinker, practical activities, and evaluation through pre-tests and post-tests. A total of 45 elementary school students participated enthusiastically in this activity.

The results indicated a significant improvement in students' understanding. The average pre-test score of 64.8 increased to 89.16 in the post-test. Students appeared more active and confident during the learning process, while teachers and volunteers gained new skills in utilizing digital media. This program successfully created an enjoyable learning experience while improving students' STEM literacy. Moreover, it provided an alternative technology-based learning method that is highly relevant for the non-formal education of migrant children. Moving forward, the development of more comprehensive digital modules and intensive training for teachers is required to ensure the sustainability of the program.

Keywords: Migrant Children, STEM Gamification, Community Service, Workshop

1. Pendahuluan

Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul) merupakan lembaga pendidikan non-formal yang menampung anak-anak keturunan Indonesia di Kuala Lumpur, Malaysia. Sebagian besar siswa adalah anak-anak pekerja migran yang terkendala dokumen administratif dan kondisi ekonomi sehingga tidak dapat bersekolah di lembaga formal Malaysia (Peea dkk., 2024; Kurniawan dkk., 2024). Kondisi ini bertolak belakang dengan konsep *Right to Education* dari UNESCO yang menegaskan bahwa setiap anak berhak memperoleh pendidikan tanpa diskriminasi (Mashuri dkk., 2024; Anggola dkk., 2024).

Pembelajaran di SB Sentul masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan tenaga pengajar, minimnya fasilitas, serta ketiadaan modul pembelajaran STEM yang sistematis dan inovatif. Metode pembelajaran yang digunakan masih konvensional dan belum memanfaatkan teknologi digital, sehingga siswa kesulitan memahami konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika secara aplikatif. Selain itu, keterampilan guru dan relawan dalam mengembangkan inovasi pembelajaran juga masih terbatas. Kendala ini bersifat umum di berbagai Sanggar Belajar informal bagi anak-anak pekerja migran Indonesia di Malaysia, misalnya dalam penelitian Awary, dkk (2024), dimana salah satu hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa evaluasi anak-anak PMI yang belajar pada sanggar belajar informal Hulu Kelang Selangor dalam kemampuan dasar literasi membaca, menulis, dan numerasi menunjukkan bahwa 1 dari 3 siswa dari kelas 1 hingga kelas 3 mengalami kesulitan dalam hal *reading* dan *writing*, sedangkan siswa kelas 4 dan 5 memiliki kesulitan dalam memahami materi matematika.

Dalam era globalisasi, pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menjadi kunci inovasi, pertumbuhan ekonomi, dan kesiapan karier masa depan. Sains membantu memahami dunia, teknologi meresap ke dalam kehidupan sehari-hari, teknik berperan dalam solusi infrastruktur dan energi, serta matematika mendasari berbagai aspek analisis dan perencanaan. Dapat dikatakan bahwa Pendidikan STEM merupakan landasan dari perkembangan peradaban era industri 4.0 saat ini. Sekolah formal pun masih memiliki tantangan dalam meningkatkan ketertarikan siswa pada bidang STEM, apalagi sekolah non-formal, yang memiliki lebih banyak keterbatasan.

Menurut teori konstruktivisme Piaget, anak belajar lebih efektif melalui pengalaman langsung (Magalhaes dkk., 2025; Saepuloh dkk., 2024). Penerapan gamifikasi digital dalam pembelajaran STEM dapat menjadi solusi untuk meningkatkan motivasi belajar sekaligus pemahaman siswa. Hal ini sejalan dengan teori pemberdayaan komunitas Zimmerman yang menekankan pentingnya peningkatan kapasitas pendidik lokal agar tercipta pembelajaran yang berkelanjutan (Kristanto dkk., 2025).

Sebagai respon, program pengabdian masyarakat kolaborasi internasional bertajuk Penguatan Pembelajaran STEM melalui Gamifikasi Digital di Sanggar Bimbingan Sentul, Kuala Lumpur dirancang untuk menghadirkan pengalaman belajar interaktif melalui *workshop* dua hari. Kegiatan ini mengintegrasikan gim edukatif untuk topik *Mathematics & Science* dan praktik langsung pada topik *Technology & Engineering*.

Gamifikasi merupakan konsep pembelajaran yang memiliki tujuan untuk meningkatkan motivasi peserta didik melalui penggunaan elemen-elemen gim (Majid, dkk, 2020). Dunia anak-anak yang berasosiasi dengan dunia bermain menjadikan pembelajaran yang dikemas dalam konsep gamifikasi dapat diikuti dengan gembira, sehingga anak-anak diharapkan dapat menyerap materi pelajaran dengan lebih baik. Menggabungkan konsep gamifikasi pada pembelajaran berbasis komunitas merupakan suatu pendekatan yang menjadi kontribusi utama makalah ini, karena pendekatan yang lazim digunakan sebelumnya berpusat pada penyediaan guru-guru, baik melalui kerjasama pemerintah Indonesia dan Malaysia (Annisa, R. N. & Nizar M., 2022), maupun melalui KKN mahasiswa Indonesia (Awary, 2024).

Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat meningkatkan pemahaman STEM, sementara guru memperoleh keterampilan baru dalam mengembangkan pembelajaran inovatif.

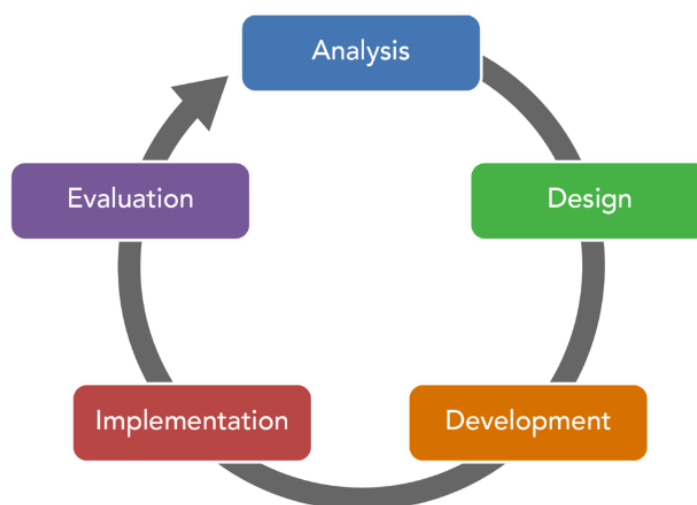
2. Metodologi

2.1 Metode Pelaksanaan

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul), Kuala Lumpur, Malaysia, dengan peserta berjumlah 45 siswa usia sekolah dasar dari berbagai jenjang kelas. Kegiatan dirancang dalam bentuk *workshop* dua hari yang mengintegrasikan pembelajaran STEM dengan pendekatan gamifikasi digital.

