

Pelatihan Pembuatan *Printed Circuit Board* bagi Pelajar SMAK 1 BPK Penabur Bandung

**Judea Janoto Jarden, Ratnadewi*, Daniel Setiadikarunia, Muliady,
Riko Arlando Saragih, Heri Andrianto, Meria Anisah Rajagukguk**

Universitas Kristen Maranatha, Jl. Suria Sumantri No. 65, Bandung, Indonesia

*Penulis korespondensi: ratnadewi@maranatha.ac.id

Dikirim : 6 April 2026

Direvisi : 19 Agustus 2026

Diterima : 20 Agustus 2026

Abstrak: Salah satu isu yang menjadi perhatian pemerintah Indonesia adalah masih rendahnya minat siswa Indonesia terhadap bidang STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). STEM membantu menciptakan solusi teknologi dan membangun generasi muda yang kritis, kreatif, dan mampu memecahkan masalah kompleks. Oleh karena itu untuk meningkatkan minat siswa di bidang STEM, salah satu usaha yang dilakukan oleh SMAK-1 BPK Penabur Bandung adalah memberikan pelatihan dalam bentuk workshop desain Printed Circuit Board (PCB) bekerjasama dengan Program Sarjana Teknik Elektro Universitas Kristen Maranatha. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam proses perancangan PCB menggunakan software desain elektronika, memahami alur pembuatan PCB, serta menumbuhkan minat siswa terhadap bidang teknologi elektronika. Kegiatan ini menggunakan metode Asset-Based Community Development (ABCD). Peserta langsung mencoba merancang PCB menggunakan software KiCad dan dapat melihat langsung hasil rancangannya pada komputer. Hasil evaluasi dari kegiatan ini menunjukkan bahwa peserta memperoleh kemampuan dan keterampilan untuk membuat desain PCB dari rangkaian skematik dan mensimulasikannya. Terjadi peningkatan yang signifikan pada capaian peserta, ditandai dengan kenaikan nilai dari 32% pada pre-test menjadi 64% pada post-test. Hal ini mengindikasikan efektivitas pelatihan dalam mentransfer keterampilan teknis dan peningkatan minat peserta terhadap bidang STEM, khususnya rekayasa elektronika.

Kata kunci: *asset-based community development, KiCad, printed circuit board, STEM*

Abstract: One of the issues of concern to the Indonesian government is the low level of interest among Indonesian students in STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). STEM helps create technological solutions and builds a critical, creative, and capable of solving complex problems for the young generation. Therefore, to increase student interest in STEM, one of the efforts made by SMAK-1 BPK Penabur Bandung is to provide a Printed Circuit Board (PCB) design workshop in collaboration with the Electrical Engineering Undergraduate Program Universitas Kristen Maranatha. This activity aims to provide students with direct experience in the PCB design process using electronic design software, understand the PCB manufacturing process, and encourage students' interest in electronic technology. This activity uses the Asset-Based Community Development (ABCD) method. Participants directly try to design PCBs using KiCad software and immediately see the results of their designs on the computer. This activity results show that participants acquired the

ability and skills to design PCB from schematic circuits and simulate them, also participant achievement increased significantly, marked by an increase in scores from 32% on the pre-test to 64% on the post-test. This indicates the effectiveness of the training in transferring technical skills and increasing participants' interest in STEM fields, particularly electronic engineering.

Keywords: *asset-based community development, KiCad, printed circuit board, STEM*

1. Pendahuluan

Elektronika merupakan cabang teknik elektro yang mempelajari perangkat arus lemah dengan fokus pada pengendalian aliran elektron dalam berbagai peralatan seperti radio, televisi, dan komputer (Manalu *et al.*, 2023). Pembelajarannya mencakup pemahaman komponen elektronik yang dirangkai menjadi suatu sistem agar dapat berfungsi sesuai dengan desain yang diinginkan (Syaifurrahman *et al.*, 2021). Perkembangan teknologi elektronika yang semakin pesat, ditandai dengan munculnya berbagai perangkat Internet of Things (IoT) yang meningkat pesat. Oleh karena itu, kemampuan merancang perangkat elektronika menjadi penting untuk dikuasai oleh masyarakat Indonesia, khususnya para pelajar (Andrianto & Jonathan, 2025; Andrianto *et al.*, 2025; Albab *et al.*, 2025). Pelatihan elektronika dasar penting diberikan sejak dini karena menjadi fondasi untuk memahami dan mengoperasikan teknologi yang semakin memengaruhi kehidupan sehari-hari (Yuniarti *et al.*, 2023). Melalui pengenalan prinsip rangkaian, komponen, dan cara kerja perangkat sederhana, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, serta keterampilan pemecahan masalah dan kreativitas. Selain itu, pembelajaran ini memberikan pengenalan awal terhadap bidang STEM dan membantu memahami konsep abstrak secara lebih konkret. Dengan dasar elektronika yang kuat, siswa akan lebih siap menghadapi perkembangan teknologi serta memiliki peluang lebih besar untuk berkarier di bidang teknologi dan rekayasa di masa depan (Manalu *et al.*, 2023; Tarigan *et al.*, 2021).

