

Pengembangan Trainer Konverter Buck dan Boost sebagai Penunjang Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XII Program Keahlian Teknik Elektronika di SMK Negeri 8 Malang

Chandra Kurniawan Yuwono¹, Dyah Lestari²

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | chandraky13@gmail.com
2. Universitas Negeri Malang, Indonesia | dyah.lestari.ft@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan trainer dan jobsheet yang sesuai untuk mendukung kegiatan praktikum dalam mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di SMK Negeri 8 Kota Malang. Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan (R&D) dari Sugiyono dengan sepuluh tahap: Potensi dan Masalah, Pengumpulan Data, Desain Produk, Validasi Desain, Revisi Desain, Uji Coba Produk, Revisi Produk, Uji Coba Penggunaan, Revisi Produk, dan Produksi Massal. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner yang diberikan kepada validator dan siswa kelas XII Teknik Elektronika Industri. Hasil uji validasi produk oleh para ahli menunjukkan bahwa trainer dan jobsheet valid dan layak digunakan. Uji coba kelompok kecil dengan 6 siswa menunjukkan kelayakan produk dengan persentase 92,19% untuk trainer dan 93,38% untuk jobsheet. Uji coba penggunaan kelompok besar dengan 30 siswa menunjukkan kelayakan produk dengan persentase 91,61% untuk trainer dan 91,03% untuk jobsheet. Nilai rata-rata praktikum siswa mencapai 86, menunjukkan kompetensi siswa yang tinggi. Berdasarkan data tersebut, trainer dan jobsheet dinyatakan sangat layak digunakan dalam kegiatan praktikum.

Kata Kunci

Konverter buck, konverter boost, trainer, jobsheet, penerapan rangkaian elektronika

1. Pendahuluan

Kurikulum dibuat untuk membantu tercapainya tujuan pendidikan kejuruan, sehingga kurikulum menjadi salah satu faktor utama yang dapat mencapai tujuan pendidikan kejuruan. Kurikulum pendidikan kejuruan memuat bidang keahlian, program keahlian, dan paket keahlian untuk memenuhi tujuan dari pendidikan kejuruan (Herin & Sawitri, 2017). Supaya kurikulum pendidikan kejuruan berjalan dengan lancar dan tercapainya tujuan pendidikan kejuruan, maka perlu kompetensi dasar yang mengharuskan siswa untuk menguasai kemampuan dalam mata pembelajaran tertentu sebagai penyusun kompetensi indikator (Efronia & Mukhaiyar, 2020).

Program keahlian Teknik Elektronika Industri memiliki kompetensi dasar yang harus dicapai siswa. Salah satu kompetensi dasar dalam Kurikulum 2013 adalah menguji rangkaian konverter buck dan boost. Kompetensi dasar menguji rangkaian konverter buck dan boost merupakan kompetensi yang wajib dikuasai siswa SMK program keahlian Teknik Elektronika Industri. Kompetensi dasar tersebut, menuntut siswa SMK untuk memahami konsep dari rangkaian konverter buck dan boost.

Berdasarkan hasil observasi ketika mengikuti program Asistensi Mengajar di SMK Negeri 8 Malang pada program keahlian Teknik Elektronika, ditemukan bahwa sekolah memiliki keterbatasan alat praktikum. Kelengkapan alat praktikum dapat mempengaruhi hasil belajar siswa (Prasetyo, dkk., (2020). Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan kelengkapan alat praktikum di SMK Negeri 8 Malang agar hasil belajar siswa menjadi lebih baik lagi. Hal ini didukung oleh kenyataan bahwa pada KD 4.19 "Menguji rangkaian konverter buck dan boost" membutuhkan alat praktikum, namun belum ada alat praktikum yang mendukung proses pembelajaran. Sementara itu, dari silabus Penerapan Rangkaian Elektronika indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang harus dicapai pada KD tersebut IPK 4.19.1 "Merakit rangkaian konverter buck dan boost", dan IPK 4.19.2 "Menguji rangkaian konverter buck dan boost". Trainer sebagai alat yang dapat membantu proses pembelajaran pada kompetensi dasar konverter buck dan boost untuk memudahkan siswa dalam melakukan praktikum. Trainer dilengkapi dengan jobsheet praktikum, jobsheet praktikum digunakan sebagai pedoman dalam proses pembelajaran praktikum. Dari permasalahan diatas, dilakukan penelitian pengembangan trainer yang sesuai dengan kompetensi dasar tersebut. Alat praktikum yang dikembangkan pada penelitian ini berupa trainer konverter buck dan boost, serta dilengkapi dengan jobsheet dan petunjuk penggunaan. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan dan mengatasi permasalahan pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di program keahlian Teknik Elektronika Industri, SMK Negeri 8 Malang.