2.2 Desain Program

Untuk mengembangkan model pendidikan non-formal yang efektif bagi anak-anak pekerja migran di Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul), program pengabdian ini menggunakan model desain instruksional ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) ditunjukkan pada Gambar 1. Model ini dikenal sebagai pendekatan sistematis dalam pengembangan program pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik serta menyesuaikan dengan kebutuhan dan kendala di lapangan (Branch, 2009; Gustafson & Branch, 2002).



Gambar 1. Metode ADDIE sebagai

Tahapan metode meliputi:

1) Analysis

Survei kebutuhan pembelajaran STEM dilakukan melalui wawancara dengan pengelola SB Sentul. Hasil analisis menunjukkan keterbatasan modul, media pembelajaran, dan keterampilan guru dalam menerapkan metode interaktif berbasis teknologi.

2) Design

Penyusunan rancangan *workshop* berbasis gamifikasi digital yang mengintegrasikan gim edukatif untuk mata pelajaran *Mathematics & Science* serta praktik sederhana untuk topik *Technology & Engineering*.

3) Development

Pembuatan bahan ajar berupa modul, instrumen *pre-test* dan *post-test*, serta media gim edukatif. Selain itu, dirancang pula sistem reward berupa *doorprize* untuk meningkatkan motivasi siswa.

4) Implementation

Workshop dilaksanakan selama dua hari dengan rincian kegiatan sebagai berikut:

- a. Hari Pertama: Math & Science berbasis gim edukatif
 - Pembukaan, *ice breaking*, dan *pre-test*.
 - Sesi pembelajaran interaktif melalui gim edukatif berbasis matematika dan sains.
 - *Post-test*, sesi tanya jawab, refleksi siswa, dan penutupan dengan pemberian *doorprize*.
- b. Hari Kedua: Teknologi & Engineering
 - Pembukaan, *ice breaking*, dan *pre-test*.
 - Sesi pembelajaran tentang teknologi dan rekayasa sederhana
 - Praktik langsung: pembuatan gerbang logika sederhana.
 - *Post-test*, dokumentasi kegiatan, serta penutupan dengan pemberian *doorprize*.

2.3 Evaluation

Evaluasi dilakukan melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test*, observasi keterlibatan siswa selama kegiatan, serta umpan balik dari guru dan pengelola SB Sentul. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar perbaikan program dan penyusunan rekomendasi untuk keberlanjutan kegiatan.

2.4 Instrumen Evaluasi

Instrumen utama berupa soal *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa, lembar observasi untuk menilai partisipasi siswa, serta catatan refleksi dari guru pendamping. Data kuantitatif maupun kualitatif dianalisis secara deskriptif untuk melihat efektivitas penggunaan gamifikasi dalam pembelajaran STEM.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Partisipasi Peserta

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan selama dua hari dengan melibatkan 45 siswa Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul) dari berbagai jenjang sekolah dasar, Gambar 2 merupakan foto bersama dengan peserta sebelum kegiatan pembelajaran dimulai. Secara umum, tingkat kehadiran dan keterlibatan peserta cukup tinggi, menunjukkan adanya minat besar dari siswa terhadap pembelajaran yang dikemas secara interaktif.



Gambar 2. Dokumentasi foto bersama sebelum kegiatan pembelajaran

3.2 Antusiasme dan Keterlibatan Siswa

Pada hari pertama, dilaksanakan pembelajaran untuk topik *Mathematics & Science* berbasis gim edukatif. Siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok dan mengikuti kegiatan *ice breaking*, *pre-test*, serta pembelajaran menggunakan gim digital. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa sangat antusias mengikuti sesi gim edukatif, terutama karena adanya unsur kompetisi dan *reward* berupa *doorprize*. Gamifikasi berhasil menciptakan suasana belajar yang lebih hidup, mendorong siswa lebih aktif bertanya, serta berani mencoba menyelesaikan soal-soal yang disajikan. Dokumentasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Dokumentasi siswa mengerjakan *Pre-test*



Gambar 4. Dokumentasi saat siswa belajar menggunakan media gim.

Pada hari kedua, topik *Technology & Engineering* dilaksanakan dengan fokus pada pengenalan konsep dasar teknologi dan praktik pembuatan gerbang logika sederhana. Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar langsung (*hands-on learning*) yang sesuai dengan teori konstruktivisme Piaget, di mana siswa belajar lebih efektif melalui pengalaman konkret (Magalhaes dkk., 2025; Saepuloh dkk., 2024). Siswa menunjukkan ketertarikan yang tinggi terhadap praktik ini karena dapat melihat hubungan nyata antara teori dan penerapan sederhana dalam kehidupan sehari-hari.

Gambar 5 memperlihatkan dokumentasi siswa saat melakukan sesi praktik membuat gerbang logika dasar untuk menyalakan dan menghidupkan lampu LED.



Gambar 5. Dokumentasi saat siswa praktik membuat gerbang logika dasar untuk menghidupkan dan mematikan lampu LED.

3.3 Hasil Peningkatan Pemahaman Siswa melalui Evaluasi *pre-test* dan *post-test*

Tabel 1. Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

| No | Mata Pelajaran | Rerata Nilai Pre-Test | Rerata Nilai Post Test |
|------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | <i>Science</i> | 65 | 87,5 |
| 2 | <i>Mathematic</i> | 82 | 100 |
| 3 | <i>Computational Thinking</i> | 47,5 | 80 |
| Rata-rata | | 64,8 | 89,16 |

Hasil evaluasi pembelajaran yang diperoleh dari *pre-test* dan *post-test* pada Tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa pada seluruh mata pelajaran yang diberikan. Pada mata pelajaran *Science*, rata-rata nilai siswa meningkat dari 65,0 menjadi 87,5. Peningkatan sebesar 22,5 poin ini memperlihatkan bahwa penggunaan gim edukatif mampu membantu siswa memahami konsep sains secara lebih interaktif dan menyenangkan. Mata pelajaran *Mathematics* juga mengalami peningkatan yang signifikan, yakni dari nilai rata-rata 82,0 pada *pre-test* menjadi 100 pada *post-test*. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan gamifikasi tidak hanya membuat siswa lebih termotivasi, tetapi juga mendorong mereka mencapai penguasaan penuh terhadap materi yang diajarkan. Peningkatan terbesar terlihat pada mata pelajaran *Computational Thinking*, dengan kenaikan rata-rata nilai dari 47,5 menjadi 80,0. Peningkatan sebesar 32,5 poin ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis gim sangat efektif dalam membantu siswa memahami konsep berpikir komputasional yang sebelumnya dianggap sulit. Di sisi lain, materi *computational thinking* merupakan pendekatan berpikir dalam memahami dasar dari algoritma dan pemrograman atau informatika. *Computational thinking* lebih disarankan dibanding langsung mempelajari coding dan bahasa pemrograman, bahkan CT disebut sebagai keterampilan fundamental bagi semua orang, bukan hanya bagi ilmuwan komputer, dan perlu ditambahkan sebagai pendidikan dasar anak-anak selain membaca, menulis, dan berhitung (Wing, 2006). Hanya saja, CT masih jarang dipelajari oleh anak-anak, sehingga siswa SB Sentul yang baru pertama kali mempelajari CT memiliki ketertarikan lebih yang berkontribusi pada peningkatan nilai *pre-test* ke *post-test* siswa.