Printed Circuit Board (PCB) merupakan komponen fundamental dalam hampir seluruh perangkat elektronik modern, sehingga pemahaman mengenai proses perancangan dan pembuatannya menjadi bekal penting bagi siswa yang tertarik pada bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Pengenalan konsep dan teknik desain PCB sejak tingkat sekolah menengah atas tidak hanya memperluas wawasan siswa, tetapi juga menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kesiapan mereka dalam menghadapi tantangan era digital.

SMAK 1 BPK Penabur Bandung merupakan salah satu sekolah menengah atas unggulan

di Kota Bandung yang berkomitmen dalam pengembangan akademik serta kompetensi siswa di bidang sains dan teknologi. Namun demikian, pembelajaran elektronika di sekolah masih memiliki keterbatasan, khususnya dalam hal ketersediaan pengajar yang memiliki keahlian di bidang perancangan PCB menggunakan perangkat lunak seperti KiCad. Hal ini menyebabkan siswa belum memperoleh pengalaman praktis dalam mendesain rangkaian elektronika secara modern.

Sebagai bagian dari peran institusi pendidikan tinggi dalam mendukung peningkatan kompetensi generasi muda, Program Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas, Universitas Kristen Maranatha menyelenggarakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa *Workshop* Desain PCB. Kegiatan ini dilaksanakan pada Sabtu, 20 September 2025, dan diikuti oleh siswa-siswi SMAK 1 BPK Penabur Bandung. *Workshop* ini merupakan tindak lanjut dari kerja sama yang telah terjalin antara Program Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas, Universitas Kristen Maranatha dengan SMAK 1 BPK Penabur Bandung dalam upaya memperkuat sinergi dunia pendidikan menengah dan tinggi.

Tujuan utama dari program ini adalah memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam proses perancangan PCB menggunakan perangkat lunak desain elektronika, memahami alur pembuatan papan sirkuit, serta menumbuhkan minat mereka terhadap bidang teknologi elektronika. Melalui kegiatan ini, siswa diharapkan memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai aplikasi ilmu elektronika dalam dunia nyata, sekaligus meningkatkan kesiapan mereka untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi dalam bidang rekayasa.

Dengan adanya kegiatan *workshop* ini, diharapkan hubungan kerja sama antara Universitas Kristen Maranatha dan SMAK 1 BPK Penabur Bandung dapat semakin erat, serta memberikan dampak positif bagi perkembangan kompetensi dan wawasan siswa dalam bidang teknologi dan rekayasa, khususnya dalam pembuatan PCB.

2. Metode

Rancangan kegiatan pengabdian menggunakan metode *Asset-Based Community Development* (ABCD) (Ratnadewi *et al.*, 2021; Rahmawati *et al.*, 2024) dengan beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Diawali dengan tahap observasi awal kebutuhan

peserta, materi yang dibutuhkan, dan peralatan yang dibutuhkan untuk kegiatan pengabdian. Diskusi antara pihak pengabdian dari Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas (FTRC), Universitas Kristen Maranatha (UKM), dengan pihak peserta SMAK 1 BPK Penabur Bandung. Untuk meningkatkan kualitas lulusan agar mampu menghadapi tantangan zaman, khususnya dalam mendukung kebijakan pemerintah terkait rendahnya minat siswa Indonesia terhadap bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) maka disepakati bahwa akan diberikan pelatihan untuk mengembangkan wawasan dan kompetensi di bidang teknologi elektro, khususnya desain dan pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB).

