Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan p-ISSN: 2776-2009, e-ISSN: 2775-5568
Penerbit: Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Volume 6, Nomor 1, Desember 2025
Politeknik Penerbangan Palembang

Sosialisasi Energi Terbarukan: Hidrogen sebagai Solusi Bahan Bakar Ramah Lingkungan untuk Masa Depan Penerbangan

Lilies Esthi Riyanti[1], Bhima Shakti Arrafat[2], Wahyu Cakra N.[3], Andri Kurniawan[4], Iwan Engkus Kurniawan[5]

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug[1,2,3,4,5]

e-mail: lilies.esthi@ppicurug.ac.id

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan kesadaran mengenai energi terbarukan, khususnya hidrogen, sebagai bahan bakar ramah lingkungan yang berpotensi besar mendukung masa depan industri penerbangan. Permasalahan yang dihadapi adalah tingginya ketergantungan sektor penerbangan pada bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi karbon serta terbatasnya pengetahuan guru produktif SMK Penerbangan mengenai teknologi bahan bakar alternatif. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, seminar interaktif secara daring, dan diskusi terarah dengan melibatkan mahasiswa, guru, serta perwakilan industri untuk membahas konsep dasar hidrogen, manfaat dan keunggulannya, tantangan implementasi, serta peluang pengembangannya. Kegiatan dilaksanakan secara daring melalui Zoom dan dievaluasi menggunakan kuesioner yang diisi oleh 19 responden. Hasil kegiatan menunjukkan meningkatnya wawasan guru dalam mengintegrasikan materi energi bersih ke dalam pembelajaran serta terbukanya peluang kolaborasi antara dunia pendidikan dan industri. Kegiatan ini mampu memperkuat pemahaman peserta terhadap pentingnya transisi menuju energi bersih dan mendorong sinergi pendidikan–industri dalam menyiapkan sumber daya manusia yang adaptif, inovatif, dan siap menghadapi perkembangan teknologi penerbangan masa depan.

Kata kunci: energi terbarukan, hidrogen, penerbangan

Abstract

This Community Service activity aims to increase understanding and awareness of renewable energy, especially hydrogen, as an environmentally friendly fuel with great potential to support the future of the aviation industry. The problems addressed are the aviation sector's high dependence on fossil fuels that produce carbon emissions and the limited knowledge of productive teachers at aviation vocational schools about alternative fuel technology. The implementation method included socialization, online interactive seminars, and focused discussions involving students, teachers, and industry representatives to discuss the basic concept of hydrogen, its benefits and advantages, implementation challenges, and development opportunities. The activity was held online via Zoom and evaluated using a questionnaire completed by 19 respondents. The results show an increase in teachers' insight into integrating clean energy materials into learning and the opening of collaboration opportunities between education and industry. This activity strengthened participants' understanding of the importance of the transition to clean energy and encouraged education–industry synergy in preparing human resources who are adaptive, innovative, and ready to face future developments in aviation technology.

Keywords: *aviation, hydrogen, renewable energy*

Pendahuluan

Mahasiswa penerbangan merupakan salah satu mitra strategis karena memiliki peran penting dalam pengembangan literasi teknologi dan inovasi energi terbarukan. Sebagai generasi penerus, mahasiswa memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap teknologi baru, termasuk hidrogen sebagai bahan bakar alternatif. Keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan PkM memberikan kesempatan untuk mengembangkan *soft skills* maupun *hard skills* melalui pengalaman nyata yang menghubungkan teori akademik dengan praktik lapangan (Sihono et al., 2021). Mahasiswa juga dapat berperan sebagai agen perubahan yang menggerakkan penyebaran informasi dan pemanfaatan teknologi energi bersih di masa depan. Industri penerbangan merupakan mitra utama yang memiliki kepentingan langsung terhadap implementasi energi terbarukan. Industri penerbangan global melalui International Air Transport Association (IATA) telah menetapkan target emisi karbon nol bersih (*net zero carbon*

emissions) pada tahun 2050 (IATA, 2021), dan salah satu strategi yang dikembangkan adalah pemanfaatan bahan bakar alternatif berbasis hidrogen (Baroutaji et al., 2019; Gu et al., 2023; Yang et al., 2021). Dengan keterlibatan industri, kegiatan PkM ini menjadi lebih relevan karena informasi yang disampaikan bersumber dari praktik nyata dan penelitian terkini di dunia penerbangan. Industri juga berperan sebagai penghubung antara dunia pendidikan dan perkembangan global dalam teknologi energi ramah lingkungan.

Guru produktif SMK berperan sebagai pendidik sekaligus fasilitator dalam menyampaikan pengetahuan teknis kepada siswa. Namun, masih terdapat keterbatasan wawasan mengenai isu keberlanjutan dan teknologi bahan bakar alternatif. Melalui kegiatan PkM ini, guru memperoleh pemutakhiran informasi yang dapat diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran (Fatkhulloh et al., 2023; Riyanti et al., 2023) sehingga lulusan SMK lebih siap menghadapi tantangan industri penerbangan masa depan. Mahasiswa penerbangan juga membutuhkan sosialisasi energi terbarukan karena mereka adalah calon tenaga kerja yang akan berperan langsung dalam pengembangan teknologi penerbangan berkelanjutan. Pengetahuan tentang hidrogen sebagai bahan bakar ramah lingkungan masih terbatas dalam kurikulum formal sehingga sosialisasi dapat menjadi sarana pembelajaran mutakhir bagi mahasiswa (Fatkhulloh et al., 2023).

Industri penerbangan menuntut tenaga kerja yang memahami tren global energi dan efisiensi bahan bakar, termasuk penggunaan hidrogen (Farida et al., 2025). Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) juga menekankan bahwa keberhasilan transisi menuju penerbangan rendah karbon membutuhkan penguatan kapasitas dan kolaborasi berbagai pihak, termasuk institusi pendidikan (ICAO, 2022). Oleh karena itu, sosialisasi ini menjadi kebutuhan penting agar pendidikan vokasi selaras dengan standar industri yang menuju *net zero emission*. Guru produktif SMK Penerbangan perlu memperbarui wawasan mengenai isu energi terbarukan agar dapat menyusun materi ajar yang sesuai dengan tuntutan zaman. Penguatan kapasitas guru dalam menghadapi perubahan teknologi industri merupakan faktor kunci dalam meningkatkan kualitas lulusan SMK (Purwaningtyas et al., 2023; Riyanti et al., 2024). Dengan adanya sosialisasi, guru dapat mengintegrasikan isu keberlanjutan dalam proses pembelajaran dan menjadi fasilitator utama dalam menyebarluaskan pengetahuan tentang hidrogen kepada siswa penerbangan.

Agar dampak kegiatan PkM tidak berhenti pada satu kali kegiatan, diperlukan rencana tindak lanjut dalam bentuk program berjangka tiga tahun yang disusun berdasarkan profil mitra, yaitu mahasiswa bidang penerbangan, industri penerbangan, dan guru produktif SMK penerbangan. Program tersebut meliputi peningkatan kesadaran dan literasi energi terbarukan, integrasi materi dalam kurikulum dan praktikum aplikatif, serta penguatan kolaborasi dan implementasi proyek bersama. Sektor penerbangan modern dituntut untuk menurunkan emisi karbon yang selama ini berasal dari penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu solusi yang sedang dikembangkan di tingkat global adalah pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar alternatif (Simonetto et al., 2025). Hidrogen berpotensi besar sebagai sumber energi bersih karena emisi yang dihasilkan hanya berupa uap air, dan kajian operasi armada menunjukkan bahwa hidrogen cair hijau dapat menjadi alternatif bahan bakar penerbangan di masa depan (Stuart et al., 2023). Namun, pengetahuan tentang teknologi ini, termasuk potensi produksinya di Indonesia, masih belum tersebar merata, terutama di kalangan pendidikan vokasi penerbangan (Hasan & Widayat, 2022).