Secara keseluruhan, rata-rata nilai *pre-test* siswa adalah 64,8, sedangkan rata-rata *post-test* meningkat menjadi 89,16. Peningkatan sebesar 24,3 poin ini mengindikasikan bahwa program pengabdian melalui gamifikasi digital efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap

pembelajaran STEM. Hal ini sejalan dengan penelitian (Seaborn, dkk., 2015; Zainuddin, dkk., 2019; Huda, dkk., 2021) yang menunjukkan bahwa adanya peningkatan kemampuan belajar yang positif dengan penggunaan media pembelajaran. Pada aplikasi media pembelajaran yang dikembangkan dalam pengabdian masyarakat ini, terdapat 3 modul utama, matematika, sains, dan *computational thinking*. Pada setiap modul, terdapat level, poin/skor untuk *unlock* level selanjutnya, serta penambahan fitur *challenge* dalam *game platformer*. Fitur level sangat tepat karena satu aplikasi ini digunakan oleh siswa dengan rentang kelas 1 hingga kelas 6, yang memiliki perbedaan materi pembelajaran yang signifikan. Siswa dapat memilih level yang sesuai dengan tingkat kemampuan mereka. Adapun fitur skor digunakan sebagai *challenge* untuk menantang siswa memperoleh nilai minimal di kelas. Fitur *game platformer* merupakan fitur yang paling digemari siswa SB, karena mereka merasa sedang bermain *game*, di dalam *game* tersebut terdapat beberapa musuh yang akan memunculkan jendela soal secara acak. Secara keseluruhan, elemen gamifikasi yang dipilih telah sesuai dengan tujuan peningkatan motivasi belajar.

3.4 Produk dan Media Pembelajaran

Produk utama dari program pengabdian ini adalah modul pembelajaran, aplikasi gim, media praktikum, serta lembar kerja *pre test* dan *post test*.

1. Modul Pembelajaran

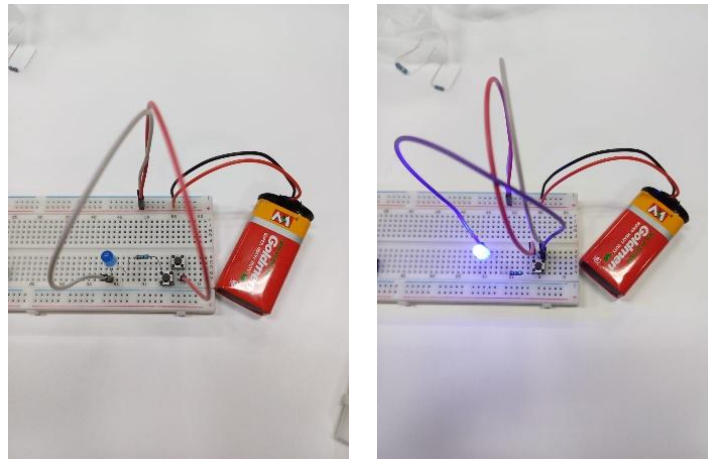
Tim pengabdian menyusun modul pembelajaran STEM (Matematika, Sains, dan Teknologi) sebagai bahan ajar sekaligus panduan interaktif bagi siswa dan guru. Modul ini berisi materi, contoh soal, dan latihan yang disusun secara sistematis, dengan desain visual yang warna-warni, menarik, dan sesuai karakteristik siswa sekolah dasar. Untuk meningkatkan motivasi belajar, modul dilengkapi ilustrasi, contoh penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari, serta latihan berbasis tantangan, sehingga siswa dapat belajar secara lebih aktif, menyenangkan, dan berkesan. Gambar 6 merupakan tangkapan layar halaman depan modul pembelajaran.



Gambar 6. Tangkapan layar halaman depan modul

2. Media Praktikum

Pada sesi praktik, siswa diajak untuk membangun rangkaian gerbang logika AND sederhana menggunakan komponen dasar berupa satu baterai 9V, sebuah resistor 330 ohm, satu buah LED, dua buah *push button*, dan kabel *jumper*. Rangkaian dirancang dengan menghubungkan baterai ke dua *push button* yang disusun secara seri, kemudian dilanjutkan ke resistor dan LED sebelum menuju *ground*. Dengan susunan ini, LED hanya akan menyala apabila kedua *push button* ditekan secara bersamaan. Melalui praktik ini, siswa dapat memahami prinsip dasar gerbang logika AND, yakni bahwa suatu keluaran (*output*) hanya akan aktif jika seluruh masukan (*input*) bernilai benar. Pendekatan praktik langsung ini tidak hanya membuat siswa lebih mudah memahami konsep teknologi dan rekayasa, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan aplikatif. Gambar 7 memperlihatkan rangkaian gerbang logika.



Gambar 7. Rangkaian gerbang logika ketika *on* dan *off*

3. Gim Pembelajaran

Gambar 8-12 memperlihatkan tangkapan layar tampilan gim pembelajaran. *Little Thinker* merupakan gim edukasi yang dikembangkan menggunakan Unity 6 dengan bahasa pemrograman C#. Konsep permainan ini berfokus pada tiga materi utama, yaitu *Computational Thinking*, Matematika, dan Sains. Setiap materi dirancang dalam bentuk permainan interaktif yang memungkinkan anak belajar sekaligus bermain, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan tidak membosankan.

Di dalam *game*, pemain diajak untuk memahami materi melalui aktivitas bermain, kemudian menguji penguasaannya melalui kuis berlevel, mulai dari tingkat mudah hingga sulit. Penyusunan level ini memungkinkan siswa belajar secara bertahap sesuai kemampuan masing-masing. Dengan demikian, *game* tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga memberikan tantangan yang mendorong rasa ingin tahu dan semangat belajar. Konsep gamifikasi juga diperkuat dengan adanya menu *game* berbasis *platformer game* yang diperkaya dengan *obstacle*/tantangan sebagai *trigger* untuk memunculkan soal-soal.

Tujuan utama *Little Thinker* adalah membantu anak-anak memperoleh pengetahuan baru sekaligus mengasah keterampilan berpikir logis, analitis, dan kritis dalam suasana yang interaktif. Melalui pendekatan ini, *game* berperan sebagai media pembelajaran alternatif berbasis teknologi yang mampu meningkatkan motivasi belajar siswa. Pengabdian kepada masyarakat dengan menggunakan *game* edukasi sesuai dengan *track record* tim pengabdian, misalnya dalam memperkenalkan teknologi multimedia melalui *game* edukasi berbasis *storytelling* (Mahardhika, dkk., 2022).