Tahap berikutnya adalah persiapan, diawali dengan pembentukan tim Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang terdiri dari dosen dan mahasiswa, pembuatan materi pelatihan, persiapan tempat dan perangkat komputer baik *hardware* maupun *software*, penyusunan rencana kerja.

Tahap pelaksanaan dilakukan dengan memberikan pelatihan/*workshop* kepada peserta secara teori dan praktik. Peserta dapat langsung mencoba pembuatan PCB pada komputer dan melihat langsung hasil pembuatan rangkaian PCB pada komputer dengan software KiCad.

Tahap terakhir adalah evaluasi kegiatan. Evaluasi diberikan dengan memberikan kuesioner di awal dan di akhir pelatihan. Peserta juga dievaluasi hasil perancangan PCBnya. Evaluasi dilakukan dengan tujuan mengukur keberhasilan pelaksanaan pelatihan dan memperoleh masukan dari hasil perancangan peserta berupa keberhasilan rancangan PCB.



Gambar 1. Tahap pengabdian kepada masyarakat.

Pihak yang terlibat adalah 23 pelajar SMAK 1 BPK Penabur Bandung dari kelas X, kelas XI, dan kelas XII yang memiliki peminatan elektronika, yang terlibat sebagai peserta pelatihan dan Kepala Sekolah SMAK 1 BPK Penabur Bandung dan Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Prodi TE) – Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas (FTRC) – Universitas Kristen Maranatha (UKM).

Tempat pelatihan dilaksanakan di Laboratorium Komputer – Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas – Universitas Kristen Maranatha, Jl. Soeria Soemantri No. 65 Bandung, pada hari Sabtu, tanggal 20 September 2025, dari pukul 08.00 hingga 14.00 WIB.

3. Hasil dan Diskusi

Pengukuran hasil sebelum dan sesudah pelatihan dilakukan dengan skala Likert (Hanis & Wahyudin, 2024), pilihan angka bulat dari 1 sampai 5, angka 1 menunjukkan sangat tidak setuju/sangat kurang, sedangkan angka 5 menunjukkan sangat setuju/sangat baik. Analisis respon peserta terhadap pelaksanaan workshop sebagai berikut.

3.1 Dari Segi Penyelenggaraan

Hal yang dianalisis pertama adalah dalam hal kesesuaian antara kebutuhan peserta dengan materi pelatihan yang diberikan. Dari Gambar 2 dapat dilihat, terdapat sebanyak 96% peserta menyatakan sangat setuju dan setuju bahwa materi yang disampaikan sesuai dengan yang dibutuhkan. Hanya terdapat 1 peserta (4%) yang menyatakan cukup.



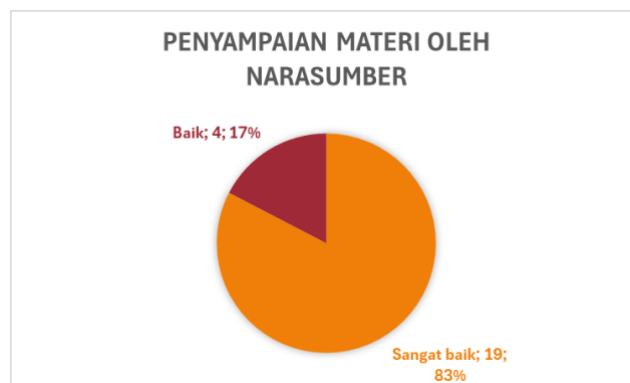
Gambar 2. *Pie Chart* pendapat peserta terhadap kesesuaian materi dengan kebutuhan.

Hal yang dianalisis kedua adalah dalam hal durasi pelatihan yang telah diselenggarakan dalam waktu kurang lebih 5 jam. Dari Gambar 3 dapat dilihat, terdapat sebanyak 91% peserta menyatakan durasi pelatihan sudah sangat cukup dan cukup, sedangkan sisanya 9% menyatakan agak kurang. Dalam hal ini perlu ditinjau kembali untuk durasi pelatihan agar didapat durasi yang lebih memadai.



Gambar 3. *Pie Chart* pendapat peserta berkaitan dengan durasi pelatihan

Hal yang dianalisis ketiga adalah dari segi penyampaian materi oleh narasumber. Dari Gambar 4 dapat dilihat, terdapat sebanyak 100% peserta menilai bahwa narasumber sudah membawakan materi dengan baik dan sangat baik, sehingga dapat disimpulkan peserta merasa puas dan positif terhadap narasumber.



