

Jurnal Cakrawala Maritim Volume 9 No 1 Tahun
e-ISSN: 2620-7850 | p-ISSN: 2620-5637

Jurnal Cakrawala Maritim

<http://jcm.ppns.ac.id>

Sosialisasi Manfaat Limbah Batubara (Fly ash) Untuk Mendukung Industri Ramah Lingkungan

Alwi Sina Khaqiqi^{1*}, Wiwik Dwi Pratiwi², Dian Asa Utari³, Siti Rahayuningsih⁴,
Muhammad Al Hazman⁴, Naufal Ammar⁴, Hanif Yuan Ardiansyah⁴

¹Teknik Bangunan Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

²Teknik Pengolahan Limbah, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

³Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

⁴Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

Abstrak. Fly ash merupakan produk sampingan dari pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) umumnya dianggap sebagai masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Saat ini limbah dari proses pembakaran batubara di PLTU Paiton menghasilkan fly ash sekitar 350-400 ton per hari. Sebagai bagian dari upaya dan langkah strategis dalam mendukung pembangunan berkelanjutan serta industri yang ramah lingkungan. Langkah sosialisasi terkait fly ash sebagai bahan yang bermanfaat untuk campuran pembuatan paving blok telah dilakukan di PT Humatama Karya Sejahtera. PT Humatama Karya Sejahtera berlokasi di Kecamatan Gambiran, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur merupakan perusahaan yang memproduksi paving blok yang menjadi mitra sasaran. Sosialisai pemanfaatan fly ash dilakukan dengan mitra dengan jumlah peserta sebanyak sepuluh peserta. Pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan metode partisipatif yang diikuti oleh pegawai mitra, dosen, dan mahasiswa terlibat langsung dalam proses. Dari hasil kegiatan sosialisasi yang telah dilakukan oleh tim ke PT Humatama Karya Sejahtera yaitu tersampainya manfaat fly ash sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving blok dan cara pembuatan paving blok menggunakan bahan campuran fly ash. Adanya sosialisasi yang dilakukan di PT Humatama Karya Sejahtera yang berjumlah

Email Korespondensi: alwisina@ppns.ac.id

doi:[10.35991/jcm.v9i1.62](https://doi.org/10.35991/jcm.v9i1.62)

anggota 10 orang diharapkan industri bisa memanfaatkan fly ash untuk mendukung industri yang ramah lingkungan dan efisien.

Katakunci: fly ash, lingkungan, paving blok, sosialisasi.

Abstract. Fly ash is a byproduct of coal combustion in Steam Power Plants (PLTU) and is generally considered an environmental problem if not managed properly. Currently, waste from the coal combustion process at the Paiton PLTU produces around 350-400 tons of fly ash per day. As part of the efforts and strategic steps in supporting sustainable development and environmentally friendly industries, socialization steps related to fly ash as a useful material for paving block mixtures have been carried out at PT Humatama Karya Sejahtera. PT Humatama Karya Sejahtera is located in Gambiran District, Banyuwangi Regency, East Java Province, a company that produces paving blocks that are targeted partners. Socialization of fly ash utilization was carried out with partners with a total of ten participants. The implementation of the activity was carried out using a participatory method attended by partner employees, lecturers, and students who were directly involved in the process. From the results of the socialization activities that have been carried out by the team to PT Humatama Karya Sejahtera, the benefits of fly ash as a mixture for paving block production and how to make paving blocks using fly ash mixture were conveyed. The socialization carried out at PT Humatama Karya Sejahtera, which has 10 members, is expected to enable the industry to utilize fly ash to support environmentally friendly and efficient industries.

Keywords: fly ash, environment, paving block, socialization.

1. Pendahuluan

Fly ash merupakan produk sampingan dari pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) umumnya dianggap sebagai masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Sementara itu, perkembangan industri energi, khususnya pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), menghasilkan limbah batubara berupa fly ash (Suraneni et al., 2021). Saat ini limbah dari proses pembakaran batubara di PLTU Paiton menghasilkan fly ash sekitar 350-400 ton per hari (Abdul Haq, 2024). Limbah FABA (fly ash dan bottom ash) adalah salah satu potensi alam yang berlimpah saat ini. Meningkatnya kebutuhan listrik di Indonesia maka semakin meningkat pula proses pembakaran batubara sehingga jumlah limbah yang dihasilkan semakin bertambah. Dari proses pembakaran tersebut menghasilkan limbah FABA yang terdiri dari fly ash (abu terbang) dan bottom ash (abu padat) (Doni, 2024). Fly ash adalah salah satu jenis limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara dalam proses pembangkit listrik, terutama di PLTU (Wijaya et al., 2021). Selain itu fly ash merupakan partikel halus hasil pembakaran batubara yang, jika tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari

lingkungan (Fathoni et al., 2022). Fly ash terdiri dari partikel-partikel halus yang terbawa oleh gas buang selama proses pembakaran batubara, dan umumnya terkumpul dalam kolektor debu. Fly ash merupakan limbah padat yang sebagian besar terdiri dari mineral-mineral anorganik seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), yang merupakan senyawa pozzolan yang memiliki sifat kimia yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam semen untuk membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang meningkatkan kekuatan dan ketahanan material (Triyanti, 2018). Dengan adanya kandungan tersebut fly ash dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton, paving blok, dan produk bangunan lainnya. Selain mengurangi limbah yang dibuang ke lingkungan, pemanfaatan Fly ash juga dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk. Untuk lebih jelasnya terkait bentuk fly ash dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 (A) Fly ash dalam bantuk bag, (B) Fly ash dalam bentuk curah
(Sumber: www.ekonomi.republika.co.id, 2024)

Nilai ekonomis fly ash yang relatif murah dan sifatnya yang pozzolan atau sifatnya yang dapat mengikat jika bereaksi dengan kalsium hidroksida (reaksi antara semen dan air) mendorong pelaku industri memakai material fly ash sebagai bahan campuran pada semen (Anwar et al., 2023). Sustainable Development Goals (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) adalah serangkaian 17 tujuan global yang disepakati oleh semua negara anggota PBB pada tahun 2015 dalam kerangka agenda 2030 untuk pembangunan berkelanjutan (Armida Salsiah Alisjahbana, 2021). SDGs bertujuan untuk mengakhiri kemiskinan, melindungi planet ini, dan memastikan kesejahteraan serta kesetaraan bagi semua orang. Tujuan-tujuan ini saling terkait dan mencakup berbagai aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan yang perlu dicapai dalam periode waktu hingga 2030. Fly ash dapat masuk ke dalam beberapa komponen Sustainable Development Goals (SDGs), terutama terkait dengan pengelolaan limbah dan pembangunan berkelanjutan.

2. Kajian Pustaka

Sebagai bagian dari upaya dan langkah strategis dalam mendukung pembangunan berkelanjutan serta industri yang ramah lingkungan (Cahyono et al., 2025). Salah satu pemanfaatan limbah fly ash yang pernah dilakukan yaitu untuk campuran pembuatan bangku taman (Rizal et al., 2025). Selain itu fly ash juga bisa di manfaatkan untuk bahan campuran pembuatan paving blok. Dengan adanya manfaat tersebut maka diperlukan langkah sosialisasi terkait pemanfaatan fly ash salah satunya untuk campuran pembuatan paving blok. PT Humatama Karya Sejahtera, yang berlokasi di Kecamatan Gambiran, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur merupakan perusahaan yang memproduksi paving blok yang menjadi mitra sasaran. Untuk lebih jelasnya terkait logo, kegiatan dan produk dari mitra dapat dilihat pada Gambar 2



(a)



(b)

Gambar 2 (a) Logo dan kegiatan PT Humatama Karya Sejahtera, (b) paving block PT HK (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Dalam pembuatan paving blok, PT. Humatama Karya Sejahtera perlu melakukan pengujian agar dihasilkan paving blok yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan lapis perkerasan. Adapun paving blok yang akan diuji harus memenuhi beberapa syarat agar memenuhi syarat standar bahan bangunan Indonesia. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur (Ayuningtyas et al., 2022). Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Saat ini pembangunan prasarana jalan sedang berkembang pesat sehingga permintaan paving block sangat tinggi (Firmanto Hadi, Acmad Mustaki m, Irwan Tri, Hasan Iqbal, Christino Boyke, Pratiwi Wuryaningrum,

2018). Pasar utama perusahaan ini berada di Kabupaten Banyuwangi, dengan potensi kebutuhan paving blok rata-rata mencapai $\pm 6.120 \text{ m}^2$ per tahun.

Segmen pasar ini terdiri dari perusahaan kontraktor (40,9%), retailer bahan bangunan (34,3%), dan masyarakat umum (24,8%). Selain melayani pasar lokal, PT. Humatama Karya Sejahtera juga telah memenuhi permintaan dari wilayah lain, termasuk Bali. Hal ini menunjukkan peluang pasar yang cukup luas untuk produk paving blok. Namun, perusahaan menghadapi sejumlah tantangan signifikan. Salah satunya adalah pembengkakan biaya operasional yang disebabkan oleh kenaikan harga bahan baku. Sebagai contoh, harga jual paving blok yang sebelumnya berkisar Rp53.000/m² kini meningkat menjadi Rp56.000/m². Kenaikan ini disebabkan pada beban biaya produksi meningkat. Selain itu, kualitas paving blok yang dihasilkan sering kali tidak konsisten, dengan beberapa produk gagal memenuhi standar K-300 dalam uji kekuatan. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi dan inovasi dalam penggunaan bahan baku untuk memastikan efisiensi produksi sekaligus menjaga kualitas produk.

Melalui implementasi program ini, diharapkan PT. Humatama Karya Sejahtera dapat mengatasi kendala yang dihadapi sekaligus meningkatkan daya saing di pasar lokal maupun nasional. Program ini juga diharapkan menjadi contoh bagi perusahaan lain dalam memanfaatkan limbah industri secara optimal, sehingga mendukung terciptanya ekonomi sirkular yang berkelanjutan. Sosialisasi pemanfaatan fly ash dilakukan dengan mitra dengan jumlah peserta sebanyak sepuluh peserta. Dari hasil kegiatan sosialisasi yang dilakukan telah tersampainya salah satu manfaatnya fly ash sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving blok. Kemudian dilakukan pembuatan paving blok dengan bahan campuran fly ash. Adanya sosialisasi ini juga diharapkan industri bisa memanfaatkan fly ash untuk mendukung industri yang ramah lingkungan dan efisien.

3. Metode

Kegiatan pengabdian masyarakat sosialisasi manfaat limbah batubara (fly ash) untuk mendukung industri ramah lingkungan dilakukan secara langsung di lokasi. Untuk lebih jelasnya terkait waktu, prosedur dan tahapan kegiatan dapat dilihat pada sub-bab dibawah ini.

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

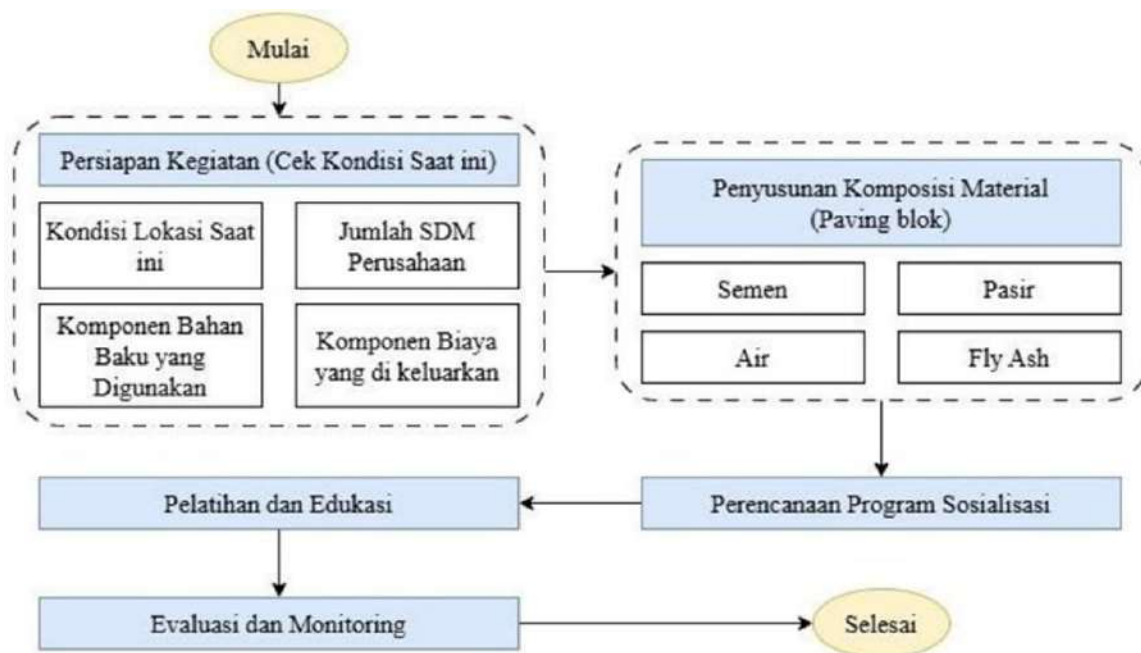
Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi terkait manfaat fly ash sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving blok. Kemudian dilakukan pembuatan paving blok dengan bahan campuran fly ash. Untuk lebih jelasnya terkait waktu kegiatan dan lokasi kegiatan dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

No	Komponen	Keterangan
1	Waktu Pelaksanaan	Rabu, 16 April 2024
2	Tempat	Kecamatan Gambiran, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur

3.2. Prosedur Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dengan mitra (PT Humata Karya Sejahtera) dengan jumlah 10 orang. Metode pelaksanaan yang di gunakan yaitu metode partisipatif yang diikuti oleh pegawai mitra, dosen, dan mahasiswa terlibat langsung dalam proses (Sangian et al., 2018). Dimana untuk kegiatan tim pelaksanaan seperti menyiapkan tempat beserta fasilitas dibantu oleh mitra (Mufarida et al., 2023). Untuk lebih jelasnya terkait alur kegiatan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pelaksanaan Kegiatan (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Berikut merupakan penjelasan dari langkah-langkah pelaksanaan kegiatan yang dilakukan dalam pengabdian masyarakat.

Tahap 1: Persiapan Kegiatan

- Sosialisasi kepada Pihak Terkait: Mengundang manajemen PT. Humatama Karya Sejahtera untuk presentasi tentang potensi dan manfaat *fly ash* sebagai bahan baku alternatif dalam produksi paving blok.
- Analisis Kebutuhan: Identifikasi kebutuhan teknis dan masalah yang dihadapi oleh PT. Humatama Karya Sejahtera dalam hal kualitas dan biaya produksi paving blok.

Tahap 2: Penyusunan Komposisi Material

- Menyusun formula awal campuran paving blok dengan menggunakan *fly ash*.
- Mencari hasil eksperimen sejenis yang pernah dilakuakn.

Tahap 3: Perencanaan Program Sosialisasi

- Memberikan informasi atau pelatihan dari eksperimen yang pernah dilakukan.

Tahap 4: Pelatihan dan Edukasi

- Sesi Edukasi tentang *fly ash*: Memberikan informasi mengenai karakteristik *fly ash*, manfaatnya dalam industri bahan bangunan, serta dampak positifnya terhadap lingkungan.
- Pelatihan Pencampuran *Fly ash*: Memberikan pelatihan teknis tentang proporsi campuran *fly ash* dengan bahan baku lain (semen, pasir, dll.) untuk menciptakan paving blok berkualitas tinggi dan memenuhi standar K-300.
- Demonstrasi Praktis: Mengadakan sesi praktikum di mana peserta melibatkan langsung dalam proses pembuatan paving blok dengan menggunakan campuran *fly ash*.

Tahap 5: Evaluasi dan Monitoring

- Laporan Implementasi: Menyusun laporan mengenai proses implementasi, hasil evaluasi produk, serta rekomendasi untuk perbaikan lebih lanjut.
- Rencana Keberlanjutan: Membantu PT. Humatama Karya Sejahtera merumuskan langkah-langkah keberlanjutan dalam penggunaan *fly ash* untuk jangka panjang.

4. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Sosialisasi Manfaat Limbah Batubara (Fly ash) untuk Mendukung Industri Ramah Lingkungan diikuti oleh

dosen dan mahasiswa Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Untuk lebih jelasnya terkait hasil dan pembahasan dapat dilihat pada penjelasan sub-bab di bawah ini.

4.1. Persiapan Kegiatan

Persiapan kegiatan dilakukan untuk mengetahui hal apa saja yang di perlukan untuk melakukan kegiatan pengabdian masyarakat. Untuk lebih jelasnya terkait proses persiapan kegiatan pengabdian masyarakat di kampus dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persiapan Kegiatan Pengabdian Masyarakat di Kampus

Dari Gambar 4 dapat diketahui untuk persiapan yang dilakukan, dimana untuk persiapan dilakukan untuk mengetahui hal-hal apa saja yang perlu di persiapkan. Selain persiapan yang dilakukan dikampus juga dilakukan persiapan di lokasi mitra. Untuk persiapan kondisi mitra dapat dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)

Gambar 5. Persiapan Kegiatan di lokasi mitra (a) abu batu, (b) pasir

Gambar diatas dapat diketahui untuk persiapan dari tim untuk melihat kondisi lokasi dari mitra. Dapat diketahui untuk beberapa perlengkapan yang perlu di perhatikan yaitu fly ash, pasir, abu batu, semen, mesin aduk, angkong, mesin pres

paving blok dan beberapa fasilitas lainnya. Untuk lebih jelasnya terkait fasilitas yang di sediakan di lokasi mitra dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Kondisi dan Fasilitas Lokasi Kegiatan (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

4.2 Penyusunan Komposisi Material

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan inovasi dalam penyusunan komposisi material paving blok dengan menggunakan limbah fly ash sebagai bahan tambahan. Fly ash merupakan residu hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap, yang memiliki kandungan silika dan alumina tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pozzolan pengganti sebagian semen. Untuk lebih jelasnya terkait komposisi penyusun material paving blok dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (a) Limbah Fly ash dan Bahan Baku Semen, (b) Bahan Baku Pasir (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pada gambar diatas dapat diketahui untuk komponen bahan baku yang di gunakan untuk membuat paving blok. Dimana dari masing-masing komponen memiliki fungsi yaitu:

1. Semen sebagai bahan pengikat utama, berfungsi untuk mengikat agregat dan memberikan kekuatan mekanik pada paving blok.
2. *Fly ash* ditambahkan sebagai substitusi parsial terhadap semen, berperan meningkatkan daya ikat dan durabilitas beton sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan semen portland yang intensif energi.
3. Pasir digunakan sebagai agregat halus, membantu menciptakan kepadatan dan struktur yang solid pada paving blok.
4. Abu batu digunakan sebagai agregat kasar pengganti sebagian pasir, berfungsi meningkatkan kekuatan tekan serta stabilitas dimensi paving blok.
5. Air digunakan untuk proses hidrasi semen dan membantu pencampuran material sehingga menghasilkan adonan yang homogen.

Seluruh bahan dicampur dengan proporsi tertentu yang telah disesuaikan melalui serangkaian uji laboratorium untuk mendapatkan hasil paving blok dengan kualitas mekanik yang baik, permukaan yang padat, serta ketahanan terhadap beban dan cuaca. Beberapa komposisi atau perbandingan utama yang digunakan dalam pembuatan paving blok yaitu 1:4:4 (*fly ash*/semen : abu batu : pasir). Kemudian untuk perbandingan *fly ash* dengan semen sebesar 1:3. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan alternatif tidak hanya meningkatkan nilai guna limbah, tetapi juga menurunkan biaya produksi dan mendukung prinsip pembangunan ramah lingkungan.

4.3 Perencanaan Program Sosialisasi

Sebelum melakukan kegiatan pengabdian masyarakat berupa sosialisasi terkait manfaat fly ash dan pembuatan paving blok dengan campuran fly ash. Untuk lebih jelasnya terkait perencanaan pelaksanaan sosialisasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perencanaan Pelaksanaan Sosialisasi

Dari gambar diatas dapat diketahui untuk proses perencanaan pelaksanaan pengabdian masyarakat. Dimana dalam proses perencanaan program sosialisasi yang dibahas adalah mengenai hal-hal yang akan dilakukan dalam kegiatan seperti proses persiapan bahan material, peralatan, kondisi lahan, peserta dan transportasi.

4.4 Pelatihan dan Edukasi

Setelah melakukan perencanaan program sosialisasi, kemudian dilakukan kegiatan sosialisasi dimana dalam kegiatan terdapat pelatihan dan pemberian edukasi terkait mafaat *fly ash*. Untuk lebih jelasnya terkait kegiatan dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Pelatihan dan Edukasi (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Dari gambar diatas dapat diketahui untuk proses pengayakan material untuk membuat paving blok berbahan fly ash. Tujuan dari pengayakan material tersebut untuk mendapatkan ukuran dari material yang telah direncanakan pada tahap perencanaan sebelumnya. Setelah di lakukan proses pengayakan kemudian dilakuakn proses pengadukan dari beberapa macam material yang telah di tentukan. Untuk lebih jelasnya terkait proses pencampuran dan pengadukan material dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses Pencampuran dan Pengaduan Material

Dari gambar diatas diketahui untuk proses pencampuran beberapa jenis material dan proses pengadukan material. Dari hasil proses pengadukan dari beberapa material yang telah di campur, kemudian dilakukan tahap penempatan di pencetakan yang selantukan dilakukan penekanan untuk memadatkan dari material yang sudah di campur. Untuk lebih jelasnya terkait proses pencetakan dan pemadatan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses Pencetakan dan Pemandahan Hasil Pemadatan Paving Blok

Dari gambar diatas dapat diketahui untuk proses pencetakan paving blok dan pemindahan dari hasil pemadatan paving blok dengan peralatan yang telah di sediakan. Setelah melakukan kegiatan edukasi terkait pemanfaatan fly ash, proses pembuatan paving blok dan hasil paving blok dengan material fly ash kemudian dilakukan foto bersama.



Gambar 12. Dokumentasi dengan Peserta Pengabdian Masyarakat

Dari gambar diatas dapat diketahui untuk dokumentasi hasil kegiatan pengabdian masyarakat di lokasi mitra dengan peserta. Dengan adanya kegiatan sosialisasi pemanfaatan limbah fly ash di lingkungan industri beton ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap mitra bahwasaan terdapat alternatif campuran untuk pembuatan paving blok, sehingga dapat memberikan efisiensi terhadap biaya produksi. Kemudian dampak lingkungan dari pemanfaatan limbah fly ash ini yaitu untuk meningkatkan efisiensi sumber daya. Selain itu untuk dampak sosialnya yaitu untuk meningkatkan dan mendorong kesadaran terhadap lingkungan.

3.5 Monitoring dan Evaluasi

Setelah dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat dilokasi mitra, kemudian dilakukan evaluasi dari hasil kegiatan yang telah dilakukan. Diantara evaluasi yang dilakukan berupa komposisi campuran yang dilakukan saat membuat paving blok. Hasil evaluasi di dapatkan untuk kegiatan kedepannya akan di coba dilakukan pembuatan paving blok dengan komposisi yang berbeda. Hal tersebut dilakukan agar bisa mendapatkan kualitas yang terbaik. Untuk lebih jelasnya terkait dokumentasi hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Dokumentasi Evaluasi dan Monitoring

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa proses evaluasi dan monitoring dari kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang positif terhadap peningkatan pemahaman serta keterampilan peserta. Evaluasi ini menunjukkan bahwa peserta mampu mengikuti seluruh rangkaian kegiatan dengan antusias dan memperoleh manfaat nyata dari materi serta praktik yang diberikan. Monitoring juga memperlihatkan adanya peningkatan kompetensi, khususnya dalam pemahaman teknis dan penerapan ilmu yang relevan dengan kebutuhan mitra. Dengan demikian, kegiatan pengabdian masyarakat ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam transfer pengetahuan dan teknologi, tetapi juga memperkuat sinergi antara perguruan tinggi dan mitra dalam mendukung pengembangan sumber daya manusia yang berkelanjutan. Diharapkan kegiatan serupa dapat terus dilaksanakan secara berkesinambungan agar manfaatnya semakin luas dan mampu memberikan dampak jangka panjang bagi masyarakat dan dunia industri.

5. Kesimpulan

Hasil dari kegiatan sosialisasi yang dilakukan telah tersampainya salah satu manfaatnya fly ash sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving blok. Kemudian dilakukan pembuatan paving blok dengan bahan campuran fly ash. Adanya sosialisasi ini juga diharapkan industri bisa memanfaatkan fly ash untuk mendukung industri yang ramah lingkungan dan efisien. Mendukung program pemerintah dalam pengelolaan limbah non-B3 yang berkelanjutan. Memperkuat kolaborasi antara perguruan tinggi, industri, dan masyarakat dalam penerapan teknologi hijau. Menumbuhkan kesadaran pentingnya efisiensi energi dan ekonomi sirkular di sektor konstruksi. Kemudian dampak lingkungan dari pemanfaatan limbah fly ash yaitu untuk meningkatkan efisiensi sumber daya. Selain itu dampak sosialnya yaitu untuk meningkatkan dan mendorong kesadaran terhadap lingkungan. Kedepan di harapkan dapat dilakukan hasil uji produk paving blok yang di buat dengan campuran fly ash, agar bisa di ketahui seberapa besar pengaruh penambahan fly ash terhadap kualitas paving blok.

Ucapan terima kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada pemberi dana pengabdian yaitu Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan PT Humata Karya Sejahtera selaku sebagai mitra pengabdian.

Daftar Pustaka

- Abdul Haq. (2024). Nestapa di Balik Gemerlap 30 Tahun PLTU Paiton. Coverbothside, 1.
- Anwar, P. N., Cahyono, L., & Pratiwi, D. (2023). Studi Kuat Lentur Pemanfaatan *Fly ash* Sebagai Substitusi Semen dalam Pembuatan Papan Semen Rata dengan Penguat Serat Polypropylene dari Limbah Karung Plastik. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 6(2623), 28–33.
- Armida Salsiah Alisjahbana, E. M. (2021). Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia: Konsep, Target Dan Strategi Implementasi. In *Sustainable Transport, Sustainable Development*. <https://doi.org/10.18356/9789210010788>
- Ayuningtyas, U., Made Agus Dharma Susila, I., Leopold Sihombing, A. S., Adi Sasongko, N., Anggraeni, P., Pribadi Adi Nugroho, T., & Tjahyo Eka Darmayanti, N. (2022). Pemanfaatan *Fly ash* Dan Bottom ash Sebagai Material Konstruksi Ramah Lingkungan Dalam Rangka Mendukung Kriteria Bangunan Hijau. *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat 2022*, 51–56.
- Cahyono, L., Pratiwi, W. D., Fardina, F., & Widiana, D. R. (2025). *Jurnal Teknologi Maritim Analysis Of Flexural Resistance And Environmental Feasibility Of Ferrocement Concrete Slabs From Fly ash And Sandblasting Waste*. 8(1). <https://doi.org/10.35991/jtm.v8i1.42>
- Doni, M. (2024). E-issn: 2656-6001. 93–103.
- Fathoni, H., Pratiwi, W. D., & Setiani, V. (2022). Pemanfaatan Limbah Padat Pasir Silika Limbah Sandblasting dan *Fly ash* untuk Beton HVFA-SCC. *Proceeding on Waste*, lim(2623), 25–29.
- Firmanto Hadi, Acmad Mustakim, Irwan Tri, Hasan Iqbal, Christino Boyke, Pratiwi Wuryaningrum, A. S. K. (2018). Utilization of shell waste as the accelerate admixture on paving in order to improve the quality of the living environment of the kenjeran coastal community. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(9), 916–924.
- Mufarida, N. A., Ariyani, S., Yanuar, S. F., & Gunasti, A. (2023). Inovasi Penerapan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Susu Kedelai Sebagai Alternatif Pengganti Asi Pada Ibu Post Partum. *J-Abdimastek*, 2(2), 76–84.
- Rizal, F. M., Wiwik, D. P., Fitroh., Hanum., Luqman., Endang. (2025). Analisis Kekuatan Bangku Taman Berbahan Cementitious Composite Dengan Campuran *Fly ash* dan Pasir Limbah Sandblasting. *Journal Of Industrial And Systems Optimization*, 8(1), 67-75.
- Sangian, D. A., Dengo, S., & Pombengi, J. D. (2018). Pendekatan Partisipatif Dalam Pembangunan Di Desa Tawaang Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan. *E-Journal Unsrat*, 2(1), 1–10.

- Suraneni, P., Burris, L., Shearer, C. R., & Hooton, R. D. (2021). ASTM C618 *fly ash* specification: Comparison with other specifications, shortcomings, and solutions. *ACI Materials Journal*, 118(1), 157–167. <https://doi.org/10.14359/51725994>
- Triyanti, A. R. (2018). Studi Pemanfaatan *Fly ash* dan Limbah Sandblasting (Silica Fume) pada Binder Geopolimer. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 132. <https://repository.its.ac.id/2975/>
- Wijaya, R. A., Wijayanti, S., & Astuti, Y. (2021). *Fly ash* Limbah Pembakaran Batubara sebagai Zat Mineral Tambahan (Additive) untuk Perbaikan Kualitas dan Kuat Tekan Semen. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(1), 127–134.