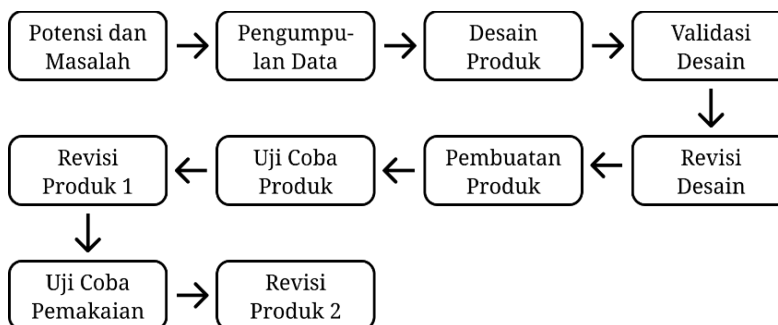
Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Merancang perangkat pembelajaran berupa trainer konverter buck dan boost sebagai alat praktikum mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika kelas XII Program Keahlian Teknik Elektronika di SMK Negeri 8 Malang. (2) Mengembangkan trainer konverter buck dan boost yang lebih efisien dan praktis ketika digunakan saat pembelajaran. (3) Menguji kelayakan trainer konverter buck dan boost sebagai trainer

pembelajaran penunjang mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika kelas XII Program Keahlian Teknik Elektronika di SMK Negeri 8 Malang.

2. Metode

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan Research and Development (R&D). Metode yang digunakan dalam melakukan pengembangan trainer adalah metode Sugiyono. Ada 10 langkah yang digunakan dalam metode Sugiyono, namun karena penelitian ini merupakan penelitian bidang teknik maka perlu ditambahkan langkah pembuatan produk. Menurut Sugiyono (2013) terdapat langkah-langkah perkembangan yang harus dilakukan yaitu tahap potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji pemakaian produk, revisi produk, produksi masal.

Berbeda dengan langkah-langkah yang ada pada referensi, pengujian produk pada penelitian ini hanya menggunakan 10 tahapan, pada tahapan terakhir langkah produksi masal tidak dilakukan karena peneliti hanya fokus pada pembuatan produk untuk kebutuhan di SMK Negeri 8 Malang. Produk ini difokuskan untuk membantu kegiatan pembelajaran mata pelajaran penerapan rangkaian elektronika di SMK Paket Keahlian Teknik Elektronika Industri agar kegiatan pembelajaran dapat berjalan efektif. Gambar 1 memperlihatkan langkah-langkah penelitian menggunakan metode research and development (R&D) yang digunakan dalam penelitian yaitu: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) pembuatan produk, (7) uji coba produk, (8) revisi produk 1, (9) uji coba pemakaian produk, (10) revisi produk 2.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penggunaan Metode Penelitian R&D (Sugiyono, 2013)

Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 8 Malang. Uji coba produk dilakukan pada siswa kelas XII SMK Negeri 8 Malang yang mengambil mata pelajaran penerapan rangkaian elektronika. Uji coba produk ini dilakukan dalam skala kecil. Populasi siswa yang melakukan uji coba tahap ini yaitu 6 orang, yang akan dibagi menjadi 3 kelompok. Sedangkan untuk uji coba pemakaian produk tetap memperhatikan kelemahan atau hambatan yang muncul guna untuk perbaikan lebih lanjut. Uji coba pemakaian dilakukan kepada 30 siswa di SMK Negeri 8 Malang