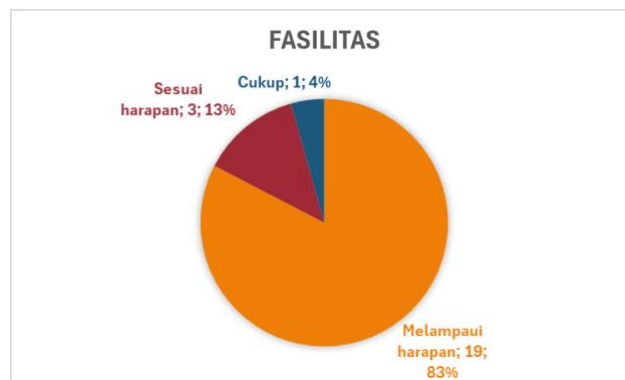
Gambar 4. *Pie Chart* penilaian peserta terhadap penyampaian materi oleh narasumber

Hal yang dianalisis keempat adalah dari segi tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang telah diberikan. Dari Gambar 5 dapat dilihat, bahwa 96% peserta merasa telah memahami materi yang diberikan dengan baik atau sangat baik, sementara satu peserta menyatakan cukup memahami. Jika dikaitkan dengan tanggapan terhadap durasi pelatihan yang dirasa kurang oleh peserta yang sama, hal ini dapat menunjukkan bahwa peserta tersebut membutuhkan waktu lebih untuk memahami materi secara menyeluruh. Ini bisa menjadi indikasi adanya variasi dalam kecepatan belajar antar peserta, sehingga durasi pelatihan yang lebih fleksibel perlu dipertimbangkan.



Gambar 5. *Pie Chart* dari penilaian diri peserta terhadap tingkat pemahaman materi yang telah diberikan.

Terakhir, hal yang dianalisis adalah dari faktor fasilitas dan sarana tempat penyelenggaraan pelatihan. Berdasarkan Gambar 6 secara keseluruhan, 96% responden merasa fasilitas yang tersedia telah memenuhi atau melampaui harapan peserta. Namun, adanya sebagian kecil peserta yang memberikan penilaian cukup menunjukkan bahwa masih terdapat ruang untuk perbaikan, terutama dalam aspek-aspek tertentu yang mungkin belum optimal. Oleh karena itu, evaluasi lebih lanjut terhadap komponen fasilitas dapat dilakukan untuk memastikan kenyamanan dan kepuasan seluruh peserta secara merata.



Gambar 6. *Pie Chart* tanggapan peserta terhadap fasilitas yang diberikan.

3.2 Dari Segi Manfaat

Analisis dari segi manfaat sebelum pelatihan diamati dari motivasi peserta belajar KiCad. Data ini diperoleh dari hasil masukan berupa jawaban tertulis. Peserta menunjukkan motivasi yang kuat dan beragam untuk mengikuti pelatihan KiCad. Beberapa tanggapan yang disampaikan dalam kuesioner antara lain: 1) Keinginan untuk memahami dan menguasai desain PCB: mayoritas peserta menyebutkan ingin belajar cara mendesain PCB dengan baik

dan akurat; 2) Penerapan praktis dalam proyek: beberapa peserta menyebutkan bahwa peserta ingin menggunakan KiCad untuk proyek sekolah atau untuk menciptakan perangkat yang layak digunakan secara komersial; 3) Pengembangan keterampilan dan pengetahuan teknologi: ada yang menyatakan ingin mengembangkan ilmu teknologi lebih dalam atau mencari alternatif dari software yang sebelumnya digunakan.

Kesimpulan dari jawaban peserta sebelum pelatihan, mereka memiliki motivasi intrinsik yang tinggi dan orientasi praktis terhadap penggunaan KiCad, baik untuk pembelajaran maupun pengembangan proyek nyata.