Analisis situasi tersebut memperlihatkan beberapa permasalahan yang dihadapi mitra. Mahasiswa sebagai calon tenaga profesional penerbangan membutuhkan pemahaman mengenai perkembangan energi terbarukan agar mampu mengikuti tuntutan industri di masa depan. Tanpa sosialisasi yang memadai, mereka akan kesulitan beradaptasi dengan standar global yang semakin menekankan aspek keberlanjutan (Gallagher et al., 2024). Guru produktif berperan sebagai ujung tombak transfer ilmu kepada siswa SMK, tetapi banyak guru masih berfokus pada aspek teknis konvensional dan belum memiliki cukup akses terhadap isu energi alternatif sehingga materi ajar kurang relevan dengan kebutuhan industri modern. Melalui PkM ini, guru memperoleh pembaruan wawasan yang dapat langsung diintegrasikan ke dalam kurikulum (Riyanti et al., 2024). Sementara itu, industri penerbangan menuntut tenaga kerja yang memiliki kompetensi terkait energi terbarukan.

Kajian Clean Sky 2 JU dan FCH 2 JU (2020) menegaskan bahwa transisi menuju penerbangan berbahan bakar hidrogen memerlukan kolaborasi lintas sektor dan pengembangan kapabilitas sumber daya manusia. Namun, kurangnya komunikasi yang efektif antara industri dan pendidikan masih menjadi kendala dalam percepatan adopsi energi ramah lingkungan.

Metode

Tahapan awal kegiatan ini adalah pembentukan tim. Tim terdiri atas dosen dan mahasiswa yang ditunjuk berdasarkan kualifikasi dan kompetensi di bidangnya, yaitu satu ketua tim dan empat anggota dengan dibantu oleh mahasiswa. Ketua tim bertanggung jawab terhadap semua tahapan kegiatan, sedangkan anggota tim dan mahasiswa berperan dalam pelaksanaan kegiatan inti. Susunan tim disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan Tim Pelaksana

No	Nama Anggota	Tugas
1	Lilies Esthi Riyanti	Ketua tim: koordinasi dan kolaborasi
2	Bhima Shakti Arrafat	Anggota: menyiapkan undangan dan materi sosialisasi
3	Iwan Engkus Kurniawan	Anggota: menyusun materi dan artikel jurnal PkM
4	Wahyu Cakra N.	Anggota: menyiapkan materi dan menjadi narasumber sosialisasi
5	Andri Kurniawan	Anggota: menyiapkan acara sosialisasi (agenda, jalannya acara, penerbitan sertifikat, dan lain-lain)
6	Mahasiswa Prodi D-IV TPU: Ryan Okta dan Ahmad Arrofi	Pembantu lapangan dalam penyiapan dokumen dan pendamping dosen dalam pelaksanaan sosialisasi

Kegiatan PkM ini disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan calon mitra yang meliputi mahasiswa bidang penerbangan, personel industri penerbangan, dan guru SMK Penerbangan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar perumusan tujuan kegiatan, yaitu memberikan sosialisasi mengenai hidrogen sebagai sumber energi terbarukan yang berpotensi mendukung keberlanjutan sektor penerbangan (Kona et al., 2024). Kegiatan pengenalan energi terbarukan kepada siswa SMK pada program pengabdian lain juga menumbuhkan minat peserta terhadap teknologi energi bersih (Lilipaly et al., 2025). Penetapan sasaran kegiatan dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara kebutuhan mitra dan kompetensi tim pelaksana. Berdasarkan pertimbangan tersebut, mahasiswa bidang penerbangan, industri penerbangan, dan guru SMK Penerbangan ditetapkan sebagai mitra kegiatan karena memiliki kebutuhan dan kepentingan yang relevan terhadap isu energi terbarukan (Sukahir et al., 2024).

Hasil analisis menunjukkan bahwa mitra menghadapi permasalahan yang relatif serupa, yaitu keterbatasan pengetahuan dan keterampilan terkait energi terbarukan, khususnya hidrogen sebagai bahan bakar ramah lingkungan. Mahasiswa memerlukan peningkatan literasi untuk menjawab tuntutan industri global yang semakin menekankan prinsip keberlanjutan. Guru produktif SMK Penerbangan membutuhkan pembaruan wawasan agar mampu mengintegrasikan materi energi alternatif ke dalam pembelajaran. Sementara itu, industri penerbangan membutuhkan sumber daya manusia yang mampu beradaptasi terhadap perkembangan teknologi bahan bakar baru (ICAO, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan kebutuhan akan kegiatan sosialisasi yang tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga mampu memperkuat kolaborasi antara dunia pendidikan dan industri dalam menyiapkan sumber daya manusia yang mendukung transformasi sektor penerbangan menuju target *net zero emission* (Wahjusaputri et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang diprioritaskan adalah pelaksanaan sosialisasi hidrogen sebagai energi terbarukan. Kegiatan ini difokuskan pada peningkatan literasi mahasiswa, penguatan kapasitas guru SMK Penerbangan dalam pembelajaran yang berorientasi keberlanjutan, serta keterlibatan industri penerbangan sebagai mitra strategis dalam penyediaan informasi dan standar kompetensi terkini. Sosialisasi direncanakan secara bertahap melalui seminar atau webinar

agar pelaksanaan kegiatan berjalan sistematis dan berkelanjutan, dengan mahasiswa bidang penerbangan, industri penerbangan, dan guru SMK Penerbangan sebagai peserta. Tahapan pelaksanaan diawali dengan persiapan, meliputi koordinasi internal tim pelaksana dan koordinasi dengan mitra. Persiapan teknis mencakup penyusunan jadwal, materi sosialisasi, media, lokasi, peserta, dan sarana pendukung lainnya. Kegiatan inti direncanakan berlangsung selama kurang lebih empat jam yang terdiri atas penyampaian materi, sesi diskusi, dan evaluasi kegiatan melalui pengisian kuesioner oleh peserta.

Hasil dan Pembahasan

Luaran utama kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini meliputi sertifikat peserta, publikasi artikel pada jurnal PkM yang ditargetkan terbit pada Desember 2025, laporan kegiatan lengkap, dan pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual (HKI). Seluruh luaran tersebut menjadi bukti pelaksanaan kegiatan sekaligus bentuk pertanggungjawaban tim PkM.

Dari sisi pembiayaan, kegiatan ini sepenuhnya menggunakan dana mandiri tim pengusul. Anggaran dialokasikan untuk beberapa pos, meliputi belanja bahan, konsumsi rapat, kebutuhan pelaksanaan sosialisasi, dan penyusunan laporan akhir. Rincian kebutuhan berdasarkan volume, harga satuan, dan jumlah anggaran pada setiap pos ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ajuan Biaya PkM

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A. Persiapan PkM (Belanja Bahan dan Konsumsi Rapat)					
1	ATK persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan PkM	1	Paket	500.000	500.000
2	Konsumsi rapat tim	10	OH	30.000	300.000
3	Konsumsi penyusunan modul	10	OH	30.000	300.000
B. Pelaksanaan PkM					
1	Konsumsi pelatihan	10	OH	30.000	300.000
2	Cendera mata	1	Buah	350.000	350.000
C. Pelaporan PkM					
1	Publikasi jurnal	1	Paket	500.000	500.000
2	HKI hak cipta untuk modul	1	Set	200.000	200.000
	Total				**2.450.000**

Selain anggaran, jadwal kegiatan juga dirancang secara sistematis mulai dari tahap persiapan hingga pelaporan, sebagaimana tercantum pada Tabel 3. Jadwal ini menjadi pedoman bagi tim PkM agar setiap tahapan berlangsung tepat waktu dan sesuai dengan tujuan kegiatan.

Tabel 3. Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Apr (3)	Apr (4)	Mei (1)	Jun (3)	Jun (4)	Jul (1–4)	Agu (2–3)
1	Perumusan tim dan tujuan kegiatan	■						
2	Identifikasi mitra dan masalah/prioritas/kebutuhan kegiatan		■					
3	Persiapan (penyusunan modul)			■	■			
4	Pelaksanaan kegiatan					■		
5	Evaluasi kegiatan						■	
6	Pelaporan							■

Keterangan: angka dalam kurung menunjukkan minggu ke- pada bulan tersebut.

Pelaksanaan PkM diawali dengan penyusunan materi sosialisasi bertajuk "Sosialisasi Energi Terbarukan: Hidrogen sebagai Solusi Bahan Bakar Ramah Lingkungan untuk Masa Depan Penerbangan" yang dirancang secara terstruktur dan sistematis. Penyusunan materi bertujuan menjawab kebutuhan mitra, yaitu mahasiswa bidang penerbangan, guru produktif SMK Penerbangan, dan industri penerbangan, sehingga materi yang disampaikan relevan dan aplikatif.

Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan sosialisasi dalam bentuk webinar melalui aplikasi Zoom. Pemilihan platform daring ini didasarkan pada pertimbangan jangkauan peserta yang lebih luas, fleksibilitas waktu pelaksanaan, dan kemudahan pendokumentasian kegiatan. Webinar menjadi media yang efektif untuk menyampaikan materi terkait pemanfaatan hidrogen sebagai energi terbarukan di sektor penerbangan. Setelah pemaparan materi, kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi yang dirancang sebagai forum interaktif antara tim pelaksana dan seluruh peserta. Sesi diskusi memberikan ruang bagi mitra untuk menyampaikan pertanyaan, pandangan, dan pengalaman sehingga terjadi pertukaran informasi dan pemahaman yang lebih mendalam terkait topik yang disosialisasikan. Materi yang dibahas meliputi potensi hidrogen dan sel bahan bakar pada pesawat (Baroutaji et al., 2019), kebutuhan infrastruktur hidrogen di bandar udara (Gu et al., 2023), serta aspek keselamatan penyimpanan dan penanganan hidrogen (Simonetto et al., 2025; Yang et al., 2021).

Pada tahap akhir dilakukan evaluasi kegiatan untuk mengukur tingkat pencapaian tujuan pengabdian kepada masyarakat sekaligus sebagai bahan perbaikan kegiatan di masa mendatang. Evaluasi dilaksanakan melalui penyebaran kuesioner kepada peserta kegiatan dengan jumlah responden sebanyak 19 orang.



Gambar 1. Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi

Kesimpulan

Kegiatan sosialisasi ini memberikan dampak positif bagi seluruh mitra yang terlibat. Bagi mahasiswa, kegiatan ini meningkatkan literasi energi terbarukan, memperluas wawasan mengenai teknologi hidrogen, dan mendorong minat untuk mengembangkan penelitian sederhana di bidang penerbangan berkelanjutan; mahasiswa tidak hanya menjadi peserta pasif, tetapi juga berperan aktif dalam diskusi dan penyusunan rekomendasi. Bagi guru produktif SMK Penerbangan, kegiatan ini menambah kapasitas keilmuan dan pedagogik dalam menyusun pembelajaran yang selaras dengan isu keberlanjutan global serta menyediakan modul sosialisasi yang dapat dijadikan sumber ajar tambahan. Bagi industri penerbangan, kegiatan ini membuka ruang komunikasi yang lebih kuat dengan dunia pendidikan dan memperkuat posisi industri sebagai mitra dalam menyiapkan sumber daya manusia yang adaptif. Secara teknis, pelaksanaan melalui platform Zoom berjalan lancar dengan partisipasi peserta yang memadai dan interaksi diskusi yang aktif. Dengan demikian, kegiatan sosialisasi ini berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman, kesadaran, dan kolaborasi antarmitra mengenai pentingnya hidrogen sebagai alternatif bahan bakar ramah lingkungan untuk masa depan industri penerbangan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh anggota tim pengusul yang telah bekerja sama dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan ini, kepada para peserta atas dukungan dan partisipasi aktifnya, serta kepada pihak-pihak lain yang telah membantu kelancaran kegiatan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Politeknik Penerbangan Indonesia Curug atas dukungan dan fasilitas untuk pelaksanaan kegiatan.

Daftar Pustaka

Baroutaji, A., Wilberforce, T., Ramadan, M., & Olabi, A. G. (2019). Comprehensive investigation on hydrogen and fuel cell technology in the aviation and aerospace sectors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 106*, 31–40. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.02.022

Clean Sky 2 JU & FCH 2 JU. (2020). *Hydrogen-powered aviation: A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Farida, I., Prasetyo, K., Bhiftime, E. I., Silalahi, N. H. M., & Fauzi, A. H. (2025). Analisis tren efisiensi bahan bakar dalam industri penerbangan: Studi data performance pesawat. *Jurnal TNI Angkatan Udara, 4*(1).

Fatkhulloh, A., Herwanto, D., Kurniawan, I. E., & Koswara, I. (2023). Pendampingan penyusunan bahan ajar teori *aircraft repair* di SMK Bina Dhirgantara Surakarta. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru, 4*(1), 8–12. https://doi.org/10.54147/jpkm.v4i01.586

Gallagher, C., Stuart, C., & Spence, S. (2024). Liquid hydrogen and synthetic sustainable aviation fuel: A European airline case study. In *Proceedings of the Global Power and Propulsion Society (GPPS Chania24)*. Chania, Greece.

Gu, Y., Wiedemann, M., Ryley, T., Johnson, M. E., & Evans, M. J. (2023). Hydrogen-powered aircraft at airports: A review of the infrastructure requirements and planning challenges. *Sustainability, 15*(21), 15539. https://doi.org/10.3390/su152115539

Hasan, M. S., & Widayat, W. (2022). Produksi hidrogen dengan memanfaatkan sumber daya energi surya dan angin di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan, 3*(1), 38–48.

IATA. (2021). *Resolution on the industry's commitment to reach net zero carbon emissions by 2050*. 77th IATA Annual General Meeting, Boston. Montreal: International Air Transport Association.

ICAO. (2022). *ICAO environmental report 2022*. Montreal: International Civil Aviation Organization.

Kona, M., Palpialy, J. V., & Bunahri, R. R. (2024). Kampanye energi terbarukan (*renewable energy*) di lingkungan penerbangan bagi siswa SMA/SMK. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 4*(2), 66–74.

Lilipaly, E. R. M. A. P., Telussa, I., & Pormes, L. (2025). Pengenalan sel surya berbasis mikroalga kepada siswa SMK Negeri 4 Ambon. *Innovation for Community Service Journal (ICSJ), 3*(2), 34–39.

Purwaningtyas, D. A., Sonhaji, I., Kalbuana, N., Anam, K., & Widoro, E. (2023). Peningkatan kualitas publikasi dan pengembangan karier inspektur penerbangan melalui pelatihan karya tulis ilmiah untuk Direktorat Navigasi Penerbangan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru, 4*(1), 21–27. https://doi.org/10.54147/jpkm.v4i01.720

Riyanti, L. E., Arrafat, B. S., Kurniawan, A., & Kurniawan, I. E. (2024). Pelatihan *troubleshooting* pada *electrical system* pesawat terbang bagi guru bidang produktif SMK Negeri 29 Jakarta. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 5*(1), 61–70.

Riyanti, L. E., Arrafat, B. S., Kurniawan, A., Kurniawan, I. E., & Gifari, F. Y. (2023). Pendampingan pengembangan modul praktik dan *job sheet*. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 4*(1), 40–47.

Sihono, S., Fatkhulloh, A., Saputro, R., Herwanto, D., & Kalbuana, N. (2021). Pendalaman buku ajar elektrikal dan elektronika pesawat udara bagi guru SMK Penerbangan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru, 2*(1), 46–54. https://doi.org/10.54147/jpkm.v2i01.462

Simonetto, M., Pascoe, J.-A., & Sharpanskykh, A. (2025). Preliminary safety assessment of a liquid hydrogen storage system for commercial aviation. *Safety, 11*(1), 27. https://doi.org/10.3390/safety11010027

Stuart, C., Spence, S., & Gallagher, C. (2023). Energy analysis of fleet operations using green liquid hydrogen and synthetic kerosene. In *AIAA Aviation 2023 Forum* (AIAA 2023-4301). American Institute of Aeronautics and Astronautics. https://doi.org/10.2514/6.2023-4301

Sukahir, S., Soleh, A. M., Callista, A. B., & Alamsyah, M. (2024). Pelatihan instalasi panel surya bagi masyarakat di sekitar Politeknik Penerbangan Palembang. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 5*(1), 54–60. https://doi.org/10.52989/darmabakti.v5i1.180

Wahjusaputri, S., Bunyamin, B., & Nastiti, T. I. (2021). Critical success factors in implementing teaching factory-based competency for vocational high school students. *Jurnal Cakrawala Pendidikan, 40*(3), 584–592. https://doi.org/10.21831/cp.v40i3.28877

Yang, F., Wang, T., Deng, X., & Dang, J. (2021). Review on hydrogen safety issues: Incident statistics, hydrogen diffusion, and detonation process. *International Journal of Hydrogen Energy, 46*(61), 31467–31488. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.005