Gambar 8. Tembakan layar halaman utama aplikasi GIM



Gambar 9. Tembakan layar tiga menu pembelajaran (*Mathematics*, *Sains*, dan *Computational Thinking*)



Gambar 10. Tembakan layar menu pembelajaran *Mathematics*



Gambar 11. Tembakan layar menu pembelajaran *Sains*

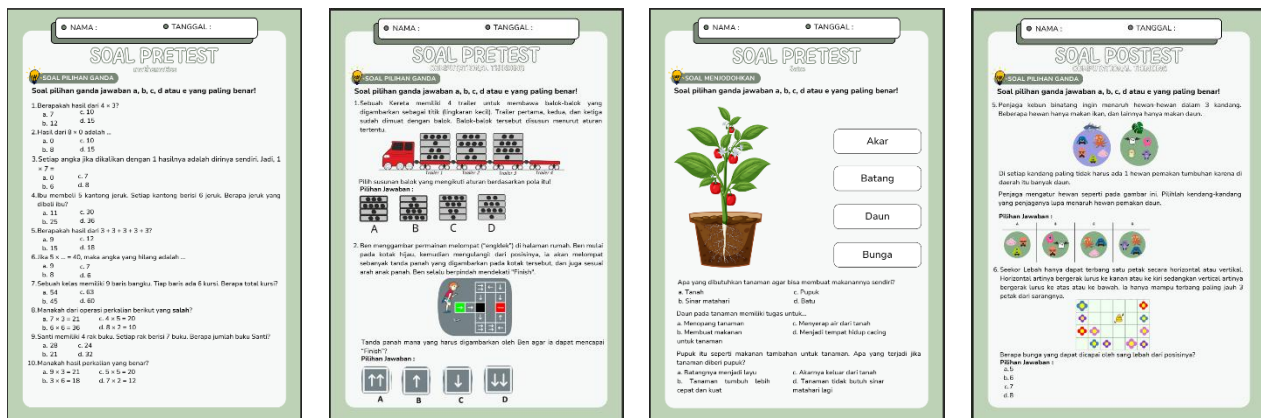


Gambar 12. Tembakan layar menu pembelajaran *Computational Thinking*

4. Lembar kerja *Pre* dan *Post Test*

Gambar 13 memperlihatkan tembakan layar lembar kerja *pre* dan *post test*. Instrumen evaluasi yang digunakan dalam program ini berupa lembar kerja *pre-test* dan *post-test* yang disusun untuk mengukur kemampuan awal dan akhir siswa setelah mengikuti pembelajaran. Lembar kerja berisi beberapa soal pilihan ganda dan isian singkat yang mencakup materi Matematika, Sains, dan *Computational Thinking* sesuai dengan topik kegiatan. Soal *pre-test* diberikan di awal sesi untuk mengetahui pemahaman dasar siswa, sedangkan *post-test* diberikan di akhir sesi untuk menilai peningkatan penguasaan materi. Desain soal dibuat sederhana, kontekstual, dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa sekolah dasar. Dengan demikian, instrumen ini tidak hanya berfungsi

sebagai alat ukur peningkatan hasil belajar, tetapi juga sebagai sarana refleksi bagi guru dan pengabdian dalam mengevaluasi efektivitas pendekatan gamifikasi digital yang digunakan.



Gambar 13. Contoh lembar kerja Pre dan Post Test

3.5 Dampak terhadap Guru dan Relawan

Selain siswa, guru dan relawan di SB Sentul juga memperoleh manfaat dari kegiatan ini. Mereka belajar memanfaatkan gim edukatif sebagai media pembelajaran alternatif, serta mendapatkan pengalaman baru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses mengajar. Dampak ini sesuai dengan teori pemberdayaan komunitas Zimmerman yang menekankan pentingnya peningkatan kapasitas pendidik untuk menciptakan inovasi yang berkelanjutan (Kristanto dkk., 2025).

3.6 Tanggapan Mitra

Pengelola SB Sentul memberikan tanggapan positif terhadap program ini. Mereka menilai bahwa metode gamifikasi digital relevan dengan kebutuhan siswa yang selama ini terbatas pada pembelajaran konvensional. Mitra juga berharap agar kegiatan serupa dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan cakupan materi STEM yang lebih luas. Hal ini memperlihatkan adanya potensi replikasi dan keberlanjutan program. Gambar 14 memperlihatkan sesi wawancara dan diskusi bersama mitra Bapak Shohehuddin, M.Ed..



Gambar 14. Dokumentasi wawancara dengan mitra

3.7 Ketercapaian Tujuan Program

Secara keseluruhan, program ini berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan, yaitu meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap STEM melalui gamifikasi digital, sekaligus memperkenalkan model pembelajaran alternatif bagi guru dan relawan. Keberhasilan ini juga memperkuat urgensi penerapan teknologi dalam pendidikan non-formal, terutama bagi anak-anak migran yang memiliki keterbatasan akses pendidikan formal. Tabel 2 memperlihatkan kesesuaian target dan ketercapaian tujuan program.

Tabel 2. kesesuaian target dan ketercapaian tujuan program.

| No | Indikator | Target | Capaian |
|----|---|--|---|
| 1 | Peningkatan Pemahaman Siswa terhadap STEM | peserta didik mengalami peningkatan pemahaman konsep dasar STEM berdasarkan hasil asesmen <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> . | Terjadi peningkatan sebesar 24,3 poin dari rata-rata nilai <i>pre-test</i> siswa adalah 64,8, menjadi rata-rata nilai <i>post test</i> adalah 89,16 |
| 2 | Pengembangan Modul Pembelajaran STEM | Menghasilkan satu modul pembelajaran STEM yang dapat digunakan secara mandiri oleh siswa dan tenaga pengajar. | Tersedia tujuh modul pembelajaran yang terdiri dari lima modul matematika satu modul sains dan satu modul teknologi |
| 3 | Pembuatan Media Pembelajaran Digital Berbasis Gim Edukasi | Mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis gamifikasi yang menarik dan mudah diakses oleh siswa. | Tersedia gim pembelajaran <i>Little Thinker</i> untuk pembelajaran <i>computational thinking</i> , matematika dan sains |

4. Kesimpulan

Program pengabdian masyarakat kolaborasi internasional yang dilaksanakan di Sanggar Bimbingan Sentul (SB Sentul), Kuala Lumpur, berhasil memberikan kontribusi nyata dalam penguatan pembelajaran STEM melalui pendekatan gamifikasi digital. Kegiatan *workshop* dua hari dengan topik *Mathematics & Science* berbasis gim edukatif dan *Technology & Engineering* melalui praktik gerbang logika sederhana mampu menciptakan suasana belajar yang interaktif, menyenangkan, dan aplikatif bagi anak-anak migran Indonesia.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa sangat antusias dalam mengikuti seluruh rangkaian acara, serta lebih aktif terlibat dalam proses belajar. Gamifikasi yang diterapkan mampu meningkatkan motivasi sekaligus mempermudah pemahaman siswa terhadap konsep STEM. Selain itu, guru dan relawan juga memperoleh pengalaman baru dalam memanfaatkan media digital sebagai alternatif pembelajaran, sehingga berpotensi meningkatkan kapasitas mereka dalam jangka panjang.

