



Penguatan Kapasitas Pengrajin Bata Melalui Pemanfaatan Lumpur Banjir Aceh dalam Produksi CSEB di Desa Lancang Barat Kecamatan Dewantara

Teuku Budi Aulia¹, Akhyar², Nafisah Al-Huda³, Wahyu Rinaldi⁴, Hamidah Mohd Saman⁵, Warid Wazien Ahmad Zailani⁶, Jitendra Bothara⁷, Muhammad Andri Putra⁸, Andrian Kaifan⁹

Fakultas Teknik, Departemen Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala^{1,3}

Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala²

Fakultas Teknik, Departemen Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala⁴

Low Carbon and Building Materials Research Group, Universiti Teknologi MARA (UiTM)^{5,6}

Resipro International Engineering Ltd, 24 Idris Road, Fendalton, Christchurch 8052, New Zealand⁷

PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk⁸

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe⁹

e-mail: aulia@usk.ac.id

Abstrak

Produksi bata merah konvensional di Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara masih menghadapi kendala berupa konsumsi energi yang tinggi, kualitas produk yang belum seragam, serta belum optimalnya pemanfaatan lumpur banjir dan limbah jerami padi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas pengrajin melalui transfer teknologi produksi Compressed Stabilized Earth Block (CSEB) berbahan lumpur banjir Aceh dan serat jerami padi. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif melalui sosialisasi, pelatihan, demonstrasi, praktik produksi, pendampingan teknis, pengujian mutu sederhana, serta evaluasi menggunakan pre-test, post-test, dan kuesioner. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra, tersusunnya modul pelatihan dan SOP produksi, terbentuknya kelompok pengrajin bata yang mampu mengoperasikan teknologi secara mandiri, serta dihasilkannya bata CSEB interlocking yang memenuhi persyaratan dasar konstruksi non-struktural. Program ini mendukung penerapan ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah lokal, mengurangi ketergantungan pada bata bakar, dan berpotensi direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

Kata Kunci: *Pengabdian Masyarakat, Compressed Stabilized Earth Block (CSEB), Lumpur Banjir Aceh, Jerami Padi, Pengrajin Bata, Ekonomi Sirkular.*

Abstract

Conventional fired-clay brick production in Lancang Barat Village, Dewantara District, North Aceh Regency, continues to face challenges, including high energy consumption, inconsistent product quality, and the underutilization of Aceh flood sediment and rice straw waste. This community service program aimed to enhance the capacity of local brickmakers through the transfer of Compressed Stabilized Earth Block (CSEB) production technology using Aceh flood sediment and rice

straw fibers as sustainable construction materials. A participatory approach was employed, consisting of community outreach, training, technology demonstrations, hands-on production practice, technical assistance, basic quality testing, and evaluation through pre-tests, post-tests, and participant satisfaction questionnaires. The program resulted in improved knowledge and technical skills among participants, the development of training modules and Standard Operating Procedures (SOPs), the establishment of a group of brickmakers capable of independently operating the technology, and the production of interlocking CSEBs that met the basic requirements for non-structural construction. The program also promoted circular economy practices through the utilization of local waste resources, reduced dependence on fired-clay bricks, and demonstrated strong potential for replication in other regions with similar characteristics.

Kata Kunci: *Community Service, Compressed Stabilized Earth Block (CSEB), Aceh Flood Sediment, Rice Straw, Brick Artisans, Circular Economic.*

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi merupakan salah satu penyumbang terbesar terhadap konsumsi sumber daya alam, penggunaan energi, dan emisi gas rumah kaca di dunia. Produksi material konstruksi konvensional, terutama bata merah bakar, memerlukan energi yang tinggi selama proses pembakaran sehingga menghasilkan emisi karbon yang signifikan. Menurut United Nations Environment Programme (UNEP, 2026), sektor bangunan dan konstruksi menyumbang sekitar sepertiga konsumsi energi global dan hampir 37% emisi karbon dioksida yang berkaitan dengan energi. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya berbagai inovasi material bangunan berkelanjutan yang mampu mengurangi dampak lingkungan tanpa mengurangi kinerja teknis material (UNEP, 2026; Sinha et al., 2026).

Salah satu material bangunan yang banyak dikembangkan adalah *Compressed Stabilized Earth Block (CSEB)*. CSEB merupakan bata tanah yang dipadatkan menggunakan tekanan mekanis dengan penambahan bahan stabilisasi, seperti semen atau kapur, tanpa melalui proses pembakaran. Dibandingkan dengan bata merah konvensional, CSEB memiliki kebutuhan energi produksi yang lebih rendah, emisi karbon yang lebih kecil, biaya produksi yang relatif ekonomis, serta mampu memanfaatkan sumber daya lokal sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu, CSEB memiliki sifat isolasi termal yang baik, mampu mengurangi konsumsi energi bangunan selama masa operasional, serta memiliki karakteristik mekanik yang memadai apabila dirancang dengan komposisi material yang tepat (Walker et al., 2021; Sinha et al., 2026).

Sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, penelitian mengenai CSEB saat ini semakin diarahkan pada pemanfaatan limbah pertanian, limbah industri, maupun limbah pascabencana sebagai bahan penyusun. Pemanfaatan limbah tersebut tidak hanya mampu meningkatkan kualitas produk, tetapi juga mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah serta mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa abu sekam padi, serat jerami padi, limbah konstruksi,

sedimen sungai, abu terbang (*fly ash*), maupun material berbasis tanah lokal berpotensi digunakan sebagai bahan penyusun CSEB yang memenuhi persyaratan teknis bangunan (Paul et al., 2023; Sharma et al., 2024; Kaifan et al., 2025; Sinha et al., 2026). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan kembali sumber daya sehingga dapat meminimalkan timbulan limbah dan memperpanjang siklus hidup material konstruksi (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah yang hampir setiap tahun mengalami banjir pada beberapa kabupaten/kota. Banjir tersebut menghasilkan endapan lumpur dalam jumlah besar yang selama ini umumnya hanya dibuang sebagai limbah pascabencana. Padahal, berdasarkan karakteristik fisik dan mineraloginya, lumpur banjir memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku material konstruksi setelah melalui proses pengolahan yang sesuai. Pemanfaatan lumpur banjir sebagai bahan penyusun CSEB menjadi salah satu bentuk implementasi konsep ekonomi sirkular sekaligus mendukung pembangunan rendah karbon melalui pemanfaatan sumber daya lokal (Sinha et al., 2026). Selain memberikan manfaat lingkungan, pemanfaatan limbah lokal juga berpotensi menciptakan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat melalui pengembangan produk konstruksi yang inovatif dan berkelanjutan (UNEP, 2026).

Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara merupakan salah satu sentra produksi bata merah yang masih menggunakan metode pembakaran tradisional. Sebagian besar pengrajin masih menghadapi berbagai kendala, antara lain tingginya biaya produksi akibat penggunaan bahan bakar, kualitas produk yang belum seragam, keterbatasan penerapan teknologi produksi modern, serta rendahnya diversifikasi produk. Kondisi tersebut menyebabkan daya saing industri bata rakyat relatif rendah dibandingkan dengan material bangunan modern yang semakin berkembang. Oleh karena itu, diperlukan suatu program pemberdayaan masyarakat yang tidak hanya memperkenalkan teknologi produksi yang lebih efisien dan ramah lingkungan, tetapi juga meningkatkan kapasitas sumber daya manusia agar mampu mengadopsi inovasi secara mandiri. Keberhasilan program pemberdayaan masyarakat sangat ditentukan oleh partisipasi aktif masyarakat pada seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan, perencanaan, pelaksanaan, hingga monitoring dan evaluasi. Pendekatan partisipatif tidak hanya meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*), tetapi juga memperkuat kapasitas lokal dan keberlanjutan program karena masyarakat berperan sebagai subjek utama dalam proses pembangunan, bukan sekadar sebagai penerima manfaat (United Nations, 2023; OECD, 2023).

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan sebagai bentuk transfer teknologi kepada pengrajin bata melalui penerapan teknologi produksi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB) berbahan lumpur banjir Aceh dan serat jerami padi. Kegiatan dilakukan melalui pendekatan partisipatif yang meliputi sosialisasi, pelatihan teori, demonstrasi teknologi, praktik produksi,

pendampingan teknis, serta penyusunan modul dan Standar Operasional Prosedur (SOP) produksi maupun pengujian CSEB. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra sekaligus memperkuat kapasitas kelompok pengrajin dalam mengembangkan usaha berbasis teknologi tepat guna. Selain menghasilkan produk bata *interlocking* yang berkualitas, program ini juga mendukung pemanfaatan limbah lokal sebagai material konstruksi berkelanjutan serta berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya pada aspek konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, inovasi industri, serta aksi terhadap perubahan iklim.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara selama tiga hari, yaitu pada tanggal 28–30 Juni 2026. Sasaran kegiatan adalah kelompok pengrajin bata merah yang selama ini masih memproduksi bata menggunakan metode pembakaran konvensional. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Participatory Action Learning (PAL) yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat mitra dalam seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan, perencanaan, implementasi, hingga evaluasi. Pendekatan ini mendorong proses pembelajaran kolaboratif, memperkuat kapasitas masyarakat, serta meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan alih teknologi melalui partisipasi langsung para mitra (United Nations, 2023; Mansuri & Rao, 2013). Pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima tahapan utama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

1. Tahap identifikasi permasalahan dan analisis kebutuhan

Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan, diskusi kelompok (*Focus Group Discussion/FGD*), dan wawancara dengan pengrajin bata untuk mengidentifikasi kondisi eksisting proses produksi, ketersediaan bahan baku, kemampuan teknis mitra, serta berbagai kendala yang dihadapi. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar pengrajin masih menggunakan metode pembakaran tradisional yang membutuhkan konsumsi energi tinggi, menghasilkan emisi karbon, serta memiliki kualitas produk yang belum seragam. Selain itu, lumpur banjir dan limbah jerami padi yang tersedia di sekitar lokasi belum dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif.

2. Tahap sosialisasi dan pelatihan

Tahap ini bertujuan meningkatkan pengetahuan mitra mengenai konsep material bangunan berkelanjutan dan teknologi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB). Materi yang diberikan meliputi konsep dasar CSEB, karakteristik lumpur banjir sebagai material konstruksi, fungsi bahan stabilisasi, pemanfaatan serat jerami padi sebagai bahan penguat, prosedur produksi CSEB, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3) selama proses produksi. Pelatihan dilakukan melalui metode ceramah interaktif, diskusi, serta demonstrasi penggunaan mesin *Interlock Hand Press*.

3. Tahap praktik produksi CSEB

Mitra pengrajin bata secara langsung mempraktikkan proses produksi CSEB mulai dari persiapan bahan, pencampuran material, pengaturan kadar air, pencetakan menggunakan mesin *press*, hingga proses *curing*. Lumpur banjir yang telah dikeringkan dan diayak dicampurkan dengan tanah lokal, semen sebagai bahan stabilisasi, dan serat jerami padi sesuai komposisi yang telah ditentukan. Campuran kemudian dipadatkan menggunakan mesin *Interlock Hand Press* untuk menghasilkan bata *interlocking*. Seluruh proses dilakukan dengan menerapkan prosedur keselamatan kerja sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah disusun.

4. Tahap pendampingan dan pengujian produk

Setelah proses pencetakan selesai, tim pengabdian melakukan pendampingan terhadap mitra selama proses *curing* dan pengujian mutu produk. Pendampingan difokuskan pada pengendalian kualitas produksi, teknik penyimpanan bata, serta prosedur pengujian sederhana terhadap dimensi, bentuk, dan kualitas visual produk. Selain itu, mitra juga diberikan pelatihan mengenai penerapan SOP produksi dan pengujian CSEB agar kualitas produk dapat dipertahankan secara konsisten.

5. Tahap monitoring dan evaluasi

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif. Evaluasi kualitatif dilakukan melalui observasi keterampilan mitra pengrajin bata selama praktik, wawancara, diskusi kelompok, serta penyebaran kuesioner kepuasan mitra.

Keberhasilan program diukur berdasarkan beberapa indikator, yaitu meningkatnya pengetahuan mitra mengenai teknologi CSEB, meningkatnya keterampilan mitra dalam mengoperasikan mesin *press* dan memproduksi bata *interlocking*, tersusunnya modul pelatihan dan Standar Operasional Prosedur (SOP) produksi serta pengujian CSEB, dihasilkannya produk CSEB berbahan lumpur banjir yang memenuhi persyaratan dasar untuk konstruksi non-struktural; dan meningkatnya kesiapan mitra untuk menerapkan teknologi secara mandiri setelah kegiatan berakhir. Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif dengan menginterpretasikan hasil observasi dan kuesioner kepuasan mitra untuk menilai efektivitas program pengabdian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan pengetahuan dan kesadaran mitra

Kegiatan pengabdian diawali dengan sosialisasi mengenai konsep pembangunan berkelanjutan, prinsip ekonomi sirkular, serta pemanfaatan lumpur banjir sebagai bahan baku alternatif dalam produksi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB). Kegiatan ini diikuti oleh pengrajin bata di Desa Lancang Barat yang selama ini masih menggunakan metode produksi bata bakar konvensional.

Pada sesi diskusi, sebagian besar mitra menyampaikan bahwa mereka belum pernah mengenal teknologi CSEB maupun pemanfaatan lumpur banjir

sebagai material konstruksi. Pengetahuan mitra sebelumnya masih terbatas pada proses pembuatan bata merah tradisional yang memerlukan proses pembakaran dalam waktu relatif lama dengan konsumsi kayu bakar yang tinggi. Setelah mengikuti sesi penyuluhan, mitra mulai memahami bahwa teknologi CSEB dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan karena tidak memerlukan proses pembakaran sehingga mampu mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon (Paul et al., 2023; Sinha et al., 2026).

Hasil evaluasi kualitatif melalui pengujian kemampuan mitra dalam mencetak bata CSEB meliputi tekstur dan dimensi bata menunjukkan adanya keterampilan mitra terhadap pencapaian kualitas bata CSEB dan konsep material bangunan berkelanjutan, tahapan produksi CSEB, karakteristik bahan penyusun, serta prosedur pengendalian mutu. Selain meningkatkan pengetahuan teknis, kegiatan ini juga membangun kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pemanfaatan limbah lokal sebagai sumber daya yang memiliki nilai ekonomi.

2. Pelaksanaan pelatihan produksi CSEB

Tahap berikutnya adalah pelatihan praktik produksi CSEB yang dilakukan secara langsung oleh seluruh mitra. Kegiatan dimulai dari proses persiapan material berupa pengeringan lumpur banjir, pengayakan menggunakan ayakan berukuran 5 mm, pemotongan serat jerami padi sepanjang 20–50 mm, serta penimbangan seluruh bahan sesuai komposisi campuran yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pencampuran lumpur banjir, semen, serat jerami padi, dan air hingga diperoleh campuran homogen yang siap dicetak menggunakan mesin *Interlock Hand Press*. Tahapan produksi diakhiri dengan proses *curing* selama 28 hari untuk memperoleh kualitas produk yang optimal.

Selama pelatihan berlangsung, mitra pengrajin bata diberikan kesempatan untuk mengoperasikan mesin *press* secara bergantian sehingga setiap mitra memperoleh pengalaman langsung dalam proses pencetakan bata *interlocking*. Pendekatan praktik langsung (*learning by doing*) terbukti mampu meningkatkan keterampilan mitra dalam mengoperasikan peralatan produksi sekaligus memahami faktor-faktor yang memengaruhi kualitas hasil cetakan.

Selain itu, tim pengabdian juga menjelaskan pentingnya pengendalian kadar air campuran karena kadar air yang terlalu rendah menyebabkan bata mudah retak saat dipadatkan, sedangkan kadar air yang terlalu tinggi mengurangi kepadatan bata setelah proses pencetakan. Penjelasan tersebut memberikan pemahaman kepada mitra mengenai pentingnya konsistensi proses produksi untuk menghasilkan produk dengan mutu yang seragam. Visualisasi dari pelaksanaan kegiatan pengabdian ini diperlihatkan pada Gambar 1.

3. Penyusunan dan implementasi SOP produksi

Salah satu luaran utama kegiatan pengabdian ini adalah tersusunnya Standar Operasional Prosedur (SOP) produksi dan pengujian CSEB yang dapat digunakan oleh kelompok pengrajin sebagai pedoman operasional. SOP tersebut memuat tahapan persiapan material, pencampuran, pencetakan, proses *curing*, pengendalian mutu, serta prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3).



Gambar 1. Visualisasi pelaksanaan kegiatan pengabdian

Keberadaan SOP memberikan beberapa manfaat bagi mitra, antara lain menghasilkan prosedur kerja yang lebih sistematis, meningkatkan konsistensi kualitas produk, mengurangi kesalahan selama proses produksi, meningkatkan keselamatan kerja operator; dan mempermudah proses pelatihan bagi anggota baru kelompok pengrajin.

Dengan adanya SOP, proses produksi tidak lagi bergantung pada pengalaman individu, tetapi mengacu pada prosedur baku yang dapat diterapkan secara berkelanjutan.

4. Pengujian dan evaluasi produk CSEB

Setelah proses pencetakan selesai, mitra memperoleh pelatihan mengenai prosedur pengujian mutu produk. Pengujian meliputi pemeriksaan visual, pengukuran dimensi, pengujian serapan air, dan pengujian kuat tekan sebagai indikator utama kualitas CSEB.

Pada pemeriksaan visual, produk yang dihasilkan menunjukkan bentuk *interlocking* yang relatif seragam, permukaan cukup rata, serta tidak ditemukan retakan yang signifikan. Pengukuran dimensi juga memperlihatkan bahwa sebagian besar bata memenuhi toleransi ukuran sesuai prosedur produksi.

Selanjutnya mitra diberikan pemahaman mengenai pentingnya proses *curing* selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan. Tim pengabdian menjelaskan bahwa proses hidrasi semen sangat menentukan perkembangan kekuatan bata sehingga proses perawatan tidak boleh diabaikan. Berdasarkan SOP yang diberikan kepada mitra, target mutu produk adalah memiliki kuat tekan minimal 3 MPa dengan nilai serapan air maksimum 15% untuk penggunaan sebagai material konstruksi non-struktural. Meskipun pengujian laboratorium secara lengkap memerlukan waktu hingga umur *curing* 28 hari, mitra telah

memahami seluruh prosedur pengendalian mutu sehingga mampu menerapkannya secara mandiri pada produksi berikutnya.

5. Dampak program terhadap mitra

Program pengabdian memberikan dampak positif baik dari aspek pengetahuan maupun keterampilan teknis masyarakat. Setelah kegiatan selesai, mitra pengrajin bata telah mampu melaksanakan seluruh tahapan produksi CSEB secara mandiri mulai dari persiapan bahan, pencampuran, pencetakan, hingga proses *curing*. Selain itu, mitra juga memahami prosedur pengujian mutu serta pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja selama proses produksi.

Pemanfaatan lumpur banjir sebagai bahan baku alternatif memberikan nilai tambah terhadap limbah yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal. Pendekatan ini mendukung implementasi konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan kembali sumber daya lokal menjadi produk konstruksi yang memiliki nilai ekonomi. Selain mengurangi ketergantungan terhadap bata bakar konvensional, penerapan teknologi CSEB juga berpotensi mengurangi penggunaan kayu bakar dan emisi karbon dari proses produksi bata.

Keberhasilan kegiatan ini menunjukkan bahwa transfer teknologi melalui pelatihan partisipatif merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kapasitas masyarakat. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis peserta, tetapi juga memperkuat rasa memiliki (*sense of ownership*), kepercayaan diri, serta kemampuan masyarakat untuk mengadopsi dan mengembangkan inovasi secara mandiri. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi teknologi tepat guna sangat dipengaruhi oleh keterlibatan aktif masyarakat selama proses pelatihan, praktik lapangan, pendampingan berkelanjutan, dan kolaborasi antara akademisi, pemerintah, serta masyarakat. Pendekatan tersebut terbukti mampu meningkatkan keberlanjutan program, memperkuat kapasitas lokal, dan mempercepat diseminasi inovasi pada tingkat komunitas (OECD, 2013; Reed et al., 2018; United Nations, 2023; Pretty, 1995; Chambers, 2017; Norström et al., 2020).

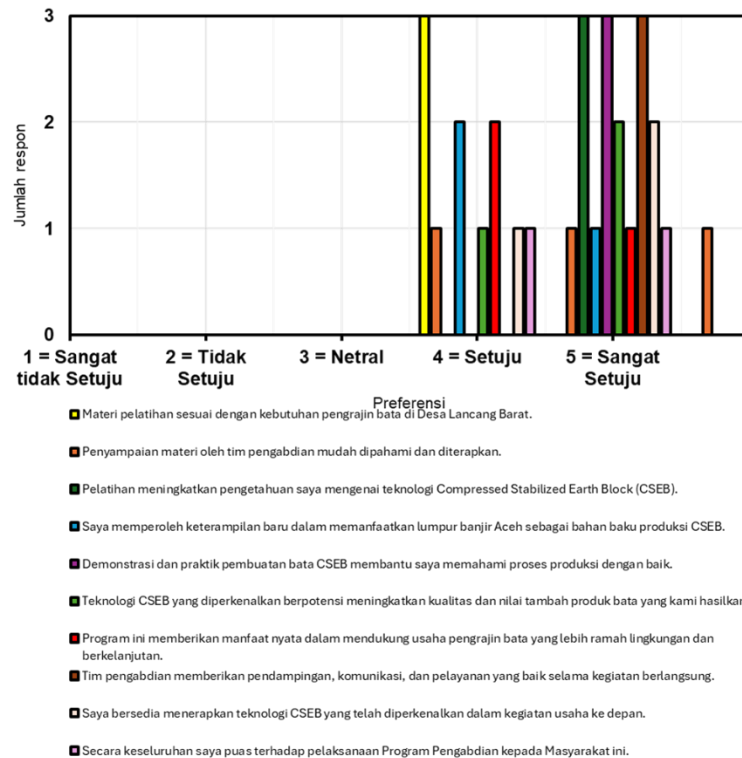
6. Hasil testimoni kepuasan mitra

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa tingkat kepuasan mitra terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian berada pada kategori Baik dengan nilai rata-rata sebesar 3,60 atau tingkat capaian 72,0%. Sebagian besar jawaban berada pada kategori Netral (50%) dan Setuju (40%), sedangkan 10% berada pada kategori Sangat Setuju. Tidak terdapat penilaian Tidak Setuju maupun Sangat Tidak Setuju, yang menunjukkan bahwa seluruh aspek kegiatan diterima secara positif oleh responden. Respon mitra terhadap pernyataan-pernyataan mengenai pelaksanaan kegiatan pengabdian selengkapnya diperlihatkan pada Gambar 2.

Penilaian tertinggi diberikan pada indikator kemudahan penyampaian materi, yang memperoleh skor 5 (Sangat Setuju). Sementara itu, beberapa indikator seperti manfaat program terhadap usaha, kesiapan mengadopsi teknologi CSEB, dan kepuasan secara keseluruhan memperoleh skor 3 (Netral).

7. Pembahasan

Hasil pengabdian menunjukkan bahwa penguatan kapasitas masyarakat tidak hanya ditentukan oleh penyampaian materi teoritis, tetapi juga oleh keterlibatan mitra dalam praktik produksi secara langsung. Pendekatan Participatory Action Learning memungkinkan mitra belajar melalui pengalaman nyata sehingga proses transfer pengetahuan berlangsung lebih efektif dibandingkan metode ceramah semata. Pendekatan ini juga meningkatkan rasa memiliki (*ownership*) terhadap teknologi yang diperkenalkan sehingga peluang keberlanjutan program menjadi lebih besar.



Gambar 2. Grafik respon mitra terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian

Dari aspek teknologi, penggunaan lumpur banjir Aceh sebagai bahan baku CSEB menunjukkan potensi yang baik sebagai alternatif material konstruksi berkelanjutan. Pemanfaatan limbah lokal sejalan dengan konsep *green construction* dan *circular economy*, yaitu mengurangi eksploitasi sumber daya alam sekaligus memanfaatkan limbah menjadi produk bernilai tambah. Temuan ini mendukung hasil penelitian Paul et al. (2023), Sharma et al. (2024), dan Sinha et al. (2026) yang menyatakan bahwa penggunaan limbah lokal dalam produksi CSEB mampu meningkatkan keberlanjutan material konstruksi tanpa mengurangi kualitas teknisnya.

Selain memberikan manfaat lingkungan, teknologi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB) juga memiliki prospek ekonomi yang menjanjikan bagi pengrajin bata. Tidak adanya proses pembakaran mampu menekan konsumsi energi dan biaya produksi melalui pengurangan penggunaan bahan bakar, sedangkan sistem bata interlocking meningkatkan efisiensi konstruksi karena

mengurangi kebutuhan mortar dan mempercepat proses pemasangan. Di samping itu, pemanfaatan material lokal dan limbah sebagai bahan baku turut mendukung pengembangan industri konstruksi rendah karbon yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, penerapan teknologi CSEB tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis masyarakat, tetapi juga membuka peluang diversifikasi usaha berbasis sumber daya lokal, memperkuat ekonomi sirkular, serta meningkatkan daya saing usaha mikro di sektor material bangunan ramah lingkungan (Raj et al., 2023; Paul et al., 2023; Sharma et al., 2026).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian memperoleh nilai rata-rata 3,60 dengan tingkat capaian 72,0%, yang termasuk kategori Baik. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan mampu meningkatkan pemahaman mitra mengenai teknologi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB) serta pemanfaatan lumpur banjir sebagai bahan bangunan alternatif. Penyampaian materi dan praktik langsung dinilai membantu peserta dalam memahami proses produksi CSEB.

Beberapa indikator masih memperoleh penilaian netral, yang menunjukkan bahwa mitra memerlukan pendampingan lanjutan agar lebih yakin dalam menerapkan teknologi secara mandiri. Di samping itu, ukuran bata CSEB yang rekatif lebih besar membutuhkan lahan yang lebih luas untuk mengeringkannya. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil meningkatkan kapasitas mitra dan mendukung pemanfaatan limbah lokal sebagai material konstruksi yang lebih ramah lingkungan, sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan (Paul et al., 2023; Sinha et al., 2026).

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan produksi *Compressed Stabilized Earth Block* (CSEB) berbahan lumpur banjir Aceh dan serat jerami padi berhasil meningkatkan kapasitas pengrajin bata di Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara. Mitra pengrajin bata memperoleh pengetahuan dan keterampilan mengenai proses produksi CSEB, mulai dari persiapan bahan, pencampuran, pencetakan menggunakan *Interlock Hand Press*, hingga prosedur *curing* dan pengendalian mutu produk. Luaran kegiatan berupa modul pelatihan dan Standar Operasional Prosedur (SOP) produksi serta pengujian CSEB menjadi pedoman bagi mitra dalam menerapkan teknologi secara mandiri.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelaksanaan kegiatan memperoleh tingkat kepuasan mitra dengan nilai rata-rata 3,60 atau tingkat capaian 72,0% yang termasuk dalam kategori Baik. Penerapan teknologi CSEB berbahan lumpur banjir tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis pengrajin, tetapi juga mendukung pemanfaatan limbah lokal sebagai material konstruksi ramah lingkungan yang berpotensi mengurangi penggunaan bata bakar konvensional. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan lanjutan untuk memperkuat penerapan teknologi, menjaga konsistensi mutu produk, serta mendorong pengembangan usaha material bangunan berkelanjutan di tingkat masyarakat.

Tim Pengabdi mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas pendanaan kegiatan pengabdian kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) mewakili Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia yang dikelola melalui Program Enhancing Quality Education for International University Impacts and Recognition Times Higher Education Impact Rankings 2025 Nomor: 4318/B3/DT.03.08/2025 dan Nomor: 491/UN11/HK.02.06/2025. Selain itu, Tim Pengabdi mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas dukungan dan kerjasama dari Low Carbon and Building Materials Research Group, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi MARA (UiTM), Shah Alam, Malaysia; Resipro International Engineering Ltd, Fendalton, Christchurch, New Zealand; serta PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk, Cawang, Jakarta Timur atas terselenggaranya kegiatan pengabdian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chambers, R. (2017). *Can we know better? Reflections for development*. Practical Action Publishing.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*. Ellen MacArthur Foundation.
- Kaifan, A., Munardy, M., Irham, I., Miswar, M., & Gani, F. A. (2025). Pemanfaatan limbah konstruksi untuk memperbaiki gradasi tanah pada produksi *Compressed Stabilized Earth Block (CSEB)*. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 15(1). <https://doi.org/10.29103/tj.v15i1.1208>
- Norström, A. V., Cvitanovic, C., Löf, M. F., West, S., Wyborn, C., Balvanera, P., Bednarek, A. T., Bennett, E. M., Biggs, R., de Bremond, A., Campbell, B. M., Canadell, J. G., Carpenter, S. R., Folke, C., Fulton, E. A., Gaffney, O., Gelcich, S., Jouffray, J.-B., Leach, M., ... Österblom, H. (2020). Principles for knowledge co-production in sustainability research. *Nature Sustainability*, 3(3), 182–190. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0448-2>
- OECD. (2023). *Development co-operation report 2023: Debating the aid system*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f6edc3c2-en>
- Paul, S., Islam, M. S., & Elahi, T. E. (2023). Potential of waste rice husk ash and cement in making compressed stabilized earth blocks: Strength, durability, and life cycle assessment. *Journal of Building Engineering*, 73, 106727. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106727>
- Raj, A., Sharma, T., Singh, S., Sharma, U., Sharma, P., Singh, R., ... & Alkhatib, S. (2023). Building a sustainable future from theory to practice: A comprehensive PRISMA-guided assessment of compressed stabilized earth blocks (CSEB) for construction applications. *Sustainability*, 15(12), 9374. <https://doi.org/10.3390/su15129374>
- Reed, M. S., Vella, S., Challies, E., de Vente, J., Frewer, L., Hohenwallner-Ries, D., van Delden, H. (2018). A theory of participation: What makes stakeholder and

public engagement in environmental management work? *Restoration Ecology*, 26(S1), S7–S17. <https://doi.org/10.1111/rec.12541>

Sharma, T., Singh, S., Sharma, S., Sharma, U., Sharma, P., Gehlot, A., Kumar, A., Makki, E., & Abbas, M. (2024). Implications of agro-industrial wastes on the durability and erosion characteristics of unfired soil blocks reinforced with paddy straw fibers. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. <https://doi.org/10.1177/15589250241239235>

Sinha, S., Sudarsan, J. S., & Abhyankar, A. A. (2026). Compressed stabilized earth blocks for sustainable building construction: A PRISMA-guided systematic review and TCCM analysis. *Buildings*, 16(8), 1633. <https://doi.org/10.3390/buildings16081633>

United Nations Environment Programme. (2026). *Global status report for buildings and construction 2025–2026*. United Nations Environment Programme.

United Nations. (2023). *The Sustainable Development Goals report 2023: Special edition*. United Nations.

Walker, P., Heath, A., Hall, M., & Fourie, C. (2021). *Modern earth buildings: Materials, engineering, constructions and applications*. Woodhead Publishing.