Analisis dari segi manfaat setelah pelatihan adalah manfaat yang dirasakan oleh peserta. Setelah mengikuti pelatihan, responden memberikan tanggapan yang menunjukkan pemahaman dan apresiasi terhadap manfaat KiCad. Beberapa poin penting yang muncul, yaitu: 1) Kemampuan mendesain dan mensimulasikan PCB: banyak peserta menyebutkan bahwa peserta kini bisa membuat desain PCB, skematik, dan simulasi untuk prototype; 2) Peningkatan pemahaman dan keterampilan teknis: peserta merasa lebih mengerti dan mendapatkan ilmu baru yang bermanfaat; 3) Aplikasi praktis dan efisiensi kerja: KiCad dinilai membantu dalam proses desain yang baik dan sederhana, serta mendukung pembuatan perangkat yang lebih optimal.

Kesimpulan setelah pelatihan adalah pelatihan ini berhasil memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan keterampilan peserta. Peserta tidak hanya memahami konsep dasar, tetapi juga mampu mengaplikasikan KiCad untuk kebutuhan desain dan simulasi secara lebih mandiri.

Analisis perbandingan dari segi manfaat antara sebelum dan sesudah pelatihan adalah: 1) Konsistensi antara motivasi awal dan hasil akhir, yaitu mayoritas peserta yang awalnya ingin belajar desain PCB, setelah pelatihan menyatakan bahwa peserta sudah bisa mendesain dan mensimulasikan PCB menggunakan KiCad; 2) Ditinjau dari sisi efektivitas pelatihan: pelatihan terbukti efektif dalam menjawab kebutuhan peserta, terlihat dari transisi tanggapan yang lebih konkret dan aplikatif setelah pelatihan.

3.3 Dari Segi Capaian Kompetensi

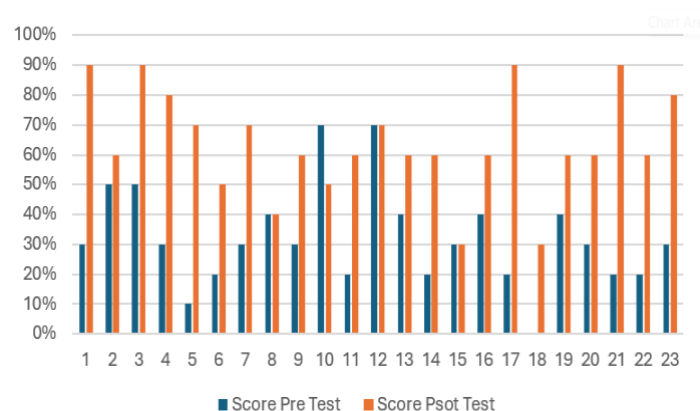
Pada pelatihan ini juga dipantau capaian pembelajaran atau kompetensi dari aspek kognitif dan aspek psikomotorik. Segi kognitif diberikan dalam bentuk *pre-test* dan *post-test* dengan

jumlah soal masing masing sebanyak 10, data nilai yang diperoleh dapat dilihat dalam Tabel 1 dan grafik yang terlihat pada Gambar 7.

Tabel 1. Nilai Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test*

No. Peserta	Nilai <i>Pre-Test</i>	Nilai <i>Post-Test</i>
1	30%	90%
2	50%	60%
3	50%	90%
4	30%	80%
5	10%	70%
6	20%	50%
7	30%	70%
8	40%	40%
9	30%	60%
10	70%	50%
11	20%	60%
12	70%	70%
13	40%	60%
14	20%	60%
15	30%	30%
16	40%	60%
17	20%	90%
18	0%	30%
19	40%	60%
20	30%	60%
21	20%	90%
22	20%	60%
23	30%	80%
Rerata	32%	64%

Nilai Tes Peserta



Gambar 7. Hasil Nilai Tes Peserta

Berdasarkan data hasil *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan KiCad, terlihat adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman peserta. Rata-rata nilai *pre-test* adalah 32,17%, sedangkan rata-rata nilai *post-test* meningkat menjadi 64,13%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 31,96%. Sebagian besar peserta menunjukkan peningkatan nilai yang cukup besar, menunjukkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi desain PCB menggunakan KiCad. Hanya sedikit peserta yang nilainya tetap (pada No. 8, 12, dan 15) atau menurun (pada No. 10), yang dapat menjadi bahan evaluasi lebih lanjut. Secara keseluruhan, pelatihan ini berhasil mencapai tujuannya dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk *workshop* desain PCB berbantuan perangkat lunak KiCad dilaksanakan menggunakan pendekatan *Asset-Based Community Development* (ABCD). Pendekatan ini memungkinkan perancangan program berbasis potensi dan kebutuhan peserta melalui tahapan observasi, perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan yang signifikan pada capaian peserta, ditandai dengan kenaikan nilai dari 32% pada *pre-test* menjadi 64% pada *post-test*, yang mengindikasikan efektivitas pelatihan dalam mentransfer keterampilan teknis. Tingginya tingkat kepuasan peserta terhadap materi, metode, dan fasilitasi kegiatan menunjukkan bahwa pendekatan ABCD relevan dengan konteks dan kebutuhan mereka. Selain memberikan pemahaman dasar mengenai desain PCB, kegiatan ini juga berkontribusi dalam meningkatkan minat peserta terhadap bidang sains, teknologi, dan rekayasa, serta memperkuat kemitraan antara perguruan tinggi dan sekolah mitra. Dengan demikian, kegiatan ini berperan dalam mendukung pengembangan ekosistem pembelajaran STEM yang selaras dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Universitas Kristen Maranatha yang telah mendukung fasilitas dan dana untuk pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini.

Daftar Referensi

Albab, U., Qirom, Q., Sucipto, D., Darpono, R., & Niam, B. (2025). Peningkatan Pengetahuan Pembuatan Rangkaian Elektronika Menggunakan Proteus di SMKN 3 Kota Tegal. *Jurnal*

Surya Masyarakat, 8(1), 32–42. <https://doi.org/10.26714/jsm.8.1.2025.32-42>

- Andrianto, H., & Jonathan, V. (2025). Pelatihan Pemrograman ESP32 bagi Siswa dan Siswi SMA Mentari Bangsa, Kota Medan, Sumatra Utara. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 6(2), 904–912. <https://doi.org/10.26874/jakw.v6i2.917>
- Andrianto, H., Manurung, D. A., & Jarden, J. J. (2025). Pelatihan Pemrograman Arduino bagi Siswa dan Siswi SMA BPK Penabur Holis. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 6(4), 1913–1922. <https://doi.org/10.26874/jakw.v6i4.1110>
- Hanis, M., & Wahyudin, D. (2024). Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) Dalam Penyusunan Asesmen Pembelajaran Bagi Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1199–1207. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2252>
- Manalu, F.R.G., Octaviani, S., Bachri, K.O., Permana, R.S., & Sereati, C.O. (2023). Pelatihan Elektronika Dasar untuk Guru dan Siswa Kelas VIII SMP di Cilincing Jakarta Utara. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat, September*, 16–23.
- Rahmawati, A., Peachilia, I.P.P., Hanifah, D.S., & Humaedi, S. (2024). Potensi Implementasi Pendekatan Asset Based Community Development (ABCD) dalam Upaya Pemberdayaan Masyarakat di Kampung Wisata Cigadung. *PEKSOS: Jurnal Ilmiah Pekerja Sosial*, 23(1), 118–141. <https://doi.org/10.31595/peksos.v23i1.1109>
- Ratnadewi, R., Sartika, E.M., Wahono, S., & Amadeus, C. (2021). Penyuluhan pembuatan video pembelajaran dengan handphone pada pendidik Indonesia. *Community Empowerment*, 6(7), 1178–1186. <https://doi.org/10.31603/ce.4935>
- Syaifurrahman, S., Tjahjamoonsih, N., Suryadi, D., Saleh, M., & Elbani, A. (2021). Pelatihan Elektronika Dasar Bagi Siswa Sekolah Menengah Atas di Wilayah Kalimantan Barat. *Jurnal Pengabdian*, 4(2), 185–194. <https://doi.org/10.26418/jplp2km.v4i2.48106>
- Tarigan, J., Johannes, A. Z., Bernandus, B., & Bukit, M. (2021). Pelatihan Pembuatan Alat Peraga Sains dan Elektronika Sederhana Bagi Siswa SMAN I Taebenu Kabupaten Kupang. *Archive*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.55506/arch.v1i1.2>
- Yuniarti, Y., Purwiyanti, S., Nasrullah, E., R.A.S., & Baiqodar, B. (2023). Pengenalan, Pelatihan, dan Perakitan Rangkaian Elektronika Sederhana Berupa Kipas Angin Mini untuk para Siswa SMA. *SAKAI SAMBAYAN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 146–150. <https://doi.org/10.23960/jss.v7i3.462>