

HILIRISASI TEKNOLOGI BATA RINGAN CLC BERBASIS BOTTOM ASH SEBAGAI SOLUSI INOVATIF, EKONOMIS, DAN RAMAH LINGKUNGAN PADA MASYARAKAT DESA LAPEO

Dahlia Patah¹, Nur Okviyani², Akbar Indrawan Saudi^{3*}, Amry Dasar⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

^{1,4}Fakultas Vokasi, Universitas Hasanuddin, Indonesia

akbarindrawan@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Perkembangan sektor industri olahan komoditas batubara menumbuhkan persoalan daripada limbah yang dihasilkan. Prospek pengolahan hasil limbah menjadi olahan yang berdampak bagi masyarakat merupakan sektor yang banyak diteliti. Hilirisasi hasil penelitian olahan limbah *bottom ash* menjadi produk konstruksi, yaitu batu bata ringan (*Cellular Lightweight Concrete*), diimplementasikan dalam bentuk pengabdian kepada masyarakat dengan tujuan peningkatan kapasitas keterampilan praktis produk teknologi tepat guna serta meningkatkan kondisi sosial ekonomi masyarakat Desa Lapeo, Kecamatan Campalagian. Melalui pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang dikombinasikan dengan transfer teknologi dan pemberdayaan komunitas merupakan metode yang diimplementasikan kepada peserta kegiatan pelatihan sebanyak 40 orang. Pengukuran menggunakan kuesioner dilakukan kepada peserta sebelum dan setelah kegiatan dalam rangka mengukur ketercapaian hasil akhir kegiatan. Hasil yang diperoleh terjadi peningkatan pengetahuan dan kapasitas peserta setelah kegiatan terjadi peningkatan rata-rata sebesar 48,20 % daripada sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas pelaksanaan kegiatan pelatihan mampu terwujud sesuai dengan target yang diharapkan oleh tim pengabdian masyarakat.

Kata Kunci: Hilirisasi; Batu Bata Ringan; Bottom Ash; Limbah Industri; Material Alternatif; Ekonomi Sosial.

Abstract: The development of the coal commodity processing industry sector has given rise to problems related to the waste produced. The prospect of processing waste into products that have an impact on the community is a sector that has been widely researched. The downstreaming of research results on processing bottom ash waste into construction products, namely lightweight bricks (*Cellular Lightweight Concrete*), was implemented in the form of community service with the aim of increasing the capacity of practical skills in appropriate technology products and improving the socio-economic conditions of the people of Lapeo Village, Campalagian District. The Participatory Action Research (PAR) approach combined with technology transfer and community empowerment is a method implemented for 40 training participants. Measurements using questionnaires were carried out to participants before and after the activity in order to measure the achievement of the final results of the activity. The results obtained showed that there was an increase in participants' knowledge and capacity after the activity, with an average increase of 48.20% compared to before. These results indicate that the effectiveness of the implementation of training activities was able to be realized in accordance with the targets expected by the community service team.

Keywords: Downstreaming; Cellular Lightweight Concrete; Bottom Ash; Industrial Waste; Alternative Materials; Social Economy.



Article History:

Received: 15-07-2026

Revised : 30-07-2026

Accepted: 31-07-2026

Online : 05-08-2026



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan sektor industri dalam beberapa dekade terakhir telah memberikan sumbangan yang signifikan terhadap pembangunan ekonomi (Indriyanti et al., 2023; Prabowo, 2025). Namun, di sisi lain, pertumbuhan ini juga menghasilkan limbah padat dalam jumlah besar yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu jenis limbah industri yang terus meningkat adalah *bottom ash*, yaitu sisa hasil pembakaran batubara di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) (Abidin et al., 2025). Selama bertahun-tahun, pengelolaan *bottom ash* lebih sering dilakukan melalui penimbunan (*landfill*), yang memerlukan area lahan yang luas, meningkatkan biaya pengelolaan limbah, serta berpotensi menyebabkan pencemaran tanah dan air jika tidak ditangani secara serius (Gidarakos et al., 2009). Oleh karena itu, berbagai negara mulai mengembangkan konsep ekonomi sirkular dengan memanfaatkan kembali limbah industri sebagai bahan baku alternatif dalam sektor konstruksi dan manufaktur. Dengan cara ini, limbah tidak lagi dianggap sebagai produk yang harus dibuang, tetapi sebagai sumber daya yang memiliki nilai ekonomi (European Commission, 2020).