Dari sisi mitra, pengelola SB Sentul menilai bahwa program ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran di sanggar dan diharapkan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan. Dengan demikian, program ini tidak hanya meningkatkan literasi STEM siswa, tetapi juga memperkenalkan model pembelajaran inovatif yang dapat dijadikan sebagai prototipe untuk dapat direplikasi di pendidikan nonformal lainnya.

Untuk tindak lanjut, diperlukan pengembangan modul pembelajaran digital yang lebih komprehensif serta pelatihan intensif bagi guru agar mampu mengimplementasikan gamifikasi secara mandiri. Dengan langkah ini, keberlanjutan program dapat terjamin dan manfaatnya semakin meluas bagi anak-anak migran Indonesia di Malaysia.

5. Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia yang telah mendanai kegiatan ini melalui Hibah Pengabdian Masyarakat Kolaborasi Internasional. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sanggar Bimbingan Sentul, Kuala Lumpur, beserta seluruh siswa, guru, dan relawan yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini. Apresiasi yang tinggi diberikan kepada KBRI Malaysia serta mahasiswa pendamping yang turut membantu dalam pelaksanaan program. Dukungan dari seluruh pihak telah menjadi bagian penting dalam keberhasilan kegiatan pengabdian ini.

Daftar Pustaka

- Anggola, C. D., Prawita, F., & Lestrika, D. P. (2024). Peran pendidikan dalam mengurangi kesenjangan gender di tempat kerja. *Jurnal Kajian Hukum dan Kebijakan Publik*, 2(1), 531–537. <https://doi.org/10.62379/25rjvg28>
- Annisa, R. N. & Nizar, M. (2022). The Indonesian Government's Diplomacy in Fulfilling the Education Rights of the Children of Indonesian Migrant Workers in Tawau Sabah Malaysia. *Journal of Paradiplomacy and City Networks*, Vol. 1 No. 1: June 2022.
- Awary, N., Aji, T. S., Wasil, M., Fisabilillah, L. W. P., Hanifa, N., Hutabarat, R. E., & Restikasari, W. (2024). Community Services for the Children of Migrant Labors through Informal Education to Support SDGS in Hulu Kelang Selangor Learning Places. *International Journal Of Community Service*, 4(2), 140–144.
- Branch, R. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Gustafson, K., & Branch, R. (2002). *Survey of instructional development models* (4th ed.). ERIC Clearinghouse on Information & Technology.
- Huda, S. N., & Ramadhan, M. (2021). Designing educational game to increase environmental awareness. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(15), 181–193. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i15.23715>
- Kurniawan, R., Santi, K. A., & Sopian, A. (2024). Pendidikan dalam perspektif teori sosiologi. *EDUCATE: Journal of Education and Culture*, 2(3), 412–423. <https://doi.org/10.61493/educate.v2i03.132>
- Kristanto, D. D., Nurhidayah, F., Saputra, F., & Sugianto, D. A. (2025). Pemberdayaan masyarakat urban melalui penguatan IRT-UM untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di Tangerang Selatan. *Eastasouth Journal of Positive Community Services*, 3(2), 67–72. <https://doi.org/10.58812/ejpcs.v3i02.300>
- Magalhaes, A. D. J., Adnyana, P. B., Ariawan, I. P. W., & Wesnawa, I. G. A. (2025). Teori kognitif Jean Piaget dalam proses pembelajaran IPS. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 8(1), 408–412. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i1.41444>
- Mahardhika, G. P., Huda, S. N., & Rani, S. (2022). Pengenalan teknologi multimedia melalui pelatihan pembuatan gim edukasi storytelling. *Rahmatan Lil'Alamin Journal of Community Services*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.20885/RLA.Vol2.iss1.art2>
- Majid, H. T., & Huda, S. N. (2020). Gamifikasi pembelajaran huruf hijaiyah dan bahasa Arab: Studi kasus PAUD Terpadu Mutiara Yogyakarta. *Jurnal Automata*, 1(2), 1–5.
- Mashuri, Jailani, M. S., & Isma, A. (2024). Perubahan sosial dan pendidikan. *Dirasah: Jurnal Studi Ilmu dan Manajemen Pendidikan Islam*, 7(2), 692–701. <https://doi.org/10.58401/dirasah.v7i2.1299>
- Peea, F., Anneke, D. R., & Naibaho, L. (2024). Revolusi pemikiran: Memahami peran pendidikan dalam menghadapi era teknologi 5.0. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(1), 25–33. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i01.1067>

- Saepuloh, A., Supriatna, E., Judijanto, L., Hendra, M., Fauzi, M. S., & Risnawati, Y. (2024). Psikologi pendidikan dalam pendidikan modern: Analisis literatur tentang pendekatan dan inovasi. *Ekasakti Jurnal Penelitian dan Pengabdian*, 4(2), 469–478. <https://www.ejurnal-unespadang.ac.id/index.php/EJPP/article/view/1134>
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in education: A review of the literature. *Educational Technology & Society*, 18(3), 26–40.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 2006.
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., & Shujahat, M. (2019). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, 143, 103677. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103677>

Sustainable Supply Chain Management untuk UMKM

Elisa Kusrini¹⁾, Atyanti Dyah Prabaswari²⁾, Wahyudhi Sutrisno^{3)*}, Mohammad Arsyad Fathurrohman⁴⁾, Zahara Intan Wigathie⁵⁾

^{1,3)}Program Studi Doktor Rekayasa Industri, Universitas Islam Indonesia

⁴⁾Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

^{2,5)}Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

^{1,2,3,4,5)} Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

Email: wahyudi.sutrisno@uii.ac.id

ABSTRAK

Dalam upaya meningkatkan efisiensi sekaligus efektivitas pengelolaan logistik, pelaku usaha khususnya UMKM perlu membangun kapabilitas sustainable supply chain management. Merespons kebutuhan tersebut, diinisiasi pelatihan terstruktur mengenai Green Supply Chain Management (GSCM) yang berkembang menuju Sustainable Supply Chain Management (SSCM) dengan fokus penerapan pada empat ranah logistik hijau, yakni transportasi, pergudangan, kemasan, dan reverse logistics. Pelatihan diikuti oleh UMKM yang menangani operasi logistik dan distribusi untuk menilai penyerapan materi, serta dilengkapi latihan dan studi kasus yang merefleksikan kondisi lapangan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan nilai post-test dibandingkan pre-test, yang mengindikasikan pemahaman yang lebih baik atas praktik inti seperti optimasi rute dan muatan, efisiensi energi di gudang, perancangan kemasan berprinsip reduce–reuse–recycle, dan pengelolaan aliran balik produk. Selain peningkatan pengetahuan, peserta juga menyiapkan langkah pemantauan indikator sederhana yaitu energi, bahan bakar, limbah dan pengantar pelaporan keberlanjutan berbasis GRI yang proporsional bagi skala UMKM.

Kata kunci: Green Supply Chain Management, GRI Standards, Logistik Hijau, Supply Chain, Sustainable Supply Chain Management, UMKM.

ABSTRACT

In efforts to improve both the efficiency and effectiveness of logistics management, business actors particularly micro, small, and medium enterprises (UMKM) need to build capabilities in sustainable supply chain management. To address this need, a structured training program on Green Supply Chain Management (GSCM) evolving toward Sustainable Supply Chain Management (SSCM) was initiated, focusing on four green logistics domains: transportation, warehousing, packaging, and reverse logistics. The program targeted UMKM personnel responsible for logistics and distribution operations, incorporated pre-test and post-test to assess learning uptake, and included exercises and case studies reflecting real field conditions. Evaluation results show higher post-test scores than pre-test scores, indicating improved understanding of core practices such as route and load optimization, energy efficient warehousing, packaging design based on reduce–reuse–recycle principles, and systematic management of product return flows. Beyond knowledge gains, participants also prepared simple indicator monitoring plans—covering energy, fuel, and waste and an introductory, scale-appropriate approach to sustainability reporting aligned with GRI.

Keywords: Green Supply Chain Management, GRI Standards, Green Logistics, Supply Chain, Sustainable Supply Chain Management, UMKM.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi pada era revolusi industri yang disertai digitalisasi telah mengubah dunia usaha secara mendasar. Inovasi tersebut berjalan bersama otomasi dan keterhubungan global sehingga mempercepat pergerakan informasi, barang, dan jasa. Hal tersebut menyebabkan persaingan sehingga menuntut perusahaan menjadi lebih responsif. Dalam kondisi tersebut, pengelolaan *supply chain* memegang peran strategis untuk memastikan ketersediaan produk tepat waktu, menjaga kendali biaya, serta meningkatkan mutu layanan kepada pelanggan. Pada industri manufaktur, menjadi prasyarat utama bagi pemenuhan permintaan yang semakin dinamis. Setiap kelemahan dalam perencanaan persediaan, penyalarsan produksi dan distribusi, maupun pengendalian biaya akan langsung berdampak pada kinerja perusahaan (Soeltanong & Sasongko, 2021).

Seiring menguatnya *sustainable*, praktik operasional bergeser dari orientasi efisiensi konvensional menuju *Green Supply Chain Management* (GSCM) dan selanjutnya berevolusi menjadi *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) yang mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi. Pelaksanaan GSCM dan SSCM meliputi empat ranah logistik hijau yang saling berkaitan. Bidang pertama adalah transportasi yang menekankan optimasi rute dan muatan serta pemanfaatan kendaraan atau bahan bakar rendah emisi (Muchenje, 2024). Bidang kedua adalah pergudangan dengan fokus pada efisiensi energi, penggunaan peralatan beremisi rendah, serta pengurangan dan pemilahan limbah (Perotti & Colicchia, 2023). Bidang ketiga adalah kemasan yang menerapkan prinsip *reduce-reuse-recycle* dengan pemilihan bahan yang dapat didaur ulang atau terbarukan (Scrioșteanu & Criveanu, 2023). Bidang keempat adalah *reverse logistics* yang meliputi pengelolaan retur, perbaikan produk, dan pelaksanaan proses daur ulang maupun pembuangan berlangsung secara bertanggung jawab (Govindan et al., 2015).

Bagi UMKM, penguatan SSCM memberikan manfaat langsung yang meliputi penurunan biaya operasional pada konsumsi energi, penggunaan bahan bakar, dan kebutuhan pada kemasan. Penerapan tersebut juga meningkatkan keandalan pasokan dan memperkuat kepercayaan mitra serta akses pasar. Penerapan dapat diawali dengan langkah sederhana yang terukur yang meliputi audit alur proses satu halaman, pemantauan tiga indikator dasar yaitu kWh pada listrik, liter pada BBM, dan kilogram limbah atau retur, penyempurnaan rute serta jadwal pengiriman, dan perbaikan desain kemasan. Tahap berikutnya mencakup penetapan target tahunan, internalisasi praktik hemat energi di fasilitas pergudangan, penegasan persyaratan minimum bagi pemasok, serta penyusunan laporan ringkas berbasis GRI Standards yang disesuaikan dengan kapasitas organisasi dan berfokus pada topik material paling relevan, seperti energi, air, limbah, dan kemasan berkelanjutan. Melalui pendekatan bertahap ini, UMKM dapat meningkatkan kinerja sekaligus memenuhi ekspektasi pasar yang menuntut efisiensi, transparansi, dan *sustainable*.

Oleh karena itu, pelatihan bagi pelaku UMKM terkait *Sustainable Supply Chain Management* dan *Green Supply Chain Management* perlu diperkuat agar pemilik serta pengelola usaha siap menghadapi kompleksitas dan dinamika *supply chain* di tengah perubahan pasar. Pelatihan tersebut tidak hanya memperdalam pemahaman mengenai penyalarsan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam operasi harian, tetapi juga memberikan manfaat yang langsung terasa bagi usaha. Dengan penekanan pada empat bidang logistik hijau yang meliputi transportasi yang dioptimalkan, pergudangan hemat energi dengan peralatan beremisi rendah, kemasan yang mengikuti prinsip *reduce-reuse-recycle*, serta *reverse logistics* yang tertata. Pelatihan membantu UMKM menata prosedur distribusi, meningkatkan ketepatan pengelolaan persediaan, menekan penggunaan energi dan bahan bakar, serta meningkatkan kepuasan pelanggan sehingga efisiensi operasional meningkat. Program ini sekaligus memperkuat komunikasi internal, memperjelas koordinasi dengan pemasok, dan meningkatkan kesiapan usaha dalam merespons fluktuasi permintaan serta memenuhi tuntutan pasar terkait dengan *sustainable* dan pelaporan GRI yang disesuaikan dengan kapasitas UMKM.

2. Tinjauan Pustaka

Supply chain management (SCM) merupakan bidang penting dalam aktivitas bisnis karena menopang kemajuan dan kelancaran perusahaan (Aulia et al., 2022). *Supply chain* mencakup setiap upaya untuk memproduksi dan menyalurkan produk atau layanan akhir dari pemasok hingga pelanggan akhir. Meningkatnya persaingan mendorong perusahaan membangun kemitraan strategis dengan para pemangku kepentingan (Raharja et al., 2020). Pergeseran dari pola kompetisi menuju kolaborasi dan sinergi, baik horizontal maupun vertikal terbukti meningkatkan fleksibilitas, kelincahan, dan ketangguhan organisasi sekaligus menaikkan kepuasan pelanggan serta memberi manfaat jangka panjang bagi seluruh pelaku *supply chain*.

Isu-isu lingkungan yang meliputi pemanasan global, penipisan lapisan ozon, serta pencemaran udara, air, dan tanah telah menjadi perhatian dunia. Data menunjukkan tren kenaikan emisi yaitu pada tahun 2021 Indonesia mencatat 1.475,83 juta ton CO₂e atau 3,11% dari total emisi global (Ritchie et al., 2023). Kondisi tersebut menegaskan perlunya penerapan praktik *supply chain* yang ramah lingkungan. *Green Supply Chain Management* (GSCM) merupakan strategi utama untuk mencapai *sustainable* jangka panjang sekaligus mendukung pencapaian SDGs. Penerapan logistik hijau tercatat mampu menurunkan biaya bahan bakar hingga 60 % dan meningkatkan efisiensi *supply chain* hingga 55 % (Muchenje, 2024). Seiring perkembangannya, GSCM berevolusi menjadi *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) yang mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi secara terpadu. Berikut adalah ruang lingkup implementasi pada empat ranah logistik hijau (Tetteh et al., 2024):

- 1) Transportasi dilaksanakan melalui penggunaan energi atau bahan bakar alternatif, adopsi kendaraan rendah emisi, optimasi rute dan pemuatan, serta kolaborasi pengangkutan untuk menurunkan jarak tempuh, frekuensi perjalanan, dan emisi.
- 2) Pergudangan diarahkan pada efisiensi energi, penerapan desain fasilitas berkelanjutan, penggunaan peralatan beremisi rendah, pengurangan serta daur ulang limbah, dan pemanfaatan ruang serta otomatisasi guna menekan pemborosan sumber daya.
- 3) Kemasan mengikuti prinsip *reduce-reuse-recycle* melalui pengurangan material, pemilihan bahan yang dapat didaur ulang, terbarukan, atau biodegradabel, serta perancangan yang minimalis dan dapat digunakan kembali.
- 4) *Reverse logistics* menata aliran balik produk yang mencakup penanganan retur, perbaikan, proses daur ulang dan pembuangan sesuai ketentuan, serta pemulihan nilai aset.

Untuk memastikan transparansi dan memperluas akses pasar, pelaporan *sustainable* dengan GRI Standards dapat diadopsi oleh UMKM secara bertahap dan proporsional. GRI merupakan standar pelaporan yang paling luas digunakan secara global, membantu organisasi mengungkapkan dampak paling signifikan pada ekonomi, lingkungan, dan manusia, serta cara pengelolaannya (Hanafi et al., 2025). Pendekatan adopsi bagi UMKM sebaiknya disusun secara modular dan adaptif dengan menitikberatkan topik material yang relevan yaitu dimulai dari GRI 1 lalu pemilihan indikator kunci dari GRI 2–3, penggunaan template pelaporan yang ringkas, serta pendampingan teknis melalui asosiasi, perguruan tinggi, atau konsultan. Manfaat dari pendekatan ini adalah meningkatkan transparansi dan kepercayaan mitra, memperluas akses ke pasar yang mensyaratkan standar *sustainable* serta mengungkapkan peluang efisiensi operasional melalui pengurangan limbah dan konsumsi energi.

3. Metodologi Penelitian

1. Permintaan pelatihan untuk UMKM



Gambar 1. Permintaan pelatihan untuk UMKM

Meningkatnya intensitas persaingan dan tuntutan *sustainable* mendorong pelaku UMKM untuk mengikuti pelatihan agar mampu mengelola *supply chain* secara efisien. Perkembangan ini menegaskan pergeseran dari pola persaingan menuju kolaborasi dan sinergi guna membentuk organisasi yang lebih adaptif, sekaligus merespons meningkatnya isu lingkungan global melalui praktik operasional yang lebih baik. Pada perubahan tersebut, GSCM terbukti dapat menekan biaya bahan bakar hingga 60 % serta meningkatkan efisiensi *supply chain* hingga 55 %. Sedangkan GRI berperan sebagai standar pelaporan yang diakui luas di tingkat global memperkuat urgensi pelatihan bagi UMKM.

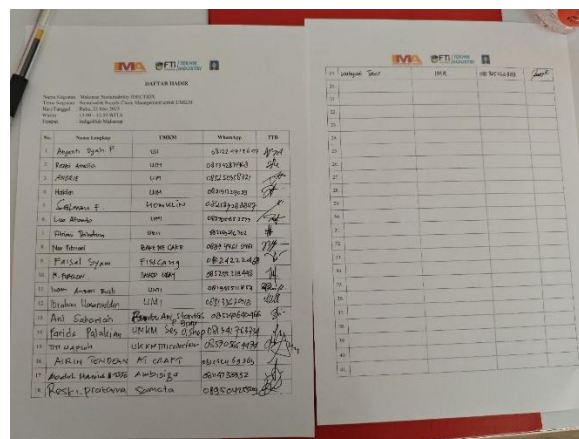
2. Pelaksanaan pelatihan dan penyampaian materi



Gambar 2. Pelaksanaan pelatihan dan penyampaian materi

Pelatihan ini disusun dengan fokus pada inti materi yaitu pengenalan strategi *Green Supply Chain Management* (GSCM) yang berkembang menuju *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) serta penerapan empat ranah logistik hijau. Cakupan materi meliputi transportasi ramah lingkungan melalui penggunaan energi atau bahan bakar alternatif, kendaraan rendah emisi, dan optimasi rute serta muatan. Pada pergudangan hijau lebih menekankan pada efisiensi energi, desain fasilitas berkelanjutan, penggunaan peralatan rendah emisi, pengurangan dan daur ulang limbah, serta pemanfaatan ruang dan otomatisasi. Kemasan berprinsip *reduce-reuse-recycle* melalui pengurangan material, pemilihan bahan terbarukan atau mudah didaur ulang, dan desain minimalis yang dapat digunakan kembali. Serta pada *reverse logistics* yang menata aliran produk untuk penanganan retur, perbaikan, proses daur ulang, pembuangan yang tepat, dan pemulihan nilai aset.