yang mengambil mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. Siswa akan dibagi menjadi 10 kelompok yang berisi 3 orang.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2013). Dalam konteks penelitian ini, data primer diperoleh langsung dari siswa melalui kuesioner dan observasi. Selain itu, dijelaskan bahwa data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, melainkan diperoleh melalui pihak ketiga atau dokumen tertulis. Misalnya, data sekunder dapat berupa laporan akademik, catatan sekolah, atau informasi yang dikumpulkan oleh orang lain. Dengan menggunakan data primer, penelitian ini memastikan bahwa informasi yang diperoleh adalah yang paling relevan dan akurat untuk tujuan analisis.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif. Jenis instrumentasi data yang digunakan terdapat pada Tabel 1. Data kuantitatif menggunakan analisis kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang didapat dari validator berupa skor yang dinilai melalui instrumen angket. Data kuantitatif digunakan untuk mengetahui kelayakan dari media pembelajaran itu sendiri. Data kualitatif menggunakan analisis kualitatif. Bentuk dari data kualitatif pada penelitian ini berbentuk saran dan komentar dari validator yaitu ahli 1 dan ahli 2.

Tabel 1. Jenis Data dan Instrumen yang Digunakan

No.	Subjek Uji Coba	Jenis Data		Instrumen Pengumpulan Data
		Kuantitatif	Kualitatif	
1	Ahli I	v	v	Angket
2	Ahli II	v	v	Angket
3	Responden	v	-	Angket

Variabel yang akan diukur pada penelitian ini yaitu validitas trainer dan validitas jobsheet. Instrumentasi pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan angket. Instrumentasi pengumpulan data dilakukan setelah dilakukan uji coba yang nantinya akan dinilai oleh ahli guna menguji validitas dari alat pembelajaran. Terdapat dua instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu (1) lembar validitas trainer, (2) lembar validitas jobsheet. Angket dikembangkan berdasarkan kriteria dari buku (Arsyad, 2013: 219). Kisi-kisi angket dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Kisi-Kisi Validitas *Trainer*

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Sumber
1.	Kualitas isi dan tujuan	Kesesuaian Kelengkapan	(Arsyad, 2014: 219)
2.	Kualitas instruksional	Memberikan bantuan untuk belajar Dapat memberikan dampak bagi pembelajaran	(Arsyad, 2014: 219)
3.	Kualitas teknis	Keterbacaan Kualitas tampilan Mudah digunakan	(Arsyad, 2014: 220)

Tabel 3. Kisi-Kisi Validitas *Jobsheet*

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Sumber
1.	Kualitas isi dan tujuan	Kesesuaian Kelengkapan	(Arsyad, 2014: 219)
2.	Kualitas instruksional	Memberikan bantuan untuk praktikum Dapat memberikan dampak bagi siswa	(Arsyad, 2014: 219)
3.	Kualitas teknis	Keterbacaan	(Arsyad, 2014: 220)

Respon penilaian yang digunakan merupakan respon penilaian skala Likert, skala ini ditunjukkan untuk melakukan penilaian dari penggunaan alat pembelajaran. Kriteria skala likert ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Skala *Likert*

Kriteria	Keterangan
4	Sangat Setuju/ Selalu/ Sangat Positif
3	Setuju/ Sering/ Positif
2	Tidak Setuju/ Hampir Tidak Pernah/ Negatif
1	Sangat Tidak Setuju/ Tidak Pernah

Dari hasil uji coba maka akan didapatkan penilaian dari validator yang berupa skor tiap-tiap instrumen. Hasil penilaian nantinya akan dianalisis untuk menentukan kelayakan dari alat pembelajaran. Aspek-aspek yang dinilai dalam menentukan kelayakan alat pembelajaran adalah kelayakan isi, kelengkapan, penyajian dan kualitas teknis. Menurut Akbar (2013) analisis yang digunakan untuk menentukan presentase penilaian kelayakan dan keaktifan adalah dengan menggunakan rumus pada Pers. (1).

$$Va = \frac{TSe}{TSh} \times 100\% \quad \text{Pers. (1)}$$

Keterangan:

Va = Validasi

TSe = Total skor yang didapat

TSh = Total skor maksimal yang diharapkan dapat dicapai

100% = Bilangan tetap/konstanta

Dalam menentukan kelayakan dari trainer dan modul praktikum terdapat kriteria-kriteria tertentu. Berikut ini merupakan kriteria penilaian menurut Menurut Akbar (2013) seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Trainer dan jobsheet praktikum layak digunakan apabila pada hasil uji coba produk mendapatkan nilai pada angket validitas dari ahli dengan skor minimal 70,01% atau lebih. Akan tetapi setiap aspek harus mendapatkan skor minimal 3 atau lebih untuk memastikan tidak ada

aspek yang kurang pada trainer dan modul praktikum pada penelitian ini supaya trainer dan jobsheet dapat digunakan di SMK kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri dengan efektif.