Di Indonesia, masalah penggunaan limbah industri menjadi semakin penting setelah berbagai peraturan tentang pengelolaan limbah dan penerapan ekonomi sirkular dikeluarkan (Judijanto, 2025). Pemerintah mendorong perubahan limbah menjadi sumber daya melalui kebijakan yang mengurangi jumlah limbah serta meningkatkan penggunaan kembali material yang masih memiliki nilai. Salah satu cara untuk menerapkan kebijakan ini adalah dengan memanfaatkan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan baku alternatif di sektor konstruksi, sesuai dengan peraturan yang berlaku, selama memenuhi syarat teknis dan lingkungan. Kebijakan ini memberikan peluang besar bagi perguruan tinggi untuk menerapkan hasil penelitian secara langsung, sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

Desa Lapeo merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Campalagian, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat (BPS Kabupaten Polewali Mandar, 2025). Kondisi geografis desa yang berada pada kawasan pesisir dengan akses langsung ke jalur Trans Sulawesi menjadikan desa ini memiliki posisi yang strategis untuk pengembangan kegiatan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi terapan. Berdasarkan hasil identifikasi lapangan dan kesepakatan dengan mitra sasaran, permasalahan prioritas pada kelompok masyarakat yang tidak produktif secara ekonomi di Desa Lapeo difokuskan pada dua aspek kegiatan sosial kemasyarakatan. Permasalahan pertama pada aspek ini adalah masih rendahnya literasi masyarakat terhadap teknologi bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) berbasis *bottom ash* sebagai material nonstruktural yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan fasilitas sosial sederhana di desa. Permasalahan kedua pada aspek ini adalah belum optimalnya kemampuan

masyarakat dalam memanfaatkan hasil riset perguruan tinggi untuk membantu kebutuhan fasilitas layanan sederhana dan kenyamanan lingkungan sosial khususnya pada aspek konstruksi bangunan.

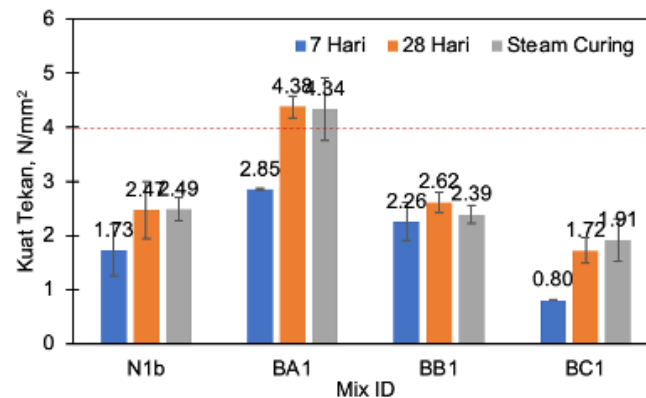
Walaupun kebutuhan akan material konstruksi semakin meningkat seiring dengan pembangunan rumah dan fasilitas umum di desa, masyarakat masih mengandalkan produk bata konvensional. Situasi ini mengakibatkan biaya material bangunan menjadi lebih tinggi dan tidak memberikan nilai tambah ekonomi yang memadai bagi masyarakat setempat. Kesenjangan utama yang menjadi perhatian dalam kegiatan pengabdian ini bukan hanya terbatas pada kurangnya akses terhadap material bangunan, tetapi juga pada kurangnya kompetensi teknis masyarakat dalam memproduksi bata ringan dengan teknologi terbaru melalui pemanfaatan limbah. Oleh karena itu, masyarakat belum mampu menghasilkan bata ringan yang memenuhi standar teknis dan memiliki nilai ekonomi yang diharapkan.