3. Evaluasi hasil pelatihan



| No. | Nama Lengkap | UIN | NIK |
|-----|-----------------|-----|---------------|
| 1. | Agusty, Diah P. | UM | 0302000000000 |
| 2. | Rani, Amalia | UM | 0302000000000 |
| 3. | Andi, E. | UM | 0302000000000 |
| 4. | Hadi, E. | UM | 0302000000000 |
| 5. | Selma, E. | UM | 0302000000000 |
| 6. | Lia, Alinda | UM | 0302000000000 |
| 7. | Dina, Dinda | UM | 0302000000000 |
| 8. | Nia, Nani | UM | 0302000000000 |
| 9. | Fatma, Syam | UM | 0302000000000 |
| 10. | A. Rani | UM | 0302000000000 |
| 11. | Nani, Nani | UM | 0302000000000 |
| 12. | Bina, Bina | UM | 0302000000000 |
| 13. | Ani, Anni | UM | 0302000000000 |
| 14. | Fatma, Fatma | UM | 0302000000000 |
| 15. | Amir, Amir | UM | 0302000000000 |
| 16. | Amir, Amir | UM | 0302000000000 |
| 17. | Amir, Amir | UM | 0302000000000 |

Gambar 3. Evaluasi hasil pelatihan

Evaluasi dilaksanakan dengan mengukur pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan serta memantau indikator operasional yang menjadi fokus program. Indikator yang diselenggarakan dengan GRI meliputi konsumsi energi listrik, penggunaan bahan bakar, pengelolaan limbah, serta emisi atau dampak lingkungan. Hal yang ditemukan dalam evaluasi digunakan untuk menetapkan target perbaikan berikutnya dan memastikan manfaat pelatihan tercermin pada peningkatan efisiensi operasional pada UMKM.

4. Hasil dan Pembahasan

Kesadaran pelaku usaha khususnya UMKM, mengenai pentingnya pengelolaan *sustainable supply chain* terus meningkat sehingga pelaku usaha perlu berinvestasi pada program pelatihan agar standar operasional selaras dengan prinsip *sustainable*. Pelatihan ini memaparkan strategi *Green Supply Chain Management* yang berkembang menuju *Sustainable Supply Chain Management* serta penerapan empat ranah logistik hijau yang meliputi transportasi ramah lingkungan melalui penggunaan energi atau bahan bakar alternatif, adopsi kendaraan rendah emisi, dan optimasi rute serta muatan, pergudangan dengan efisiensi energi, desain fasilitas berkelanjutan, peralatan rendah emisi, pengurangan dan daur ulang limbah, serta pemanfaatan ruang dan otomatisasi, kemasan yang mengikuti prinsip *reduce-reuse-recycle* melalui pengurangan material, pemilihan bahan terbarukan atau mudah didaur ulang, dan desain minimalis yang dapat digunakan kembali. Serta penguatan *reverse logistics* untuk penanganan retur, perbaikan, proses daur ulang, pembuangan yang tepat, dan pemulihan nilai aset. Pelatihan juga menyiapkan adopsi pelaporan berbasis GRI yang proporsional bagi UMKM guna meningkatkan transparansi dan kepercayaan mitra. Keberhasilan dari pelatihan ini dievaluasi melalui *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan mayoritas peserta meraih nilai memuaskan dan menerapkan

konsep kunci sehingga siap menerapkan praktik di tempat kerja. Dampak yang diharapkan mencakup peningkatan efisiensi operasional, penurunan konsumsi energi dan timbunan limbah, perbaikan kinerja distribusi, serta kelanjutan kolaborasi antara praktisi dan akademisi agar manfaatnya berkesinambungan bagi peningkatan kinerja *supply chain* dan kemajuan industri.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa setelah pelatihan berbasis GSCM yang berkembang menuju SSCM, pelaku UMKM tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang pengelolaan *supply chain* berkelanjutan, tetapi juga meraih berbagai manfaat tambahan yang nyata, meliputi peningkatan keberlanjutan operasional melalui penghematan energi dan pengurangan limbah, penguatan jaringan profesional antara praktisi dan akademisi untuk membuka peluang kolaborasi ke depan, adopsi pendekatan dan teknologi yang relevan seperti optimasi rute dan muatan, peralatan gudang beremisi rendah, dan desain kemasan *reduce-reuse-recycle*, serta peningkatan kemampuan melalui pemantauan indikator kinerja yang selaras dengan GRI. Pelatihan ini sekaligus memperbaiki kesiapsiagaan menghadapi dinamika pasar dengan mendorong penyusunan rencana perbaikan berkelanjutan, menata prosedur standar agar operasi lebih konsisten, dan memberi masukan berharga bagi pengembangan materi pendampingan agar semakin sesuai kebutuhan industri. Upaya-upaya tersebut secara kolektif meningkatkan efektivitas dan daya saing UMKM.

Daftar Pustaka

- Aulia, M. A., Fajhriana, L. S., Aziz, F., & Fauzi, M. (2022). Perencanaan Distribusi Produk Gas Pt.Rebbak Trolis Lestari Menggunakan Metode Distribution Requirement Planning (DRP). *Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 2, 1–15. <https://doi.org/10.46306/bay.v2i1>
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 240, Issue 3, pp. 603–626). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>
- Hanafi, A. A., Lestari, C. W., Suwarno, E. M., & Arifin, L. S. (2025). Analisis Pengungkapan Sustainability Reports Berdasarkan Gri Standards Pada Perusahaan Energi. *Jurnal Akuntansi dan Bisnis (Akuntansi)*, 5(1), 326–343.
- Muchenje, G. (2024). *Determinants of Business Value Realisation from the Use of Business Analytics GIVEMORE MUCHENJE*.
- Perotti, S., & Colicchia, C. (2023). Greening warehouses through energy efficiency and environmental impact reduction: a conceptual framework based on a systematic literature review. *International Journal of Logistics Management*, 34(7), 199–234. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2022-0086>
- Raharja, S. J., Arifianti, R., & Rivani. (2020). Analisis Kemitraan Antar Pemangku Kepentingan Dalam Meningkatkan Keunggulan Bersaing Industri Keramik: Studi Pada Sentra Industri Keramik Plered Purwakarta, Indonesia. *AdBispreneur*, 5(2), 117. <https://doi.org/10.24198/adbispreneur.v5i2.26485>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser. (2023). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *Voice of the Publisher*, 11(03). <https://doi.org/10.4236/vp.2025.113029>
- Scioşteanu, A., & Criveanu, M. M. (2023). Reverse Logistics of Packaging Waste under the Conditions of a Sustainable Circular Economy at the Level of the European Union States. *Sustainability (Switzerland)*, 15(20). <https://doi.org/10.3390/su152014727>
- Soeltanong, M. B., & Sasongko, C. (2021). Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Riset Akuntansi Dan Perpajakan*, 8(01), 14–27.

Tetteh, F. K., Kwateng, K. O., & Mensah, J. (2024). Green logistics practices: A bibliometric and systematic methodological review and future research opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 476. <https://doi.org/10.46306/bay.v2i1>



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA