

Artikel Pengabdian kepada Masyarakat

Peningkatan Kapasitas Tenaga Kerja terhadap Pembangunan Berkelanjutan dan Efisiensi Energi pada Proyek Gedung PTTUN Medan

Adhita Nugraha Mestika^{1}, Yeshi Ulina Utami Ginting¹, Suranto², Marini¹, Chairini Aisyah³, Widi Sriwahyuni Pasaribu³, Taufik Yuandika Bahri⁴, Afrizal Ramadhan Siregar⁴*

¹ *Arsitektur, Institut Modern Arsitektur dan Teknologi, Deli Serdang, Indonesia*

² *Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Modern Arsitektur dan Teknologi, Deli Serdang, Indonesia*

³ *Desain Komunikasi Visual, Institut Modern Arsitektur dan Teknologi, Deli Serdang, Indonesia*

⁴ *Bisnis Digital, Institut Modern Arsitektur dan Teknologi, Deli Serdang, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 05 Juli 2025

Revisi Akhir: 13 Juli 2025

Diterbitkan Online: 21 Juli 2025

KATA KUNCI

Pembangunan Berkelanjutan
Efisiensi Energi
Tenaga Kerja Konstruksi
Pengelolaan Limbah

KORESPONDENSI

Phone: +62 812-6462-886

E-mail: nuno_anarkotik@yahoo.com

A B S T R A K

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk meningkatkan kapasitas tenaga kerja proyek konstruksi dalam memahami dan menerapkan prinsip pembangunan berkelanjutan dan efisiensi energi. Kegiatan dilaksanakan di proyek pembangunan Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Medan, dengan sasaran 56 orang pekerja yang terlibat langsung dalam pekerjaan struktur dan sistem MEP. Metode yang digunakan meliputi edukasi lapangan melalui presentasi, diskusi, demonstrasi teknis, pemasangan media visual, serta evaluasi observatif. Materi edukasi mencakup efisiensi energi, pengelolaan limbah konstruksi berbasis prinsip *Reduce, Reuse, Recycle* (3R), serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hasil kegiatan menunjukkan terjadinya perubahan signifikan pada perilaku kerja, seperti pencatatan volume beton yang akurat, rotasi penggunaan alat berat, pemilahan limbah untuk digunakan kembali, dan peningkatan kepatuhan terhadap prosedur kerja melalui SOP visual. Lingkungan kerja menjadi lebih bersih, tertib, dan aman dengan penurunan insiden kerja ringan. Model edukasi ini terbukti efektif dalam mendukung pencapaian standar green construction dan berpotensi direplikasi pada proyek serupa secara luas.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur, khususnya gedung perkantoran milik pemerintah, memiliki peran yang sangat strategis dalam mendukung peningkatan layanan publik. Namun demikian, praktik konstruksi konvensional yang masih dominan seringkali menghadapi tantangan besar, terutama dalam hal konsumsi energi yang tinggi serta dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam konteks tersebut, penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan menjadi sangat penting sebagai pendekatan untuk meminimalisasi kerusakan lingkungan dan dampak sosial yang mungkin timbul. Proyek pembangunan Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Medan menjadi salah satu contoh konkret proyek gedung bertingkat yang menuntut perhatian serius terhadap aspek efisiensi energi, pengelolaan sumber daya, dan kesehatan serta keselamatan kerja. Hal ini terutama relevan dalam pekerjaan struktur beton bertulang, sistem Mekanikal, Elektrikal, Plumbing (MEP), serta aspek arsitektural bangunan.

Sebagai bentuk kontribusi nyata terhadap prinsip pembangunan berkelanjutan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada program edukasi bagi tenaga kerja proyek. Tenaga kerja merupakan elemen utama dalam proses konstruksi yang secara langsung berinteraksi dengan material bangunan, peralatan berat, dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan dan kesadaran mengenai efisiensi energi, pengelolaan limbah konstruksi, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sangat penting untuk memastikan tercapainya kualitas hasil proyek yang optimal.

Kegiatan ini selaras dengan ketentuan dalam Rencana Kerja dan Syarat (RKS) Proyek Pembangunan Gedung Kantor PTTUN Medan, yang menekankan standar teknis, pemilihan material ramah lingkungan, efisiensi waktu dan tenaga kerja, serta pengendalian mutu konstruksi.

Tujuan utama dari kegiatan edukasi ini meliputi lima hal penting. Pertama, meningkatkan pemahaman tenaga kerja terhadap konsep dan praktik pembangunan berkelanjutan dalam konstruksi gedung. Kedua, mengembangkan keterampilan tenaga kerja dalam menerapkan efisiensi energi, khususnya dalam pekerjaan struktur dan sistem MEP. Ketiga, menanamkan kesadaran akan pentingnya keselamatan kerja dan pengelolaan lingkungan yang baik. Keempat, menyampaikan pemahaman praktis melalui studi kasus nyata yang berbasis pada pekerjaan aktual di lokasi proyek. Kelima, mendorong terbentuknya budaya kerja yang efisien dan ramah lingkungan di lingkungan proyek konstruksi.

Manfaat strategis dari kegiatan ini sangat luas. Bagi tenaga kerja, kegiatan ini meningkatkan pengetahuan dan keterampilan praktis, serta mendorong perubahan perilaku kerja menjadi lebih disiplin dan efisien. Selain itu, tenaga kerja memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang pengelolaan limbah konstruksi berdasarkan prinsip *Reduce, Reuse, Recycle* (3R). Bagi tim pelaksana proyek, edukasi ini mendukung pencapaian target mutu pekerjaan, efisiensi waktu, serta pengendalian biaya sesuai dengan dokumen RKS dan prinsip konstruksi hijau (*green construction*). Mitra proyek seperti konsultan dan kontraktor mendapatkan manfaat dalam bentuk peningkatan standar operasional dan kontribusi terhadap pemenuhan kriteria bangunan gedung hijau. Sedangkan bagi institusi perguruan tinggi, kegiatan ini menjadi perwujudan nyata pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi dan membuka ruang kolaborasi antara akademisi dan praktisi di lapangan. Selain itu, kegiatan ini juga dapat dijadikan sebagai model edukasi teknis yang dapat direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut menjadi modul pelatihan berbasis proyek nyata.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangunan Berkelanjutan dalam Sektor Konstruksi

Konsep pembangunan berkelanjutan dalam konstruksi menekankan pentingnya keseimbangan antara dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi, yang dikenal dengan prinsip *triple bottom line* (Elkington, 1997). Dalam konteks pembangunan gedung, praktik berkelanjutan diwujudkan melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien, pengurangan limbah, serta penciptaan lingkungan kerja yang aman dan sehat. World Green Building Council (2021) mendorong transformasi industri konstruksi ke arah net-zero emission melalui pendekatan efisiensi energi dan pengelolaan sumber daya yang bertanggung jawab. Di Indonesia, kebijakan pembangunan gedung hijau diatur dalam Permen PUPR No. 09/PRT/M/2019, yang memberikan panduan teknis dalam mengintegrasikan aspek keberlanjutan sejak tahap perencanaan hingga operasionalisasi bangunan.

Efisiensi Energi dan Lean Construction

Efisiensi energi dalam proyek konstruksi meliputi praktik-praktik yang bertujuan mengurangi konsumsi energi langsung maupun tidak langsung. Prinsip *lean construction* menjadi pendekatan manajemen yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dengan meminimalisir limbah dalam semua proses konstruksi (Aziz & Hafez, 2013). Salah satu contohnya adalah pencatatan volume beton secara akurat untuk menghindari pemborosan material, sebagaimana diadopsi dalam proyek PTTUN Medan. Menurut Kibert (2016), efisiensi energi yang diimplementasikan dalam pekerjaan sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) melalui penggunaan perangkat hemat energi seperti lampu LED dan sistem HVAC yang efisien dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% pada proyek bangunan bertingkat.

Pengelolaan Limbah Konstruksi Berbasis 3R

Pengelolaan limbah konstruksi merupakan tantangan besar dalam industri bangunan. Pendekatan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) menjadi strategi utama dalam mengurangi dampak lingkungan akibat limbah konstruksi. Tam (2011) mencatat bahwa tingkat limbah yang dapat digunakan kembali dalam proyek konstruksi dapat mencapai 50% jika ditangani dengan sistematis. Praktik pemilahan sisa material seperti kayu bekisting, potongan besi, dan beton tidak hanya mengurangi volume limbah harian tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi biaya. Dalam proyek PTTUN Medan, upaya ini menghasilkan pengurangan limbah hingga 20%, menunjukkan bahwa intervensi edukatif dapat langsung berkontribusi pada kinerja lingkungan proyek.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Lokasi Proyek

Aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam proyek konstruksi merupakan komponen kunci dalam penciptaan lingkungan kerja yang aman. Permenaker No. PER.08/MEN/VII/2010 mewajibkan penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk mencegah kecelakaan kerja. Lingard, Cooke, & Blismas (2015) menekankan bahwa persepsi positif terhadap respons keselamatan dari atasan berdampak langsung pada penurunan insiden kecelakaan. Dalam konteks proyek PTTUN Medan, pemasangan SOP visual dan penyediaan informasi keselamatan terbukti efektif dalam menurunkan angka insiden ringan dan meningkatkan disiplin kerja. Gibb et al. (2006) juga menyatakan bahwa pendekatan visual dalam edukasi K3 lebih mudah diterima dan diingat oleh pekerja lapangan dibandingkan instruksi verbal semata.

Visualisasi Edukasi dan SOP sebagai Media Perubahan Perilaku

Visualisasi dalam bentuk poster, spanduk, dan papan informasi merupakan metode edukasi yang efektif dalam menyampaikan pesan-pesan penting di lokasi proyek. Media ini berfungsi sebagai pengingat harian yang mendorong pembentukan budaya kerja yang efisien, aman, dan bertanggung jawab. Menurut Kibert (2003), penyampaian instruksi kerja melalui media visual mampu meningkatkan kepatuhan operasional pekerja terhadap prosedur yang berlaku. Dalam kegiatan pengabdian di proyek PTTUN Medan, pendekatan visual terbukti memperkuat penyampaian materi edukasi dan mendorong adopsi langsung oleh tenaga kerja, terutama pada praktik pencatatan volume material, rotasi alat berat, dan pemilahan limbah.

METODE PELAKSANA

Kegiatan ini dilaksanakan pada 30 Juni 2025 di proyek pembangunan Gedung PTTUN Medan yang sedang memasuki fase struktur lantai dua dan pengadaan sistem MEP dasar. Peserta kegiatan berjumlah 56 orang yang terdiri dari mandor, kepala tukang, tukang, pelaksana, serta personel lapangan lainnya.

Metode pelaksanaan pengabdian ini disusun dalam lima tahapan sistematis untuk mencapai tujuan yang dicanangkan:

1. Identifikasi Kebutuhan: Proses awal untuk menentukan kebutuhan edukasi berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, termasuk observasi lingkungan kerja, jenis pekerjaan konstruksi, dan kondisi tenaga kerja.
2. Penyusunan Materi Edukasi: Materi disusun mengacu pada standar konstruksi seperti SNI 2847:2019 (struktur beton) dan ISO 50001 (manajemen energi). Topik mencakup efisiensi energi, pengelolaan limbah material konstruksi, keselamatan kerja, dan prinsip *green construction*, dengan pendekatan visual yang menarik.
3. Pelaksanaan Edukasi Lapangan: Implementasi materi secara langsung kepada tenaga kerja melalui presentasi singkat, diskusi interaktif, dan demonstrasi teknis di area kerja proyek, menysasar mandor, kepala tukang, dan pelaksana.



Gambar 1. Sesi edukasi dan penyampaian materi kepada tenaga kerja proyek.

4. Pemasangan Media Visual: Pemasangan poster, spanduk, dan papan informasi di area strategis proyek (pos jaga, area pembesian, alat berat) untuk memperkuat pesan edukatif dan menciptakan lingkungan kerja yang sadar efisiensi energi dan keselamatan.



Gambar 2. Contoh media visual edukasi yang terpasang di area proyek.

5. Evaluasi dan Rekomendasi: Pengukuran keberhasilan kegiatan edukasi secara observatif dan partisipatif, menilai pemahaman pekerja dan perubahan perilaku kerja. Hasil evaluasi digunakan untuk menyusun rekomendasi untuk tahapan pekerjaan berikutnya atau replikasi di proyek serupa.

Tahapan Proyek Edukasi Lapangan

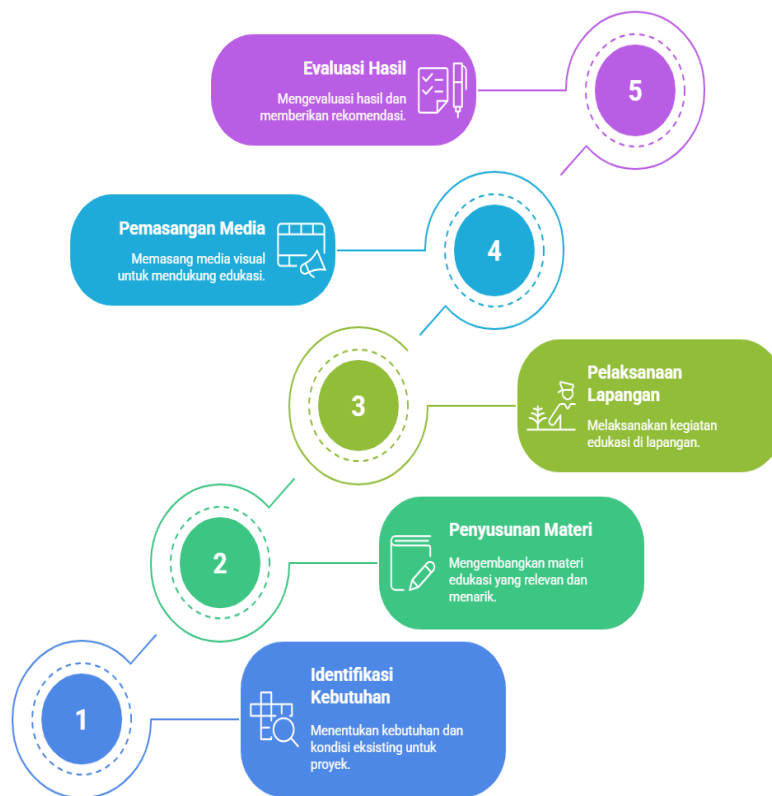


Diagram 1. Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat.

Kegiatan dilaksanakan pada 30 Juni 2025 di proyek Gedung PTTUN Medan, saat proyek berada dalam fase pekerjaan struktur lantai 2 dan pengadaan MEP dasar. Pelaksanaan dilakukan di luar jam istirahat kerja untuk menghindari gangguan operasional konstruksi. Komposisi tenaga kerja yang terlibat dalam kegiatan edukasi ini berjumlah 56 orang, meliputi berbagai jabatan mulai dari *Project Manager*, *Site Manager*, hingga tukang dan pekerja lapangan. Selama edukasi, aktivitas konstruksi seperti pembesian dan pengecoran balok lantai 2, instalasi saluran air MEP, serta pekerjaan arsitektur tahap awal (pembangunan pagar dan pos jaga) berlangsung paralel, memberikan konteks pembelajaran berbasis praktik yang relevan.

Tabel 1. Komposisi Tenaga Kerja di Lapangan

Jabatan	Jumlah
Project Manager	1
Site Manager	1
Surveyor	1
Pelaksana	1
Logistik	1
Drafter	1
Admin Keuangan	1
Security	3
Mandor	1
Kepala Tukang	2
Tukang & Pekerja	43
Total	56

Materi edukasi mencakup lima pokok bahasan:

1. Pembangunan Berkelanjutan dalam Konstruksi Gedung: Pemahaman konsep *triple bottom line* dan integrasinya dengan SDG 11 ("Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan"), menekankan efisiensi sumber daya, dampak sosial, dan pengurangan emisi karbon. Studi kasus gedung PUPR Tower Jakarta dan gedung perkantoran hijau di Surabaya digunakan sebagai contoh.
2. Efisiensi Energi dalam Pekerjaan Struktur dan MEP: Penerapan efisiensi energi dalam pekerjaan struktur (contoh: penggunaan beton *ready-mix* sesuai volume aktual berdasarkan SNI 2847:2019) dan sistem MEP (lampu LED, sensor gerak, sistem HVAC efisien). Praktik rotasi penggunaan alat berat dan pemanfaatan pencahayaan alami juga dijelaskan.
3. Manajemen Material dan Limbah Konstruksi: Pendekatan 3R untuk pengelolaan material dan limbah. Contoh praktik baik meliputi pengumpulan sisa material seperti bekas cor, papan bekisting, dan potongan besi untuk digunakan kembali, serta pemanfaatan *scaffolding* secara berulang.
4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta Lingkungan Kerja: Pentingnya K3 berdasarkan Permenaker No. PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Materi mencakup penggunaan APD wajib dan simulasi penanganan tumpahan material berbahaya untuk mencegah pencemaran lingkungan kerja.
5. Penguatan Visualisasi dan SOP Lapangan: Penyediaan media visual (poster, spanduk, papan informasi) berisi panduan hemat energi, tata cara pengecoran efisien, dan SOP pekerjaan lapangan, yang dipasang di area strategis sebagai pengingat harian bagi pekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan edukasi di proyek pembangunan Gedung PTTUN Medan menunjukkan dampak signifikan terhadap peningkatan pengetahuan, sikap kerja, dan perilaku operasional para pekerja. Perubahan positif yang teridentifikasi meliputi:

1. Peningkatan Kesadaran Efisiensi Material Konstruksi: Pekerja mulai mencatat volume campuran beton secara akurat sebelum pengecoran, mengurangi pemborosan adukan beton dan meningkatkan akurasi penggunaan material.



Gambar 3. Implementasi pencatatan volume beton untuk efisiensi material

2. Pengelolaan Alat Berat yang Lebih Efisien: Kepala tukang menerapkan sistem rotasi kerja (*shift*) yang terencana, menghasilkan penghematan bahan bakar, pengurangan *idle time* alat, dan peningkatan umur operasional mesin.



Gambar 4. Penggunaan alat berat yang efisien di lokasi proyek

3. Penerapan Pengelolaan Limbah Berbasis 3R (Reduce, Reuse, Recycle): Limbah konstruksi seperti sisa beton dan potongan kayu bekisting mulai dipilah dan digunakan kembali untuk pekerjaan minor, yang menurunkan volume limbah proyek harian hingga sekitar 20%.



Gambar 5. Contoh pemilahan dan pemanfaatan kembali limbah konstruksi

4. Penerapan SOP Visual di Area Strategis Proyek: Pihak pelaksana memasang papan informasi berisi Standard Operasional Prosedur (SOP) di titik-titik strategis, membantu pekerja memahami tahapan kerja yang aman dan efisien.



Gambar 6. Pemasangan papan SOP di area kerja proyek.

5. Peningkatan Keselamatan dan Kebersihan Lingkungan Kerja: Area kerja menjadi lebih tertib, bersih, dan aman. Tumpahan semen dan cairan bangunan menurun 55%, serta laporan luka ringan (tergelincir, tergores besi) menurun signifikan setelah edukasi.



Gambar 7. Kondisi lingkungan kerja yang lebih tertib dan aman setelah edukasi.

Temuan ini memperlihatkan bahwa pendekatan edukatif berbasis praktik langsung sangat efektif dalam meningkatkan kualitas proyek konstruksi, terutama dalam aspek keberlanjutan (*sustainability*), keselamatan (*safety*), dan efisiensi (*efficiency*). Praktik pencatatan volume beton sebelum pengecoran mencerminkan adopsi prinsip *lean construction*, yang menurut Aziz dan Hafez (2013), dapat menekan pemborosan material sebesar 20–25% pada proyek skala menengah. Hal ini menegaskan bahwa intervensi edukatif mampu menghasilkan efisiensi secara kuantitatif.

Untuk lebih memperjelas dampak dan perubahan yang terjadi, hasil observasi dapat dirangkum dalam bentuk tabel, membandingkan kondisi sebelum dan sesudah kegiatan.

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Edukasi pada Proyek PTTUN Medan.

No.	Aspek yang Dievaluasi	Kondisi Sebelum Edukasi	Kondisi Sesudah Edukasi	Dampak yang Dirasakan
1.	Efisiensi Material	Pemborosan beton sering terjadi tanpa pencatatan volume	Pencatatan volume beton dilakukan secara akurat sebelum pengecoran	Pengurangan pemborosan material signifikan, efisiensi bahan baku meningkat hingga $\pm 15\%$
2.	Efisiensi Penggunaan Alat Berat	Alat berat digunakan tanpa sistem rotasi kerja	Diterapkannya sistem rotasi kerja alat berat secara terjadwal	Penghematan bahan bakar dan pengurangan waktu menganggur (<i>idle time</i>) hingga $\pm 10\%$
3.	Pengelolaan Limbah Konstruksi (3R)	Tidak ada pemisahan limbah, pembuangan tidak terkendali	Limbah seperti kayu, besi, dan beton dipilah dan sebagian dimanfaatkan ulang	Volume limbah proyek harian berkurang sekitar 20%, mendukung prinsip <i>reduce-reuse-recycle</i>
4.	Kepatuhan terhadap SOP	Rendah, tidak tersedia media visual pendukung SOP	SOP dipasang di area strategis, pekerja mulai mengikuti alur prosedural	Peningkatan pemahaman dan kepatuhan terhadap prosedur, efisiensi kerja meningkat $\pm 25\%$

5.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	Sering terjadi insiden ringan di lokasi kerja	Lingkungan kerja lebih bersih dan teratur, penurunan kasus luka ringan	Risiko kecelakaan berkurang, lingkungan kerja lebih aman dan nyaman (penurunan insiden $\pm 30\%$)
----	--------------------------------------	---	--	---

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan edukasi mengenai pembangunan berkelanjutan dan efisiensi energi yang dilaksanakan pada proyek pembangunan Gedung PTTUN Medan terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kapasitas dan kesadaran tenaga kerja dalam menerapkan prinsip konstruksi berkelanjutan. Edukasi yang dilakukan melalui metode presentasi, diskusi, simulasi teknis, dan pemasangan media visual berhasil mendorong perubahan perilaku kerja yang lebih disiplin, efisien, dan bertanggung jawab. Pencatatan volume beton yang akurat, penerapan sistem rotasi alat berat, pemilahan limbah konstruksi berdasarkan prinsip 3R, serta peningkatan kepatuhan terhadap SOP visual menunjukkan bahwa edukasi berbasis praktik langsung mampu meningkatkan kualitas pelaksanaan proyek, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan bersih, serta mendukung pencapaian standar mutu dan prinsip green construction. Kegiatan ini juga mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 11 yang berfokus pada kota dan permukiman yang inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan.

Sebagai tindak lanjut, program edukasi ini disarankan untuk direplikasi pada proyek-proyek konstruksi lain, khususnya yang berada pada fase pekerjaan struktur dan sistem MEP. Perusahaan pelaksana proyek diharapkan dapat mengintegrasikan materi edukasi ini dalam pelatihan internal rutin sebagai bagian dari peningkatan kompetensi tenaga kerja. Selain itu, dibutuhkan penyusunan modul pelatihan teknis berbasis proyek sebagai pedoman yang dapat digunakan secara luas oleh kontraktor dan institusi pelatihan vokasi. Untuk menjamin keberlanjutan dampak kegiatan, diperlukan sistem monitoring dan evaluasi jangka menengah guna mengukur efektivitas program secara lebih objektif dan mendalam. Dengan demikian, model edukasi ini tidak hanya menjadi sarana peningkatan keterampilan teknis, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam mendorong perubahan budaya kerja menuju konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Biro Bangunan Selaras atas dukungan teknis dan kerja sama lapangan, serta kepada Institut Modern Arsitektur dan Teknologi Deli Serdang atas dukungan kelembagaan selama kegiatan ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI ISO 50001:2018 Sistem Manajemen Energi*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung*. BSN.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2022). *Petunjuk teknis bangunan gedung hijau pemerintah*. Kementerian PUPR.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing.
- Farooqui, R. U., Ahmed, S. M., & Lodi, S. H. (2021). Sustainable construction practices and energy efficiency in developing countries. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(2), 04021001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001969](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001969)
- Gibb, A. G. F., Haslam, R. A., Hide, S. A., & Gyi, D. E. (2006). What causes accidents? *Civil Engineering*, 159(6), 46–51. <https://doi.org/10.1680/cien.2006.159.6.46>
- Givoni, B. (2006). *Energy conservation in building design*. Elsevier.
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems—Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Peraturan Menteri PUPR No. 09/PRT/M/2019 tentang Pedoman Pembangunan Gedung Hijau*. Jakarta: Kementerian PUPR.

- Kementerian Tenaga Kerja. (2010). *Permenaker No. PER.08/MEN/VII/2010 tentang alat pelindung diri*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Kibert, C. J. (2003). *Construction ecology: Nature as the basis for green buildings*. Routledge.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Lingard, H., Cooke, T., & Blismas, N. (2015). Do perceptions of supervisors' safety responses mediate the relationship between perceptions of the safety climate and incident rates in construction? *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(3), 04014082. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000934](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000934)
- PT. L HARAS Design. (2024). *Rencana Kerja dan Syarat (RKS) Proyek Pembangunan Gedung PTTUN Medan*. Medan: Dokumen Internal Proyek.
- Tam, V. W. Y. (2011). Rate of reusable and recyclable waste in construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(8–9), 916–924. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.12.007>
- World Green Building Council. (2021). *Advancing net zero: Status report 2021*. <https://worldgbc.org/advancing-net-zero>.