Secara ilmiah, pemilihan bata ringan CLC berbasis bottom ash dalam program ini memiliki dasar akademik yang kuat. penelitian menunjukkan bahwa bottom ash memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan pengganti dalam material konstruksi yang dapat menghasilkan bata ringan dengan karakteristik mekanik yang baik jika diproduksi menggunakan komposisi dan prosedur yang tepat. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa *lightweight cellular concrete* merupakan material yang prospektif karena memiliki bobot lebih ringan, sifat insulasi termal yang baik, serta mendukung arah pengembangan material bangunan yang lebih hemat sumber daya. Di sisi lain, berbagai kajian juga menunjukkan bahwa coal bottom ash atau bottom ash berpotensi dimanfaatkan dalam mortar dan beton sebagai pengganti sebagian material konvensional, sehingga dapat menekan penggunaan sumber daya alam, mengurangi limbah, dan mendukung praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan (Biajawi et al., 2022; Aygun et al., 2024; Lei et al., 2024)

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa bottom ash memiliki potensi yang tinggi sebagai material alternatif dalam pembuatan beton ringan maupun bata ringan. Penelitian oleh Singh dan Siddique melaporkan bahwa pemanfaatan bottom ash dapat meningkatkan pemanfaatan limbah industri sekaligus menghasilkan material konstruksi yang layak digunakan (Singh & Siddique, 2016). Demikian pula penelitian Aggarwal et al. menunjukkan bahwa bottom ash mampu digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton ringan dengan karakteristik mekanik yang masih memenuhi persyaratan (Kumar & Gupta, 2014).

Kegiatan ini didasarkan hasil penelitian tim pengusul mengenai pemanfaatan *bottom ash* sebagai substitusi sebagian agregat halus pada bata ringan CLC. Dalam penelitian tersebut dilakukan percobaan dengan hasil campuran yang menggunakan bahan *bottom ash* atau limbah hasil pembakaran batu bara pada PLTU sebagai pengganti bahan konvensional pada campuran bata ringan. Berdasarkan hasil uji karakteristik dan uji

kekuatan perbandingan bahan ini dengan material konvensional yang kemudian menjadi proses lebih lanjut dibuat dalam bentuk hilirisasi produk ramah lingkungan kemudian diperkenalkan kepada publik melalui program pengabdian kepada masyarakat, sehingga inovasi mengenai bata ringan CLC yang terbuat dari bottom ash bisa dapat dimanfaatkan sebagai peluang usaha yang produktif, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil penelitian penggunaan limbah *bottom ash* pada campuran bata ringan (*Lightweight Cellular Concrete*)

Berdasarkan Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa variasi campuran dengan komposisi 10% bottom ash dan 90% pasir memberikan performa terbaik dibandingkan campuran kontrol maupun variasi kadar *bottom ash* yang lebih tinggi. Pada komposisi tersebut diperoleh kuat tekan sebesar 2,851 MPa pada umur 7 hari, 4,382 MPa pada umur 28 hari, dan 4,335 MPa pada kondisi steam curing, sedangkan campuran kontrol tanpa bottom ash hanya menghasilkan kuat tekan sebesar 1,734 MPa pada umur 7 hari, 2,469 MPa pada umur 28 hari, dan 2,489 MPa pada kondisi steamcuring (Patah et al., 2026). Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa terbukti campuran ini dapat diaplikasikan oleh masyarakat untuk membuat komposisi beton bata ringan CLC yang ramah lingkungan.

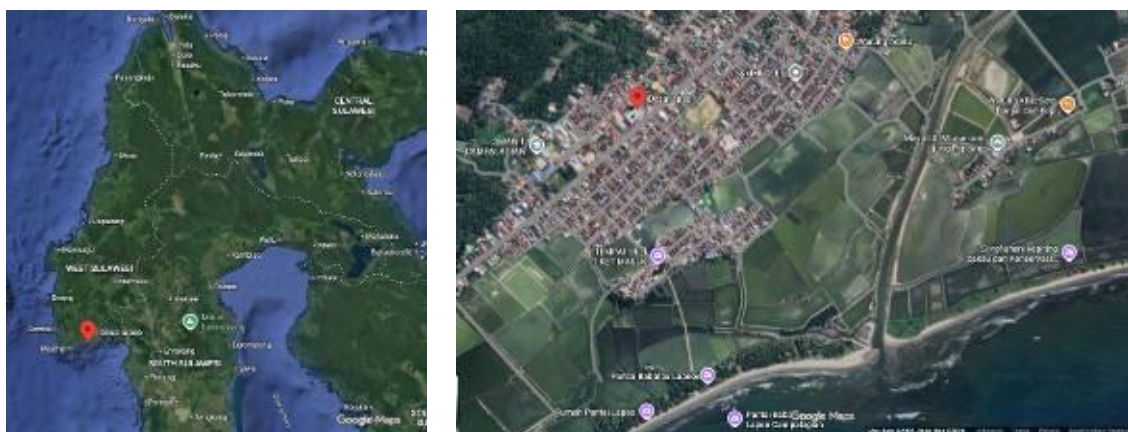
Berdasarkan situasi dan permasalahan utama yang dihadapi masyarakat Desa Lapeo, maka kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki tujuan dalam upaya berupa meningkatnya pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri masyarakat dalam memahami serta mempraktikkan teknologi tepat guna berbasis hasil riset. Dari sisi sosial, kegiatan ini dapat memperkuat partisipasi warga, mendukung perbaikan fasilitas sosial sederhana, serta meningkatkan kenyamanan dan kemandirian masyarakat dalam memenuhi kebutuhan lingkungan binaan skala komunitas. Dari sisi ekonomi, program ini memberikan manfaat tidak langsung melalui peningkatan kapasitas keterampilan praktis, pengurangan ketergantungan terhadap pengetahuan teknis dari luar desa, serta terbukanya peluang pemanfaatan hasil riset perguruan tinggi untuk mendukung efisiensi kebutuhan material nonstruktural di tingkat lokal.

Dengan demikian, program ini berkontribusi pada penguatan kapasitas sosial masyarakat sekaligus memperluas kebermanfaatan hasil penelitian bagi kebutuhan masyarakat luas.

B. METODE PELAKSANAAN

Secara administratif, Desa Lapeo berada pada kecamatan Campalagian Kabupaten Polewali Mandar dan terdiri atas tiga dusun, yaitu Dusun Lapeo, Dusun Parabaya, dan Dusun Baqbatoa (BPS Kabupaten Polewali Mandar, 2025). Desa Wisata Lapeo, Baqbatoa Beach, tercatat sebagai 50 Besar Anugerah Desa Wisata Indonesia 2024 (Achmad, 2024; Pemerintah Desa Lapeo, 2024), yang menunjukkan adanya potensi sosial, kelembagaan, dan partisipasi masyarakat yang relatif baik untuk mendukung program pengabdian berbasis hilirisasi hasil riset.

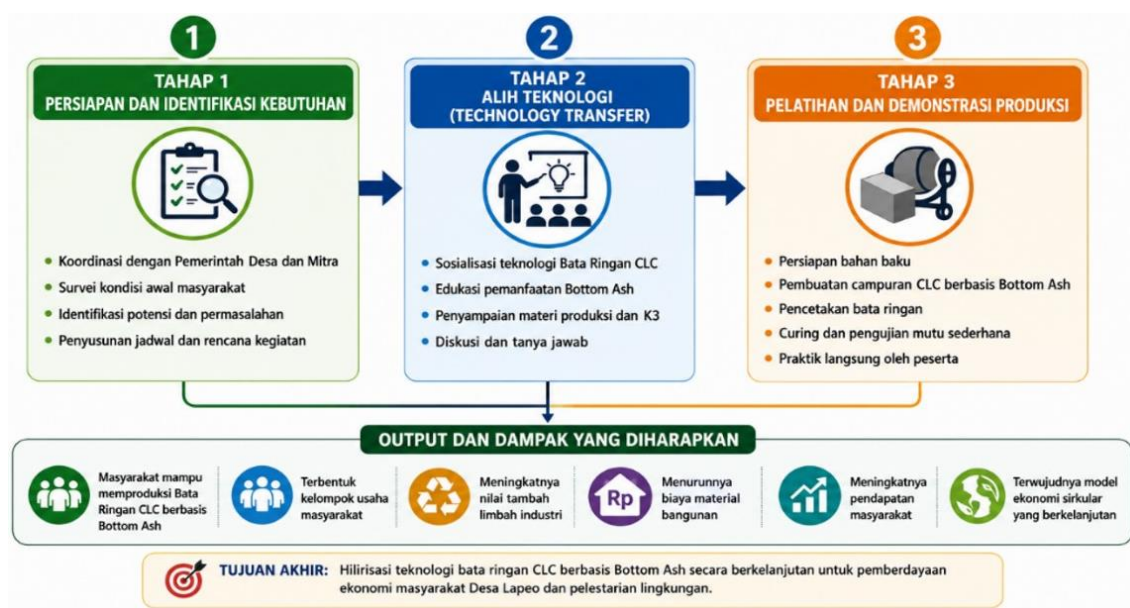
Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, kelompok sasaran dalam usulan ini ditetapkan sebagai kelompok masyarakat yang tidak produktif secara ekonomi dengan target peserta sebanyak 40 orang, yang terdiri atas unsur laki-laki tidak memiliki pekerjaan tetap, pemuda karang taruna, dan warga yang aktif dalam kegiatan sosial kemasyarakatan di Desa Lapeo. Penetapan kelompok sasaran ini didasarkan pada kebutuhan nyata masyarakat terhadap peningkatan literasi teknologi sederhana yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sosial-komunal desa. Adapun rencana durasi pelatihan dilakukan selama 9 hari terhitung mulai tanggal 25 Mei-2 Juni 2026, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Wilayah Mitra Pengabdian Masyarakat

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang dikombinasikan dengan Transfer Teknologi dan Pemberdayaan Komunitas (Bergold & Thomas, 2012; Duea et al., 2022; Vaughn & Jacquez, 2020). Pendekatan ini dipilih agar masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga dapat berperan aktif dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan, proses pembelajaran, implementasi teknologi, hingga evaluasi keberlanjutan program (Kolb, 2015; Knowles et al., 2015; Rahmi, 2024).

Melalui pendekatan ini, inovasi bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) berbasis bottom ash dapat dihilirisasikan secara efektif sehingga dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat Desa Lapeo. Bentuk teknis aplikasi kegiatan pada pendekatan yang digunakan adalah: Partisipatif, karena mitra dilibatkan sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi; Edukatif, karena kegiatan berorientasi pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan; Demonstratif, karena transfer teknologi dilakukan melalui contoh nyata; dan Aplikatif, karena hasil kegiatan diwujudkan dalam produk percontohan yang dapat dimanfaatkan secara sosial, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat hilirisasi teknologi bata ringan CLC

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat akan dilaksanakan dalam beberapa langkah dalam rangka mewujudkan solusi dari permasalahan mitra yakni:

1. Tahap persiapan, dilakukan melalui koordinasi awal dengan pemerintah desa, tokoh masyarakat, dan kelompok mitra sasaran. Kegiatan pada tahap ini meliputi penetapan peserta, identifikasi kondisi awal mitra, penentuan lokasi pelaksanaan, penyusunan jadwal kegiatan, serta penyiapan alat, bahan, dan modul pelatihan. Pada tahap ini juga dilakukan penyamaan persepsi bahwa kegiatan diarahkan untuk penguatan kapasitas masyarakat non-produktif secara ekonomi dan sosial.
2. Tahap Alih Teknologi, yakni dengan langkah awal yaitu memberikan pemahaman awal kepada mitra terkait pengenalan konsep hilirisasi hasil riset, urgensi pemanfaatan teknologi tepat guna di Tingkat desa, pengenalan bata ringan CLC berbasis bottom ash, serta manfaat sosial dan lingkungan dari teknologi yang akan diterapkan. Pelatihan

dilaksanakan dalam bentuk penyampaian materi dasar, diskusi, demonstrasi, dan latihan awal.

3. Tahap Pelatihan dan Demonstrasi Produksi, Pada tahap ini, peserta tidak hanya menerima teori, tetapi juga diberikan contoh konkret mengenai alat, bahan, dan tahapan kerja yang akan dilakukan pada sesi praktik. Kemudian peserta diajarkan untuk melakukan pencampuran bahan, mencetak beton ringan kemudian melakukan proses perawatan sampel beton yang sudah dicetak.

Teknologi yang diterapkan menggunakan formula campuran terbaik berdasarkan hasil riset panjang oleh tim pengusul, sehingga masyarakat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dari inovasi yang telah memiliki dasar ilmiah. Teknologi ini diterapkan dalam bentuk sistem produksi sederhana skala pelatihan masyarakat, bukan skala industri. Produk percontohan direncanakan menggunakan ukuran cetakan sekitar 60 cm × 20 cm × 10 cm, menyesuaikan kemudahan penanganan saat pelatihan lapangan. Spesifikasi utama inovasi meliputi: (1) bahan pengikat berupa semen Portland komposit sebanyak 1121 gr; (2) agregat halus berupa pasir sebanyak 3736,91 gr; (3) bottom ash sebagai substitusi sebagian agregat halus sebanyak 124,56 gr; (4) foam agent untuk membentuk pori sebanyak 23 ml ; dan (5) air bersih sebanyak 919,85 ml dan (6) dilakukan proses curing (perawatan sampel batu bata ringan) awal secara sederhana.

Dalam rangka mengukur efektivitas kegiatan yang akan dilaksanakan maka perlu dilakukan pengukuran yang lebih bersifat kuantitatif. Dengan menggunakan instrumen penilaian melalui kuisioner yang didasarkan pada tujuan pembelajaran pada kegiatan pelatihan dan materi yang diberikan mengenai teknologi batu bata ringan CLC berbasis *bottom ash* menjadi inti dalam pengukuran tersebut. Sebelum digunakan, instrumen terlebih dahulu divalidasi isi (*content validity*) oleh tiga orang ahli (*expert judgement*) yang terdiri atas dosen yang memiliki keahlian di bidang teknik sipil/material konstruksi. Proses validasi bertujuan memastikan bahwa setiap butir pertanyaan telah mewakili indikator kompetensi pengetahuan yang akan diukur. Nilai yang diperoleh setiap peserta akan dibagi dengan jumlah soal yang ditanyakan kemudian dikonversi ke dalam bentuk persen. Melalui penilaian ini ini, kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat menghasilkan proses hilirisasi teknologi yang tidak hanya fokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga mendorong terbentuknya usaha produktif berbasis inovasi, ekonomi sirkular, serta pemanfaatan limbah industri yang ramah lingkungan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada tanggal 25 Mei s/d 2 Juni 2026 bersama tim dosen dan mahasiswa Universitas Sulawesi Barat. Lokasi kegiatan bertempat pada ruang kantor desa Lapeo, Kecamatan Campalagian, Kabupaten Polewali Mandar. Lokasi tersebut memiliki halaman yang cukup luas sehingga representatif untuk melaksanakan percobaan pembuatan batu bata ringan yang melibatkan peserta. Antusiasme para peserta dalam kegiatan cukup tinggi dibuktikan dengan kehadiran masyarakat dari beragam latar belakang usia dan profesi yang terdata dalam proses registrasi awal sebanyak 40 peserta, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses registrasi peserta pelatihan

Pada proses selanjutnya, para peserta diberikan pengarahan awal untuk melaksanakan uji pendahuluan (*pre-test*) untuk mengukur pengetahuan awal peserta terkait dengan informasi mengenai material konstruksi khususnya pada lingkup pembuatan batu bata dan sejenisnya mengenai komposisi campuran, teknik pencampuran, serta konsep *curing*. Hasil *pre-test* ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menekankan materi pada sesi berikutnya. Dari perspektif pemberdayaan, *pre-test* juga berfungsi sebagai "pemotretan" kapasitas awal, memungkinkan peserta untuk mengamati kemajuan yang dicapai setelah pelatihan, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peserta melakukan ujian *pre-test*

Proses selanjutnya mempersiapkan kegiatan sosialisasi melalui penyajian bahan materi berupa paparan informasi dan booklet sederhana yang membahas teknologi bata ringan *Celular Lightweight Concrete* (CLC) berbasis *Bottom Ash*, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penyampaian materi pelatihan oleh tim pengabdian masyarakat

Setelah proses penyampaian materi dan penjelasan mengenai karakteristik dan hasil pengujian batu bata ringan CLC, maka tahapan selanjutnya adalah memberikan penyampaian tata cara produksi untuk pembuatan sampel batu bata ringan sampai dengan proses perawatan sampel yang dilakukan dalam bentuk partisipasi aktif peserta untuk terlibat secara langsung dan didampingi oleh tim pelaksana.

Teknologi ini diterapkan dalam bentuk sistem produksi sederhana skala pelatihan masyarakat, bukan skala industri. Produk percontohan direncanakan menggunakan ukuran cetakan sekitar 60 cm × 20 cm × 10 cm, menyesuaikan kemudahan penanganan saat pelatihan lapangan. Produk yang dihasilkan diarahkan untuk aplikasi nonstruktural, seperti sekat ringan, media edukasi teknologi, atau komponen fasilitas sederhana di lingkungan masyarakat. Riwat penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa formula campuran 10% bottom ash dan 90% pasir memberikan hasil terbaik dibandingkan campuran konvensional maupun variasi kadar *bottom ash* yang lebih tinggi, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Praktik langsung pembuatan komposisi campuran batu bata ringan *Celular Lightweight Concrete* (CLC) kepada peserta

Selanjutnya tahapan akhir kegiatan dilakukan pengukuran terhadap tingkat pemahaman peserta pelatihan setelah melalui seluruh rangkaian proses pelatihan dengan menggunakan kuisioner tertulis. Data hasil angket ini disusun berdasarkan 40 peserta pelatihan dan disesuaikan dengan luaran/dampak yang diharapkan dari kegiatan "Hilirisasi Teknologi Bata Ringan CLC Berbasis *Bottom Ash*".

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pre-test dan Post-test Peserta Pelatihan Berdasarkan Luaran yang Diharapkan.

No	Indikator Pengetahuan	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (%)
1	Pengetahuan tentang limbah <i>bottom ash</i>	42	88	46
2	Pengetahuan mengenai konsep bata ringan CLC	38	90	52
3	Pengetahuan komposisi bahan baku CLC	35	86	51
4	Pengetahuan proses produksi bata ringan	40	89	49
5	Pengetahuan manfaat ekonomi pemanfaatan <i>bottom ash</i>	48	91	43
6	Pengetahuan manfaat lingkungan (ekonomi sirkular)	45	92	47
7	Pengetahuan pengendalian mutu sederhana	30	82	52
8	Pengetahuan peluang usaha bata ringan	44	90	46
Rata-rata		40,3	88,5	48,2

Berdasarkan hasil evaluasi, nilai rata-rata *pre-test* peserta sebesar 40,3%, sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 88,5%. Dengan demikian terjadi peningkatan pengetahuan sebesar 48,2 poin persentase. Kegiatan pelatihan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta tentang teknologi bata ringan CLC yang berbasis *bottom ash*. Hasil ini menunjukkan bahwa materi pelatihan dapat meningkatkan wawasan peserta terkait proses pembuatan bata ringan serta penggunaan *bottom ash* sebagai bahan alternatif. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pengetahuan tentang konsep bata ringan CLC dan pengendalian mutu sederhana, yang masing-masing meningkat sebesar 52 poin persentase.

Selain peningkatan pengetahuan, hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mampu mengikuti tahapan produksi bata ringan sesuai prosedur yang telah didemonstrasikan. Hasil ini menandakan bahwa metode pelatihan dengan praktik langsung (*hands-on training*) efektif dalam meningkatkan kapasitas masyarakat untuk memahami dan mengadopsi teknologi yang diperkenalkan. Data tersebut juga menunjukkan bahwa hilirisasi teknologi bata ringan CLC berbasis *bottom ash* tidak hanya meningkatkan pengetahuan teknis peserta, tetapi juga memperkuat

pemahaman tentang manfaat ekonomi dan lingkungan dari pemanfaatan limbah industri. Kegiatan ini diharapkan menjadi langkah awal dalam pengembangan usaha bata ringan berbasis bottom ash di Desa Lapeo. Namun demikian, dampak terhadap peningkatan pendapatan, kemandirian usaha, maupun keberlanjutan ekonomi masyarakat memerlukan evaluasi lanjutan melalui kegiatan pendampingan pascapelatihan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penilaian daripada tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Lapeo, memperlihatkan bahwa tingkat partisipasi masyarakat yang mengikuti pelatihan pembuatan batu bata ringan CLC (*Celular Lightweight Concrete*) relatif tinggi. Keterampilan dasar Masyarakat peserta pelatihan dasar meningkat sebesar 48,2 % berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan. Hal ini membuktikan bahwa efektivitas transfer ilmu pelatihan yang dikembangkan daripada hasil penelitian memberikan kontribusi nyata kepada masyarakat khususnya dalam bidang pemanfaatan limbah menjadi teknologi tepat guna. Peserta juga memahami bahwa limbah *bottom ash* tidak hanya memberikan dampak negatif tetapi juga dapat dimanfaatkan lebih jauh sebagai material alternatif yang bermanfaat digunakan melalui produk bahan konstruksi non struktural.

Saran evaluasi dari hasil kegiatan pengabdian masyarakat yang dapat menjadi perhatian dan tindak lanjut kedepannya yakni difokuskan pada program pendampingan pasca pelatihan dalam proses produksi skala rumah tangga, baik dalam pengawasan mutu, kemampuan kapasitas produksi produk, serta prospek pemasaran yang diharapkan mampu diimplementasikan dalam bentuk unit usaha masyarakat mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didanai oleh DIPA Universitas Sulawesi Barat Tahun Anggaran 2026. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung serta terlibat dalam pelaksanaan kegiatan ini, khususnya aparat dan masyarakat Desa Lapeo, Kecamatan Campalagian, Kabupaten Polewali Mandar, atas partisipasi aktif dan antusiasme yang tinggi selama kegiatan pelatihan diselenggarakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Minhajul, Shinfy Wazna Auvaria, R. R. (2025). Evaluasi Pengelolaan Limbah Fly Ash dan Bottom Ash Proses Produksi Energi Listrik PLTU Pacitan. *Journal of Civil Engineering Universitas Merdeka Malang*, 4, 55–65.
- Achmad, R. (2024). Desa Wisata Lapeo Masuk 50 Besar ADWI 2024. *Radio Republik Indonesia*.
- Al Biajawi, M. I., Embong, R., Kusbiantoro, A., Abdel-Jabbar, H., & Hilmi Azmi, A. (2022). Impact of recycled coal bottom ash as mixing ingredient on fresh and mechanical properties of concrete: A review. *Materials Today: Proceedings*, 107, 231–242. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2023.10.088>

- Aygun, B. F., Bilir, T., & Uysal, M. (2024). Coal bottom ash and its applications in cement and concrete technologies: a review. *Discover Civil Engineering* 2024 1:1, 1(1), 86-. <https://doi.org/10.1007/S44290-024-00090-Y>
- Bergold, J., & Thomas, S. (2012). Participatory research methods: A methodological approach in motion. *Historical Social Research*, 37(4), 191–222.
- BPS Kabupaten Polewali Mandar. (2025). *Kecamatan Campalagian Dalam Angka 2025*.
- David A. Kolb. (2015). Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development Second Edition. In *Pearson Education, Inc.* Pearson Education.
- Dilip Kumar, Ashish Gupta, S. R. (2014). Uses of bottom ash in the replacement of fine aggregate for making concrete. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 4(6), 3891–3895.
- Duea, S. R., Zimmerman, E. B., Vaughn, L. M., Dias, S., & Harris, J. (2022). A Guide to Selecting Participatory Research Methods Based on Project and Partnership Goals. *Journal of Participatory Research Methods*, 3(1), 10.35844/001c.32605. <https://doi.org/10.35844/001C.32605>
- Eki Indriyanti, Ezar Nafis B, Azizatun Fitriani, & Muhammad Yasin. (2023). Transformasi Industri Dan Pembangunan Industri Terhadap Perekonomian. *Jurnal Riset Ekonomi Dan Akuntansi*, 1(4), 88–97. <https://doi.org/10.54066/jrea-itb.v1i4.967>
- European Commission. (2020). *New Circular Economy Action Plan*. 2020(March), 11–12.
- Gidarakos, E., Petrantonaki, M., Anastasiadou, K., & Schramm, K. W. (2009). Characterization and hazard evaluation of bottom ash produced from incinerated hospital waste. *Journal of Hazardous Materials*, 172(2–3), 935–942. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2009.07.080>
- Judijanto, L. (2025). Regulasi dan Kebijakan Untuk Ekonomi Sirkular: Tinjauan Literatur Global dan Lokal. *JEBIMAN: Jurnal Ekonomi, Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi*, 3(3), 9–16.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The Adult Learner. The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development* (8th ed.). Routledge.
- Lei, M., Liu, Z., & Wang, F. (2024). Review of lightweight cellular concrete: Towards low-carbon, high-performance and sustainable development. *Construction and Building Materials*, 429, 136324. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2024.136324>
- Pemerintah Desa Lapeo. (2024). *Desa Wisata Lapeo Meraih ADWI 2024*.
- Prabowo, R. (2025). Kontribusi Industri terhadap Pertumbuhan Ekonomi Nasional. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 55–57. <https://doi.org/10.56211/factory.v3i2.731>
- Rahmi, W. (2024). Analytical Study of Experiential Learning: Experiential Learning Theory in Learning Activities. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 115–126. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v5i2.1113>
- Singh, M., & Siddique, R. (2016). Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. *Journal of Cleaner Production*, 112, 620–630. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.08.001>
- Vaughn, L. M., & Jacquez, F. (2020). Participatory Research Methods – Choice Points in the Research Process. *Journal of Participatory Research Methods*, 1(1), 2020. <https://doi.org/10.35844/001C.13244>