Tabel 5. Kriteria Penilaian Produk

No.	Presentase	Kriteria	Keterangan
1.	85,01 – 100,00 %	Sangat Valid	Sangat baik untuk digunakan
2.	70,01 – 85,00 %	Valid	Boleh digunakan dengan revisi kecil
4.	50,01 – 70,00 %	Kurang Valid	Tidak boleh digunakan
5.	01,00 – 50,00 %	Tidak Valid	Tidak boleh digunakan

Sumber: Akbar (2013, 41)

3. Hasil dan Pembahasan

Produk yang dikembangkan berupa trainer sebagai alat praktikum siswa. Trainer yang dikembangkan berfokus pada konverter buck dan konverter boost. Trainer dilengkapi dengan jobsheet yang terdiri dari 4 praktikum yang dilakukan, yaitu: 1) Konverter buck dalam mode CCM, 2) Konverter buck dalam mode DCM, 3) Konverter boost dalam mode CCM, dan 4) Konverter boost dalam mode DCM. Trainer ini juga dilengkapi dengan perangkat tambahan berupa osiloskop DSO 138 sebagai alat ukur untuk mengetahui bentuk gelombang dari rangkaian dan Arduino Nano yang berfungsi sebagai pengendali PWM untuk mendukung proses pembelajaran. Tampilan trainer dan jobsheet dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Produk Penelitian (a) Tampilan Trainer dan (b) Jobsheet Konverter Buck dan Boost

Proses validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas produk sebelum uji coba. Langkah-langkah validasi meliputi uji terbatas oleh ahli, yang dilakukan sebanyak empat kali validasi oleh ahli 1 dan satu kali validasi oleh ahli 2. Validasi ahli menggunakan dua instrumen angket, yaitu instrumen uji coba trainer dan instrumen uji coba jobsheet, dengan jumlah pertanyaan masing-masing sebanyak 16 dan 17 butir. Pertanyaan tersebut dibagi menjadi 3 aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian isi dan tujuan, aspek aspek kualitas instruksional, dan aspek kualitas teknis. Hasil dari validasi ahli terhadap trainer dan jobsheet dijabarkan pada Tabel 6.

Meskipun dari semua aspek mendapatkan persentase 100%, ketika proses pembuatan produk mengalami beberapa perbaikan mengikuti saran dari ahli. Pada trainer perbaikan yang dilakukan meliputi tampilan desain trainer dan penambahan beberapa rangkaian pendukung. Sedangkan pada jobsheet perbaikan yang dilakukan meliputi penambahan percobaan, memperjelas gambar skema rangkaian, dan memperbaiki langkah percobaan praktikum.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Instrumen *Trainer* dan *Jobsheet*

Aspek	Trainer		Jobsheet	
	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 1	Ahli 2
Kelayakan kesesuaian isi dan tujuan	100%	100%	100%	100%
Kelayakan kualitas instruksional	100%	100%	100%	100%
Kelayakan kualitas teknis	100%	100%	100%	100%
Rata-rata	100%	100%	100%	100%

Uji coba dilakukan secara kelompok kecil (6 orang) siswa kelas XII Program Keahlian Elektronika Industri SMK Negeri 8 Malang. Pemilihan subjek uji coba dipilih secara acak menggunakan metode Simple Random Sampling. Simple Random Sampling adalah metode pemilihan unit-unit dari populasi dimana semua sampel yang mungkin mempunyai peluang yang sama untuk dipilih (Singh, 2013:30). Dalam proses pengambilan data diketahui siswa kelas XII Paket Keahlian Teknik Elektronika Industri seluruhnya berjumlah 64 orang dan dibagi menjadi 2 kelas, kelas XII ELIN A dan kelas XII ELIN B. Dari 64 siswa dipilih secara acak dengan jumlah 6 orang, dengan rincian 3 siswa kelas XII ELIN A dan 3 siswa kelas XII ELIN B. Selanjutnya dilakukan pemilihan secara acak dengan bantuan Microsoft Excel.

Metode Simple Random Sampling dianggap lebih efektif dalam menentukan kelompok kecil dikarenakan metode ini memberikan setiap anggota populasi peluang yang sama untuk dipilih, sehingga memastikan representasi yang adil dari populasi. Setiap siswa memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi bagian dari sampel.

Tabel 7. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Aspek	Persentase Kelayakan	
	Trainer	Jobsheet
Kesesuaian isi dan tujuan	91,67%	92,26%
Kualitas instruksional	86,46%	90,63%
Kualitas teknis	95,83%	96,53%
Rata-rata	92,19%	93,38%

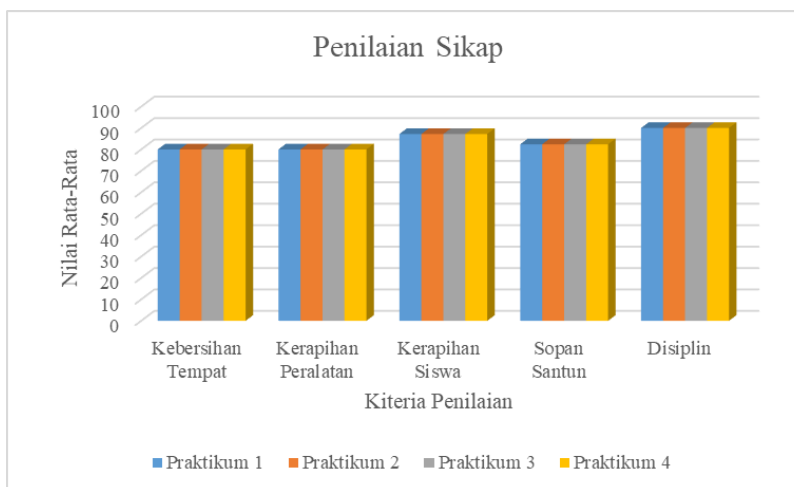
Berdasarkan hasil uji coba produk pada kelompok kecil yang ditunjukkan oleh Tabel 7, ditemukan bahwa keseluruhan nilai yang diperoleh mencapai 92,19% untuk trainer dan 93,38% untuk jobsheet. Secara keseluruhan, nilai ini termasuk dalam kategori sangat layak, membuktikan bahwa trainer dan jobsheet yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan tanpa revisi, yang relevan dengan penelitian Dewantara, dkk. (2020), Wardani & Ismiyati (2019) dan Hariyadi & Kholis (2015).

Uji pemakaian dilakukan secara kelompok besar dengan melibatkan 30 siswa dari kelas XII Paket Keahlian Elektronika Industri di SMK Negeri 8 Malang. Idealnya, pemilihan siswa dilakukan menggunakan metode simple random sampling dari seluruh populasi siswa kelas XII Program Keahlian Elektronika Industri, yang terdiri dari dua kelas, yaitu XII ELIN A dan XII ELIN B. Namun, karena kelas XII ELIN A dan B memiliki karakteristik yang sama atau homogen, sehingga peneliti memilih untuk mengambil seluruh siswa dari kelas XII ELIN A sebagai sampel penelitian. Selain itu, jumlah siswa kelas XII ELIN A sebanyak 30 siswa dimana hal tersebut telah memenuhi jumlah sampel penelitian menurut Sugiyono.

Tabel 8. Hasil Uji Pemakaian Kelompok Besar

Aspek	Persentase Kelayakan	
	Trainer	Jobsheet
Kesesuaian isi dan tujuan	91,83%	90,24%
Kualitas instruksional	89,79%	89,38%
Kualitas teknis	92,50%	93,06%
Rata-rata	91,61%	91,03%

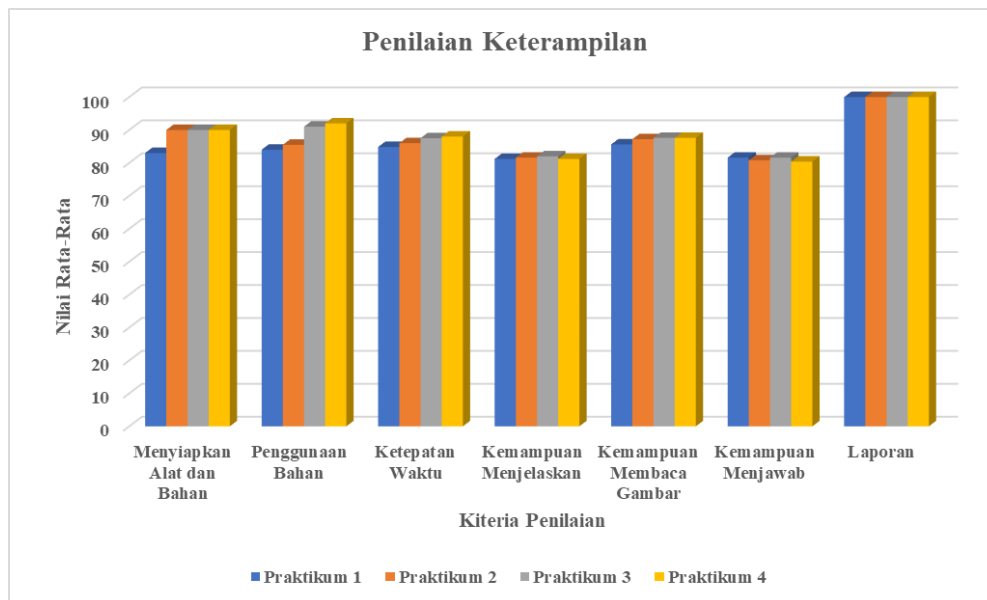
Berdasarkan hasil uji pemakaian produk pada kelompok besar (Tabel 8), ditemukan bahwa keseluruhan nilai yang diperoleh mencapai 91,61% untuk trainer dan 91,03% untuk jobsheet. Secara keseluruhan, nilai ini termasuk dalam kategori sangat layak, menunjukkan bahwa trainer dan jobsheet yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan, sesuai dengan penelitian Wiguna, dkk. (2020) dan Kurniawan & Prihanto (2019). Hal ini juga didukung oleh penilaian dari praktikum yang telah dilakukan, yang mencakup penilaian sikap dan penilaian keterampilan.



Gambar 4. Grafik Penilaian Sikap

Berdasarkan grafik dalam Gambar 4, terlihat bahwa kriteria kerapihan dan disiplin siswa memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan kriteria lainnya. Selain itu, di setiap kriteria nilai

rata-rata dari keseluruhan praktikum yang dilakukan juga konsisten, menunjukkan stabilitas dan keseragaman dalam penerapan tata tertib dan etika selama kegiatan praktikum. Nilai rata-rata sikap siswa dari keempat praktikum mencapai 86, yang menunjukkan komitmen mereka terhadap tata tertib dan etika dalam praktikum (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2018).



Gambar 5. Grafik Penilaian Keterampilan

Sementara itu, dalam penilaian keterampilan pada kriteria menyiapkan alat dan bahan, penggunaan bahan, ketepatan waktu, dan kemampuan membaca gambar, terlihat kenaikan grafik di setiap praktikum yang dilakukan. Pada praktikum pertama, siswa masih beradaptasi dan mulai terbiasa pada praktikum-praktikum berikutnya. Pada kriteria laporan menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dari kriteria lainnya. Pada kriteria kemampuan menjelaskan dan kriteria kemampuan menjawab pada praktikum konverter mode CCM, nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan praktikum konverter mode DCM. Nilai rata-rata keterampilan siswa lebih dari 88, siswa menunjukkan penguasaan yang baik terhadap keterampilan praktis yang diperlukan (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2018).

Tabel 9. Hasil Penilaian Kelompok Besar

Praktikum	Penilaian		Nilai Rata-Rata
	Sikap	Keterampilan	
Praktikum 1	83	85	84
Praktikum 2	83	86	85
Praktikum 3	83	88	86
Praktikum 4	83	88	85
Nilai Rata-Rata Praktikum 1-4			86

Berdasarkan penilaian sikap dan psikomotor dalam Tabel 9, diperoleh nilai rata-rata siswa dari keseluruhan praktikum sebesar 86. Hal ini menunjukkan bahwa siswa sangat kompeten (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2018). Meskipun demikian, beberapa siswa masih mengalami kesulitan dalam menggunakan alat dan bahan contohnya belum mahir menggunakan alat ukur (seperti multimeter dan osiloskop) dan beberapa lainnya menghabiskan waktu lebih dari yang ditentukan untuk menyelesaikan praktikum. Hal ini disebabkan, karena pengetahuan siswa yang beragam (Ambrose, dkk., 2010). Sehingga perbaikan pada trainer dan jobsheet tidak perlu dilakukan karena hal tersebut bukan kekurangan dari produk.

Namun, mengingat masalah ini masih ada, langkah selanjutnya mungkin memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kinerja siswa. Solusi yang lebih mendalam dapat dihasilkan melalui pemahaman yang lebih baik tentang akar penyebab dari kesulitan yang dialami siswa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa produk trainer konverter buck dan boost serta jobsheet yang dikembangkan untuk mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika telah memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Dengan hasil uji kelompok kecil menunjukkan produk termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dan hasil uji kelompok besar menunjukkan produk termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan. Hal ini juga didukung oleh nilai rata-rata praktikum siswa yang mencapai 86 juga menunjukkan kompetensi siswa yang tinggi. Untuk pemanfaatan dan pengembangan lebih lanjut, disarankan agar siswa menguasai materi dan instruksi pada jobsheet, serta untuk mengembangkan jobsheet dengan model pembelajaran seperti Project Based Learning, dan mengadaptasi media lain seperti web atau buku digital. Produk ini juga dapat diterapkan di berbagai institusi pendidikan dengan menyesuaikan materi dengan kebutuhan lokal. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar analisis lebih mendalam dilakukan terkait pengaruh pemahaman siswa terhadap efektivitas penggunaan trainer dan jobsheet.

Daftar Rujukan

- Akbar, S. 2013. Instrumen Perangkat Pembelajaran. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Ambrose, S.A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M.C., & Norman, M. K. 2010. How Learning works: Seven research-based principles for smart teaching. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Arsyad, A. 2014. Media Pembelajaran. Jakarta: Rajawali Pers.
- Dewantara, G. P., Ratnaya, I. G., & Adiarta, A. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Siswa SMK. Skripsi. Singaraja: Prodi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha.

- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2018. Panduan Penilaian Hasil Belajar Dan Pengembangan Karakter Pada Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Efronia, Y. & Mukhaiyar, R. 2020. Kompetensi Dasar Dari Kurikulum Prodi Teknik Elektro Universitas Negeri Padang. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional (JTEV), Vol. 6 (1). Dari <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>.
- Hariyadi, A., & Kholis, N. 2015. Pengembangan Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Skripsi. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Herin, M. & Sawitri, D. R. 2017. Dukungan Orang Tua Dan Kematangan Karir Pada Siswa SMK Program Keahlian Tata Boga. Jurnal Empati, vol. 6 (1), 301-306. Dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/empati/article/view/15124>.
- Kurniawan, A., Afandi, A. N., & Prihanto, D. 2019. Pengembangan Trainer PLC Sebagai Pengendali Sistem Pneumatik Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol Bagi Siswa Kelas XII Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Jenangan Ponorogo. Skripsi. Malang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.
- Mashduuqi, A., Facta, M. & Winardi, B. 2018. Konverter Arus Searah Tipe Buck dengan Rangkaian Pemicu Mikrokontroler Arduino untuk Aplikasi Generator Termoelektrik. Semarang: Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Transient, Vol. 7 (4). Dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/download/21784/pdf>.
- Prasetyo, R. F., Apriyanto, N., Fatra, F. 2020. Pengaruh Kelengkapan Alat Dan Bahan Praktik Bengkel Otomotif Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Transmisi. Vol. 2. Journal of Vocational Education and Automotive Technology.
- Singh, R., & Mangat, N. S. 2013. Elements of survey sampling. Vol. 15. Springer Science & Business Media.
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Wardani, I. B., & Ismayati, E. 2019. Pengembangan Media Pembelajaran Miniatur Trainer PJU Berbasis Solar Cell Di SMK Negeri 1 Punggong Mojokerto. Skripsi. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Wiguna, M. D. D., Arsa, I. P. S., & Ratnaya, I. G. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Pengendali Elektromanegtik Berbasis Smart Relay Pada Instalasi Motor Listrik. Skripsi. Singaraja: Prodi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha.