

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Dan Desain

Pada bagian ini diuraikan metode dan desain penelitian yang digunakan, yaitu pembelajaran proyek berbasis STEM-ESD dengan fokus pada isu clean water and sanitation. Penjelasan mencakup jenis metode penelitian, prosedur penelitian yang meliputi tahap pra-pelaksanaan, pelaksanaan, dan pasca-pelaksanaan, serta tahapan-tahapan pembelajaran yang diikuti oleh peserta didik selama proses penelitian berlangsung

3.1.1 Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini adalah penelitian *pre-eksperimental* untuk mengetahui pembelajaran proyek filter air limbah detergen STEM – ESD terhadap peningkatan kemampuan Keterampilan Rekayasa dan aksi siswa. *pre-eksperimental* adalah metode yang paling sederhana, karena tidak melibatkan kelompok kontrol atau pengacakan subjek. (Creswell, 2023).

3.1.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *one group sample pre-test post-test*. Desain ini melibatkan satu kelompok subjek yang diberi perlakuan, di mana pengukuran dilakukan dua kali, yaitu sebelum dan sesudah perlakuan diberikan. Pada tahap awal, kelompok diberi *pretest* berupa kuesioner aksi berkelanjutan terkait *clean water and sanitation* untuk mengetahui kondisi awal atau kemampuan awal yang dimiliki. Setelah itu, kelompok tersebut menerima perlakuan (*treatment*) berupa pembelajaran proyek membuat filter air limbah detergen, kemudian dilakukan *posttest* dengan kuesioner yang sama dengan *pretest* untuk mengukur perubahan yang terjadi setelah perlakuan. Tujuan dari desain ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* dalam kelompok yang sama. Meskipun desain ini dapat menunjukkan adanya perubahan, namun tidak dapat sepenuhnya memastikan bahwa perubahan

tersebut semata-mata disebabkan oleh perlakuan, karena tidak adanya kelompok kontrol yang berfungsi sebagai pembanding.(Creswell, 2023).

Tabel 3. 1 Desain Penelitian

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O ₁	X	O ₂

Keterangan :

- O₁ : Tes awal (sebelum perlakuan)
- X : Penerapan model pembelajaran proyek filter air limbah detergen berbasis STEM-ESD
- O₂ : Tes akhir (setelah perlakuan)

3.2 Populasi Dan Sampel

Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA di kota Bandung. Populasi dari penelitian ini yaitu siswa kelas X di salah satu SMA di kota Bandung yang mempelajari materi perubahan lingkungan. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60 siswa yang diambil dari total populasi sebanyak 392 siswa (15%). Kelompok sampel diberi perlakuan berupa pembelajaran proyek filter air limbah detergen berbasis STEM-ESD. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *convenience sampling*, di mana kelas yang digunakan sebagai sampel merupakan kelas yang telah tersedia dan ditentukan oleh pihak sekolah.

3.3 Definisi Operasional

1. Keterampilan Rekayasa

Keterampilan Rekayasa adalah keterampilan siswa ketika memecahkan masalah terkait tujuan pembangunan berkelanjutan poin ke-6 dengan membuat filter air limbah detergen secara berkelompok. Tahapan pembelajaran yang dilakukan mengikuti Widodo (2021) yaitu, Perumusan Masalah, Pikir, Desain, Buat, Uji, Perbaikan desain. Keterampilan Rekayasa yang diukur yaitu proses siswa dalam memecahkan masalah yang meliputi 4 fase yaitu, fase masalah, fase solusi, fase implementasi dan fase manajemen proses dengan 7 indikator dan 20 aspek yang di ukur menggunakan rubrik penilaian kinerja dengan skala Likert-4 poin yang di sesuaikan dan

dimodifikasi dari Jin, 2015. Kemampuan Keterampilan Rekayasa diukur melalui LKPD yang memuat penilaian di setiap aspeknya.

2. Aksi siswa

Aksi siswa adalah kontribusi siswa sebagai individu dalam upaya tercapainya SDGs poin ke-6 yaitu air bersih dan sanitasi melalui beberapa kegiatan dalam kehidupan sehari-hari untuk diri sendiri maupun ajakan aksi kepada orang lain di lingkungan sekitarnya. Aksi siswa diukur menggunakan soal non-tes berupa kuesioner dengan skala Likert-4 poin yang memuat 3 domain *learning objective* pada ESD yaitu kognitif, sosio-emosional dan perilaku. Dalam mengukur tingkat aksi siswa, digunakan indikator yang dirumuskan oleh (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020) yaitu tindakan masa lalu dan masa sekarang, capaian kompetensi, serta tindakan masa depan.

3.4 Instrumen Penelitian

Pada bagian ini diuraikan setiap instrumen yang digunakan pada penelitian. Terdapat dua instrumen penelitian yang digunakan yaitu rubrik penilaian keterampilan rekayasa dan kuesioner aksi. Adapun penjelasan rinci dari setiap instrumen disajikan sebagai berikut.

3.4.1 Instrumen Keterampilan Rekayasa

Instrumen keterampilan rekayasa diadaptasi dan dimodifikasi dari Jin (2015) yaitu penilaian nontes berupa rubrik penilaian lembar kerja peserta didik dengan rentang skor 1-4. Jumlah Fase pada penilaian rubrik ini yaitu 4 fase yaitu fase masalah, fase solusi, fase implementasi dan fase manajemen proses. Setiap fase memiliki indikator yang berbeda dan di setiap indikator memiliki aspek penilaiannya masing-masing. Jumlah indikator dalam penelitian ini yaitu 7 indikator. Berikut kisi-kisi instrumen kreativitas siswa:

Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Rekayasa

No.	Fase	Indikator	STEM	Deskripsi Kriteria Kinerja
1.	Masalah	Pengenalan Masalah	Perumusan masalah	Siswa mampu mengidentifikasi permasalahan limbah detergen yang berada di lingkungan sekitar sebagai isu lingkungan yang bersifat terbuka, menantang, dan berdampak luas termasuk

No.	Fase	Indikator	STEM	Deskripsi Kriteria Kinerja	
				kaitannya dengan, dampaknya terhadap ekosistem, dan potensi solusi yang sudah ada.	
		Pendefinisian masalah	Pikir	Siswa mampu menganalisis dampak yang muncul akibat permasalahan air limbah detergen dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.	
2.	Solusi	Pembuatan ide	Pikir	Siswa dapat mengembangkan dan berinovasi terkait beberapa solusi mengenai permasalahan bagaimana agar alat penyaring yang sudah ada dapat menyaring limbah detergen dengan metode pembuatan ide kreatif bersama anggota kelompok.	
				Detail Rancangan Alat	Indikator
				Ukuran: Menentukan ukuran filter dan diameter lubang untuk memastikan efisiensi penyaringan tanpa penyumbatan.	1. ukuran filter sesuai dengan kapasitas air yang akan disaring. 2. diameter lubang pembuangan memungkinkan aliran lancar tanpa penyumbatan.
				Bentuk: Membuat bentuk alat yang memudahkan pengguna dalam menuangkan air limbah dan memaksimalkan aliran air melalui setiap lapisan penyaring.	1. bentuk alat stabil, tidak mudah tumpah atau bocor. 2. alat dapat digunakan dengan mudah tanpa memerlukan banyak tenaga.
				Bahan Penyaring: Menggunakan kombinasi bahan penyaring (arang, pasir, kerikil, serat sintetis, dll.) yang efektif dalam menyaring detergen	1. bahan penyaring dapat mengurangi busa dan warna dari air limbah. 2. kombinasi bahan

No.	Fase	Indikator	STEM	Deskripsi Kriteria Kinerja	
				dan zat berbahaya lainnya.	efektif dalam meningkatkan kejernihan air hasil filtrasi.
				Cara Kerja: Prosedur berurutan sesuai dengan solusi yang diajukan	Membuat cara kerja alat yang akan dibuat
				Biaya: Menghitung dan merancang anggaran pembuatan alat filter sesuai dengan efektivitas dan manfaatnya.	Biaya pembuatan sebanding dengan kualitas alat dan manfaat yang diberikan. Menggunakan bahan yang terjangkau tetapi tetap efektif.
		Pembuatan Solusi	Pikir	Siswa dapat memilih solusi optimal dari beberapa alternatif yang ada, dengan mempertimbangkan ukuran alat, bentuk alat, bahan yang digunakan dan efisiensi alat serta mengutamakan orisinal dan kegunaan. Siswa dapat memilih desain filter air terbaik berdasarkan ide yang dihasilkan sebelumnya, sehingga solusi yang dipilih memiliki tingkat efektivitas penyaringan limbah detergen yang optimal	
3	Implementasi	Peningkatan solusi	Desain	Siswa mampu memperluas solusi terbaik yang telah dipilih dengan menggunakan gambar desain dan memeriksa apakah solusi tersebut sesuai dengan persyaratan detail rancangan alat yang telah dibuat sebelumnya. Siswa dapat menyempurnakan solusi dengan memperhatikan berbagai aspek terkait detail rancangan alat serta prinsip kerja alat sehingga mampu memfilter limbah detergen dengan optimal	
			Buat	Siswa mengubah ide mereka menjadi produk nyata dan dapat diuji dengan membangun prototipe berbasis teknologi yang selaras dengan desain awal mereka.	
			Uji	Siswa melakukan uji coba setelah membuat prototipe mereka untuk memeriksa apakah prototipe tersebut berfungsi dan memenuhi kebutuhan dan batasan desain. Dari langkah ini, mereka akan memperbaiki solusi mereka.	
				Detail Rancangan Alat	Indikator

No.	Fase	Indikator	STEM	Deskripsi Kriteria Kinerja	
				Efektivitas alat berdasarkan keuntungan lingkungan: Menguji hasil filtrasi dengan membandingkan warna, bau, dan busa air sebelum dan sesudah penyaringan.	Menyebutkan manfaat alat bagi lingkungan untuk menangani krisis air bersih dan menghubungkan dengan aspek berkelanjutan
				Efisiensi alat: Memastikan alat filter limbah detergen bekerja secara optimal dalam menyaring air limbah dengan penggunaan bahan, energi, dan waktu yang efisien.	1. Alat dapat menyaring air limbah detergen dengan cepat tanpa mengurangi kualitas filtrasi. Penggunaan bahan penyaring optimal dan tahan lama.
				Manfaat Alat	2. Mampu menyebutkan manfaat dari alat yang dibuat dengan membandingkan antara membuat alat dan tidak membuat alat
		Presentasi dan pelaporan	Desain ulang	Siswa dapat mempresentasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir serta melaporkan LKPD.	
		Desain manajemen proses	Desain ulang	Siswa mampu menyelesaikan kegiatan desain sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan mengatur proses desain melalui kerja sama tim.	
4	Manajemen proses	Desain manajemen proses	Desain ulang	Siswa mampu menyelesaikan kegiatan desain sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan mengatur proses desain melalui kerja sama tim.	

Berdasarkan kisi-kisi instrumen keterampilan rekayasa di atas, berikut ini rubrik penilaian untuk produk yang telah dibuat oleh siswa:

Tabel 3. 3 Rubrik Penilaian Keterampilan Rekayasa

N0 .	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
1.	Masalah	Problem Recognition	Siswa mampu mengidentifikasi permasalahan limbah detergen, memahami dampak bagi ekosistem dan mengeksplorasi solusi yang ada untuk mengatasi masalah tersebut.	Siswa mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang spesifik terkait dengan permasalahan limbah detergen berdasarkan hasil observasi dan studi literatur.	Siswa mengidentifika si masalah berdasarkan apa yang mereka ketahui dan pahami.	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi tetapi permasalahan yang disajikan tidak spesifik.	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi dan permasalahan yang disajikan spesifik.	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi dan studi literatur dan permasalahan yang disajikan spesifik.
2.		Problem Definition	Siswa mampu menganalisis dampak yang muncul akibat permasalahan Limbah detergen dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.	Siswa menyebutkan dampak-dampak yang timbul akibat permasalahan Limbah detergen berdasarkan aspek lingkungan, sosial dan ekonomi	Siswa menyebutkan dampak namun tidak dapat merincikan dampak sosial, ekonomi dan lingkungannya	Siswa mampu menyebutkan hanya 1 aspek dampak.	Siswa mampu menyebutkan 2 aspek dampak.	Siswa mampu menyebutkan ke-tiga aspek dampak.
				Siswa dapat merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi	Siswa dapat memberikan solusi namun bukan berupa teknologi.	Siswa mampu merumuskan solusi namun tidak mempertimbangk an aspek realistis tidak menjawab	Siswa mampu merumuskan solusi dengan mempertimbangk an aspek realistis atau dapat menjawab	Siswa mampu merumuskan solusi dengan mempertimbangka n aspek realistis dan dapat

No	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
				permasalahan Limbah detergen.		masalah Limbah detergen.	masalah Limbah detergen.	menjawab Limbah detergen.
			Menganalisis kekurangan alat yang sudah ada untuk mengatasi permasalahan Limbah detergen dan memberikan solusi untuk mengoptimalkan penggunaan alat tersebut.	Siswa mampu menganalisis kekurangan alat yang sudah ada dan memberikan solusi untuk memperbaiki kekurangan tersebut.	Siswa hanya menemukan kekurangan tetapi tidak bisa memberikan solusi dari alat yang sudah ada.	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang tidak realistis dan tidak menjawab permasalahan Limbah detergen.	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang realistis tetapi tidak menjawab permasalahan Limbah detergen.	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang realistis dan menjawab permasalahan Limbah detergen.
3.	Solusi	Idea Generation	Siswa dapat memikirkan berbagai solusi untuk masalah yang mereka hadapi dalam desain proyek.	Ukuran : Menentukan ukuran filter dan diameter lubang untuk memastikan efisiensi penyaringan tanpa penyumbatan.	Tidak menyantumkan ukuran	Menyantumkan ukuran penyaring namun hanya cukup satu proses	Ukuran penyaring cukup untuk proses pengendapan dan penyarian limbah, namun tidak efisien	Ukuran penyaring cukup untuk proses pengendapan dan penyarian limbah dan dapat efiseien
				Bentuk: Membuat bentuk alat yang memudahkan pengguna dalam menuangkan air limbah dan memaksimalkan aliran air melalui setiap lapisan penyaring.	Menrancang bentuk desain yang tidak dapat memaksimalkan penyaringan limbah detergen	Menrancang bentuk desain yang kurang dapat memaksimalkan penyaringan limbah detergen	Menrancang bentuk desain yang dapat cukup penyaringan limbah detergen	Menrancang bentuk desain yang dapat memaksimalkan penyaringan limbah detergen

N0	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
				Alat dan bahan: Mempertimbangkan alat dan bahan yang dapat digunakan untuk menyaring limbah detergen, kedap air, dan terjangkau.	Hanya memenuhi 1 kriteria	Hanya memenuhi 2 kriteria	Hanya memenuhi 3 kriteria	Alat dan bahan memenuhi 4 kriteria: 1. Menuliskan fungsi alat / bahan yang dipilih dengan tepat 2. Menuliskan jumlah/ukuran alat dan bahan yang dipilih dengan tepat 3. Mempertimbangkan alat/bahan yang dapat menyaring limbah detergen dan kedap air 4. Ramah lingkungan dan terjangkau
				Cara Kerja: Prosedur berurutan sesuai dengan solusi yang diajukan.	Tidak mencantumkan cara kerja alat	Mencantumkan cara kerja alat namun tidak pada semua proses	Mencantumkan cara kerja alat secara keseluruhan namun hanya berbentuk tulisan	Mencantumkan cara kerja alat secara keseluruhan disertai dengan gambar rancangan
				RAB: Menghitung dan merancang anggaran pembuatan alat filter sesuai	RAB tidak dalam bentuk tabel dan kriteria yang dibuat hanya memenuhi 1	RAB dalam bentuk tabel kriteria yang dibuat hanya memenuhi 2 kriteria yang ada	RAB dalam bentuk tabel kriteria yang dibuat hanya memenuhi 3 kriteria yang ada	RAB dalam bentuk tabel dengan memenuhi 4 kriteria: 1. Merancang anggaran

N0 .	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
				dengan efektivitas dan manfaatnya.	kriteia yang ada			pembelian alat dan bahan pada kisaran harga kurang dari Rp200.000 2. Jumlah barang yang diperlukan 3. Harga satuan 4. Total keseluruhan biaya yang dikeluarkan
4.		Optimal Solution Selection	Siswa secara berkelompok dapat memilih solusi terbaik dan memastikan itu tidak hanya kreatif tetapi juga dapat diterapkan dan efektif.	Pemilihan solusi yang optimal dengan mempertimbangkan nilai kegunaan	Siswa memilih solusi yang memiliki nilai kegunaan yang rendah tanpa melalui diskusi	Siswa memilih solusi yang sulit untuk diterapkan berdasarkan hasil diskusi.	Siswa memilih solusi yang memungkinkan untuk diterapkan tetapi masih kurang efektif untuk mengatasi permasalahan Limbah detergen berdasarkan hasil diskusi.	Siswa memilih solusi sangat mungkin untuk diterapkan dan secara efektif dapat mengatasi permasalahan Limbah detergen berdasarkan hasil diskusi.
				Pemilihan solusi yang optimal dengan mempertimbangkan orignalitas.	Solusi tidak menunjukkan adanya kebaruan.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain namun tidak mendukung nilai kegunaan alat.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain namun tidak secara efektif mendukung nilai kegunaan alat.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain yang mendukung nilai kegunaan alat.
5.	Implementasi	Solution Improvement	Siswa mampu membuat desain prototipe dari	Dalam membuat suatu desain, siswa menggunakan idenya	Desain tidak jelas dan tidak memiliki informasi	Desain masih kurang jelas, dengan detail bahan, ukuran,	Desain cukup jelas, dengan detail bahan, ukuran, dan fungsi	Desainnya terperinci dan mudah dipahami, dengan informasi

N0 .	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
			pilihan terbaik yang dipilihnya.	berdasarkan solusi terbaik yang telah dipilihnya. Desain tersebut seperti gambar prototipe yang akan mereka buat ini menunjukkan kemampuan mereka dalam merencanakan dan mewujudkan ide menjadi desain yang jelas.	tentang bahan, ukuran, dan fungsi.	dan fungsi yang sangat minim.	yang belum lengkap.	yang jelas tentang bahan, ukuran, dan fungsinya.
			Siswa mewujudkan idenya menjadi produk nyata dan dapat diuji dengan membangun prototipe berbasis teknologi yang selaras dengan desain awal mereka.	Siswa mampu membuat prototipe berdasarkan desain yang telah dibuat.	Siswa tidak dapat merealisasikan desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe namun tidak sesuai dengan desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe yang hampir mendekati desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe sesuai dengan desain yang telah dibuat.

N0	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
			Uji coba diperlukan setelah siswa membuat prototipe untuk memeriksa efisiensi alat, keuntungan dalam segi ekonomi, dan manfaat bagi lingkungan.	Efektivitas alat berdasarkan keuntungan lingkungan	Air tetap keruh, berbusa, dan berbau dan ph masih sama setelah penyaringan.	Air lebih jernih, tetapi masih ada bau atau sedikit busa dan ph tidak terdapat penurunan.	Air lebih jernih, tidak berbusa, dan tidak berbau setelah penyaringan, namun tidak terdapat penurunan ph.	Air sangat jernih, tanpa bau, bebas busa, dan kualitasnya mendekati air bersih alami (pH lebih netral dibanding sebelum di filtrasi).
				Efisiensi alat	Alat bekerja sangat lambat, boros bahan penyaring, atau hasil filtrasi kurang efektif.	Alat cukup efisien, tetapi masih ada kendala seperti kecepatan penyaringan atau daya tahan bahan penyaring.	Alat bekerja sangat optimal, cepat, hemat bahan namun belum menyaring limbah detergen secara optimal	Alat bekerja sangat optimal, cepat, hemat bahan, serta mampu menyaring limbah detergen secara optimal
6.		Presentation and Reporting	Siswa dapat mempresentasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir serta melaporkan LKPD.	Siswa dapat mempresentasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir dengan berkoordinasi bersama teman kelompok secara aktif.	Siswa dalam kelompok hanya membaca teks dan cenderung pasif.	Siswa kurang berkoordinasi dengan teman kelompok dalam menjelaskan dan mendemonstrasikan alat serta seluruh anggota masih cenderung pasif.	Siswa dapat berkoordinasi dengan teman kelompok tetapi hanya beberapa siswa yang aktif dalam menjelaskan dan mendemonstrasikan alat.	Semua anggota kelompok dapat berkoordinasi dengan baik dalam menjelaskan dan mendemonstrasikan alat.

No	Fase	Indikator	Deskripsi	Aspek	Skor			
					1	2	3	4
				Siswa dapat menuliskan laporan yang disertai dengan dokumentasi pada LKPD yang telah disediakan.	Siswa menuliskan laporan dengan isi yang kurang lengkap dan tidak jelas serta tidak disertai dokumentasi.	Siswa menuliskan laporan dengan isi yang kurang lengkap dan tidak jelas serta dokumentasinya sangat minim.	Siswa mampu menuliskan laporan dengan isi yang cukup lengkap dan jelas tetapi dokumentasi masih kurang.	Siswa mampu menuliskan laporan dengan isi yang lengkap, jelas, dan disertai dengan dokumentasi.
7.	Manajemen Proses	Desain manajemen proses	Siswa dapat menyelesaikan prototype dengan desain akhir dalam waktu yang telah ditentukan dengan mengendalikan proses desain melalui kegiatan sesuai dengan timeline yang siswa buat.	Siswa dapat melaksanakan kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan.	Siswa tidak dapat melaksanakan semua kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan.	Siswa hanya mampu melaksanakan kegiatan sesuai timeline setengah dari yang telah direncanakan.	Siswa mampu melaksanakan hampir semua kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan.	Siswa mampu melaksanakan semua kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan.
				Siswa dapat mengumpulkan laporan sesuai waktu yang telah ditentukan.	Siswa mengumpulkan laporan dari h+3.	Siswa mengumpulkan laporan lebih dari h+2.	Siswa mengumpulkan laporan lebih dari h+1.	Siswa dapat mengumpulkan laporan sesuai waktu yang telah ditentukan .

3.4.2 Instrumen Aksi Siswa

Instrumen yang digunakan untuk mengukur aksi siswa terkait isu Clean Water and Sanitation adalah kuesioner non-tes berbentuk skala Likert 4 poin. Instrumen ini dikembangkan dan dimodifikasi dari kuesioner penelitian yang disusun oleh Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi (2020) serta mengacu pada tujuan pembelajaran untuk SDGs 6 “Clean Water and Sanitation” yang tercantum dalam dokumen ESD: Learning Objectives dari UNESCO (2017).

Indikator aksi yang digunakan dalam kuesioner ini terdiri atas empat dimensi, yaitu tindakan masa lalu, tindakan masa sekarang, tindakan masa depan, dan capaian kompetensi. Keempat indikator tersebut dihubungkan dengan tujuan pembelajaran SDGs 6 melalui tiga domain pembelajaran, yaitu kognitif, sosio-emosional, dan perilaku. Selain itu, instrumen ini juga dikaitkan dengan tiga topik utama dalam SDGs 6, yaitu penggunaan air, kualitas air dan sanitasi, serta pengelolaan air. Pemetaan matriks dari hasil modifikasi dan pengembangan instrumen ini disajikan pada Lampiran 1.

Setiap pernyataan dalam kuesioner diberikan dalam bentuk empat pilihan jawaban. Untuk indikator tindakan masa lalu dan tindakan masa sekarang, pilihan skala terdiri dari: tidak pernah (TP), jarang (JR), sering (SR), dan selalu (SL). Sementara itu, untuk tindakan masa depan, pilihan skala disesuaikan menjadi: tidak akan melakukan (TAM), ragu akan melakukan (RAM), berusaha akan melakukan (BAM), dan yakin akan melakukan (YAM). Penyesuaian ini dilakukan karena tindakan masa depan bersifat rencana atau niat, dan belum benar-benar dilaksanakan. Sedangkan, tindakan masa lalu dan sekarang merupakan bentuk aksi nyata yang sudah atau sedang dilakukan. Untuk indikator capaian kompetensi, skala yang digunakan yaitu: sangat tidak mampu (STM), tidak mampu (TM), mampu (M), dan sangat mampu (SM).

Tabel 3. 4 Kisi-kisi Instrumen Aksi Siswa terkait Clean Water and Sanitation Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator	Definisi Indikator	Topik ESD Learning Goals SDGs 6	Nomor Pernyataan	Jumlah
1	Tindakan masa lalu, tindakan masa sekarang, dan tindakan masa depan	Tindakan masa lalu tindakan masa sekarang, dan tindakan masa depan terkait penggunaan air bersih, sanitasi yang layak, serta upaya pengelolaan air limbah.	Penggunaan Air	1,2,3,4,5,6,15,16,17,18,19,20,29,30,31,32,33,34	18
			Kualitas Air dan Sanitasi	7,8,9,10,21,22,23,24,35,36,37,38	12
			Pengelolaan Air	11,12,13,14,25,26,27,28,39,40,41,42	12
2	Capaian Kompetensi	Capaian terkait kompetensi pengetahuan, keterampilan, serta sikap terkait aksi penggunaan air bersih, sanitasi yang layak, serta 44paya pengelolaan air limbah.	Penggunaan Air	1,2,3,4,5,6,15,16,17,18,19,20,29,30,31,32,33,34	18
			Kualitas Air dan Sanitasi	7,8,9,10,21,22,23,24,35,36,37,38	12
			Pengelolaan Air	11,12,13,14,25,26,27,28,39,40,41,42	12
Jumlah Butir Penomoran					84

Butir pernyataan tersebut dibuat oleh peneliti lalu dikonsultasikan kepada dosen untuk diberikan masukan dan evaluasi. Setelah disetujui, setiap pernyataan dilakukan uji keterbacaan, lalu uji validitas, dan uji reliabilitas. Pengujian tersebut dilakukan pada 20 siswa sekolah menengah atas di salah satu sekolah negeri di Bandung. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi SPSS versi 26 untuk mengetahui apakah setiap pernyataan layak digunakan atau tidak. Data hasil uji validitas dan reliabilitas dapat dilihat pada data Lampiran 2. Berikut ini merupakan data rekapitulasi hasil uji yang telah dilakukan.

Tabel 3. 5 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Pertama Instrumen Aksi Siswa Indikator Tindakan

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	Keterangan
Kognitif	1	+	0,018 Valid	0.010 Valid	0.152 Tidak valid	Revisi

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	Keterangan
	2	+	0.711 Tidak valid	0.587 Tidak valid	0.185 Tidak valid	Revisi
	3	+	0,027 Valid	0.519 Tidak valid	0.173 Tidak valid	Revisi
	4	-	0.590 Tidak valid	0.369 Tidak valid	0.001 Valid	Revisi
	5	+	0 Valid	0.552 Tidak valid	0.038 Valid	Revisi
	6	-	0.132 Tidak valid	0.098 Tidak Valid	1 Tidak valid	Revisi
	7	+	0,183 Tidak valid	0.750 Tidak valid	0.023 Valid	Revisi
	8	-	0.512 Tidak valid	0.992 Tidak valid	0.204 Tidak valid	Revisi
	9	+	0.016 Valid	0.117 Tidak valid	0.076 Tidak valid	Revisi
	10	-	0,604 Tidak valid	0.463 Tidak valid	0.448 Tidak valid	Revisi
	11	+	0,011 Valid	0.102 Tidak valid	0.083 Tidak valid	Revisi
	12	-	0,256 Tidak valid	0.073 Tidak valid	0.787 Tidak valid	Revisi
	13	+	0.032 Valid	0.213 Tidak valid	0.474 Tidak valid	Revisi
	14	-	0.446 Tidak valid	0.276 Tidak valid	0.083 Tidak valid	Revisi
	15	+	0.017 Valid	0.053 Valid	0.054 Valid	Digunakan
Sosio-Emosional	16	+	0.005 Valid	0.007 Valid	0.143 Tidak valid	Revisi
	17	+	0.001	0.001	0.276	Revisi

Shiva Aulia Sari, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK FILTER AIR LIMBAH DETERGEN BERBASIS STEM-ESD TERKAIT *CLEAN WATER AND SANITATION* TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA SMA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	Keterangan
			Valid	Valid	Tidak valid	
	18	-	0.530 Tidak valid	0.074 Valid	0.391 Tidak valid	Revisi
	19	+	0.002 Valid	0.057 Valid	0.015 Valid	Digunakan
	20	-	0.475 Tidak valid	0.521 Tidak valid	0.920 Tidak valid	Revisi
	21	+	0.000 Valid	0.000 Valid	0.017 Valid	Digunakan
	22	+	0.000 Valid	0.009 Valid	0.004 Valid	Digunakan
	23	+	0.000 Valid	0.031 Valid	0.410 Tidak valid	Revisi
	24	+	0.630 Tidak valid	0.282 Tidak valid	0.011 Valid	Revisi
	25	+	0.002 Valid	0.010 Valid	0.203 Tidak valid	Revisi
	26	-	0.049 Valid	0.717 Tidak valid	0.047 Valid	Revisi
	27	+	0.000 Valid	0.000 Valid	0.079 Tidak valid	Revisi
	28	+	0.187 Valid	0.579 Tidak valid	0.262 Tidak valid	Revisi
Perilaku	29	+	0.002 Valid	0.019 Valid	0.082 Tidak valid	Revisi
	30	+	0.045 Valid	0.792 Tidak valid	0.477 Tidak valid	Revisi
	31	+	0.013 Valid	0.000 Valid	0.018 Valid	Digunakan
	32	+	0.922 Tidak valid	0.418 Tidak valid	0.792 Tidak valid	Revisi
	33	+	0.005	0.906	0.282	Revisi

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	Keterangan
			Valid	Tidak valid	Tidak valid	
	34	-	0.445 Tidak valid	0.108 Tidak valid	0.719 Tidak valid	Revisi
	35	+	0.362 Tidak valid	0.011 Valid	0.006 Valid	Revisi
	36	-	0.910 Tidak valid	0.208 Tidak valid	0.075 Tidak valid	Revisi
	37	+	0.009 Valid	0.004 Valid	0.242 Tidak valid	Revisi
	38	+	0.100 Tidak valid	0.054 Tidak valid	0.009 Valid	Revisi
	39	-	0.741 Tidak valid	0.881 Tidak valid	0.071 Tidak valid	Revisi
	40	+	0.452 Tidak valid	0.991 Tidak valid	0.318 Tidak valid	Revisi
	41	+	0.459 Tidak valid	0.491 Tidak valid	0.554 Tidak valid	Revisi
	42	-	0.749 Tidak valid	0.879 Tidak valid	0.004 Valid	Revisi
	Reabilitas		0,813	0,813	0,797	Reliabel

Keterangan:

	: Penggunaan air
	: Kualitas air dan sanitasi
	: Pengelolaan air

Sedangkan, data hasil rekapitulasi uji validitas dan uji reliabilitas instrumen aksi siswa indikator capaian kompetensi siswa dapat dilihat pada Tabel 3.6.

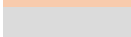
Tabel 3. 6 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Pertama Instrumen Aksi Siswa Indikator Capaian Kompetensi

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	R hitung	Keterangan
Kognitif	1	+	0.007 Valid	Digunakan
	2	-	0.388 Tidak valid	Revisi
	3	+	0.001 Valid	Digunakan
	4	-	0.918 Tidak valid	Revisi
	5	+	0.806 Tidak valid	Revisi
	6	+	0.030 Valid	Digunakan
	7	+	0.628 Tidak valid	Revisi
	8	-	0.263 Tidak valid	Revisi
	9	+	0.768 Tidak valid	Revisi
	10	+	0.135 Tidak valid	Revisi
	11	+	0.103 Tidak valid	Revisi
	12	+	0.000 Valid	Digunakan
	13	+	0.098 Tidak valid	Revisi
	14	+	0.674 Tidak valid	Revisi
Sosio-Emosional	15	+	0.057 Tidak valid	Revisi
	16	+	0.098	Revisi

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	R hitung	Keterangan
			Tidak valid	
	17	+	0.139 Tidak valid	Revisi
	18	+	0.067 Tidak valid	Revisi
	19	+	0.224 Tidak valid	Revisi
	20	+	0.645 Tidak valid	Revisi
	21	+	0.002 Valid	Digunakan
	22	+	0.627 Tidak valid	Revisi
	23	+	0.003 Valid	Digunakan
	24	-	0.035 Valid	Digunakan
	25	+	0.019 Valid	Digunakan
	26	+	0.084 Tidak valid	Revisi
	27	+	0.002 Valid	Digunakan
	28	+	0.001 Valid	Digunakan
Perilaku	29	+	0.720 Tidak valid	Revisi
	30	+	0.089 Tidak valid	Revisi
	31	+	0.869 Tidak valid	Revisi

Domain	No. Butir	Jenis Pernyataan	R hitung	Keterangan
	32	+	0.001 Valid	Digunakan
	33	+	0.240 Tidak valid	Revisi
	34	+	0.840 Tidak valid	Revisi
	35	+	0.010 Valid	Digunakan
	36	+	0.001 Valid	Digunakan
	37	+	0.562 Tidak valid	Revisi
	38	+	0.000 Valid	Digunakan
	39	+	0.025 Valid	Digunakan
	40	+	0.951 Tidak valid	Revisi
	41	+	0.253 Tidak valid	Revisi
	42	+	0.456 Tidak valid	Revisi
Reabilitas			0,893	Reliabel

Keterangan:

	: Penggunaan air
	: Kualitas air dan sanitasi
	: Pengelolaan air

Berdasarkan hasil pengujian validitas dan reliabilitas yang pertama, pada indikator tindakan terdapat sebanyak 5 pernyataan yang valid. Sedangkan, pada indikator capaian kompetensi terdapat sebanyak 15 pernyataan yang valid. Hasil pengujian reliabilitas pun menunjukkan bahwa kuesioner aksi indikator tindakan

dan indikator capaian kompetensi ini reliabel karena nilai Alpha Cronbach $> 0,60$ (Sujarweni, 2014). Pernyataan yang valid belum mewakili setiap topik ataupun domain, sehingga diperlukan revisi dan pengujian ulang. Setiap butir pernyataan yang tidak valid pada pengujian pertama dilakukan perbaikan dan revisi. Kemudian, dilakukan pengujian kembali yakni uji validitas dan reliabilitas. Data hasil uji validitas dan reliabilitas yang kedua dapat dilihat pada data Lampiran 3. Berikut ini merupakan data rekapitulasi hasil uji yang kedua:

Tabel 3. 7 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Kedua Instrumen Aksi Siswa Indikator Tindakan

Domain	No. Butir	Masa Lalu	Masa Kini	Masa Depan	Keterangan
Kognitif	1	0,898	0,335	0,28	Revisi
		Tidak Valid	Tidak Valid	Tidak Valid	
	2	0,876	0,07	0,022	Revisi
		Tidak Valid	Valid	Valid	
	3	0,370 Tidak Valid	0,035 Valid	0,019 Valid	Revisi
	4	0,164 Tidak Valid	0,036 Valid	0,002 Valid	Revisi
	5	0,010 Valid	0,092 Valid	0,009 Valid	bisa digunakan
	6	0,038 Valid	0,030 Valid	0,034 Valid	bisa digunakan
	7	0,160 Tidak Valid	0,166 Tidak Valid	0,000 Valid	Revisi
	8	0,039 Valid	0,074 Valid	0,020 Valid	bisa digunakan
	9	0,003 Valid	0,030 Valid	0,000 Valid	bisa digunakan
	10	0,271 Tidak Valid	0,039 Valid	0,010 Valid	Revisi
Sosio-Emosional	11	0,022 Valid	0,121 Tidak Valid	0,822 Tidak Valid	Revisi
	12	0,118 Tidak Valid	0,139 Tidak Valid	0,246 Tidak Valid	Revisi

Domain	No. Butir	Masa Lalu	Masa Kini	Masa Depan	Keterangan
	13	0,036 Valid	0,234 Tidak Valid	0,370 Tidak Valid	Revisi
	14	0,157 Tidak Valid	0,039 Valid	0,152 Tidak Valid	Revisi
	15	0,536 Tidak Valid	0,565 Tidak Valid	0,499 Tidak Valid	Revisi
	16	0,037 Valid	0,013 Valid	0,008 Valid	bisa digunakan
	17	0,045 Valid	0,060 Valid	0,000 Valid	bisa digunakan
	18	0,005 Valid	0,027 Valid	0,001 Valid	bisa digunakan
	19	0,104 Tidak Valid	0,182 Tidak Valid	0,064 Valid	Revisi
	20	0,629 Tidak Valid	0,123 Tidak Valid	0,051 Valid	Revisi
	21	0,064 Valid	0,605 Tidak Valid	0,026 Valid	Revisi
	22	0,656 Tidak Valid	0,245 Tidak Valid	0,127 Tidak Valid	Revisi
Perilaku	23	0,632 Tidak Valid	0,086 Valid	0,010 Valid	Revisi
	24	0,461 Tidak Valid	0,266 Tidak Valid	0,155 Tidak Valid	Revisi
	25	0,043 Valid	0,516 Tidak Valid	0,583 Tidak Valid	Revisi
	26	0,106 Tidak Valid	0,113 Tidak Valid	0,163 Tidak Valid	Revisi
	27	0,188 Tidak Valid	0,946 Tidak Valid	0,313 Tidak Valid	Revisi
	28	0,01	0,070 Valid	0,159 Tidak Valid	Revisi
		Valid			
	29	0,002	0,018 Valid	0,010 Valid	bisa digunakan

Domain	No. Butir	Masa Lalu	Masa Kini	Masa Depan	Keterangan
		Valid			
	30	0,014	0,013	0	bisa digunakan
		Valid	Valid	Valid	
	31	0,067	0,171 Tidak Valid	0,103 Tidak Valid	Revisi
		Valid			
Reabilitas		0,866	0,901	0,925	Reliabel

Keterangan:

	:	Penggunaan air
	:	Kualitas air dan sanitasi
	:	Pengelolaan air

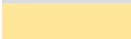
Sedangkan, data hasil rekapitulasi uji validitas dan uji reliabilitas instrumen aksi siswa indikator capaian kompetensi siswa dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Kedua Instrumen Aksi Siswa Indikator Capaian Kompetensi

Domain	Nomor	Hasil	Keterangan
Kognitif	1	0,009 Valid	bisa digunakan
	2	0,715 Tidak Valid	Tidak di gunakan
	3	0,001 Valid	bisa digunakan
	4	0,009 Valid	bisa digunakan
	5	0,025 Valid	bisa digunakan
Sosio-Emosional	6	0,217 Tidak Valid	Tidak di gunakan
	7	0,108 Tidak Valid	Tidak digunakan
	8	0,020 Valid	bisa digunakan
	9	0,020 Valid	bisa digunakan

Domain	Nomor	Hasil	Keterangan
	10	0.055 Valid	bisa digunakan
Perilaku	11	0,360 Tidak Valid	Tidak di gunakan
	12	0,009 Valid	bisa digunakan
	13	0,082 Tidak Valid	Tidak di gunakan
	14	0,845	Tidak di gunakan
		Tidak Valid	
	15	0,013 Valid	bisa digunakan
Reliabilitas		0,809	Reliabel

Keterangan:

	: Penggunaan air
	: Kualitas air dan sanitasi
	: Pengelolaan air

Berdasarkan hasil pengujian kedua, instrumen aksi indikator tindakan dan indikator capaian kompetensi dikatakan reliabel karena nilai Alpha Cronbach $> 0,60$ (Sujarweni, 2014). Sedangkan, hasil uji validitas pada indikator tindakan terdapat sebanyak 9 pernyataan yang valid dan pada indikator capaian kompetensi terdapat sebanyak 9 pernyataan. Pada indikator capaian kompetensi, jumlah dan pengujian pertama dan kedua telah mewakili di setiap domain dan topik yang pilih, sehingga untuk pernyataan yang tidak valid dalam pengujian kedua ini direduksi atau tidak digunakan. Pada indikator tindakan, jumlah dari hasil pengujian pertama dan kedua masih belum mewakili baik domain maupun topik, sehingga dilakukan perbaikan atau revisi. Kemudian hasil revisi dilakukan pengujian ketiga. Berikut merupakan data rekapitulasi hasil uji yang ketiga:

Tabel 3. 9 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Ketiga Instrumen Aksi Siswa Indikator Tindakan

Domain	Nomor	Jenis	Masa Lalu	Masa Kini	Masa Depan	KET
Kognitif	1	+	0,055 Valid	0,008 Valid	0,001 Valid	Bisa digunakan
	2	-	0,887 Tidak Valid	0,897 Tidak Valid	0,545 Tidak Valid	Tidak Digunakan
	3	+	0,055 Valid	0,008 Valid	0,012 Valid	Bisa digunakan
	4	+	0,000 Valid	0,002 Valid	0,001 Valid	Bisa digunakan
	5	+	0,168 Tidak Valid	0,050 Valid	0,006 Valid	Revisi
	6	+	0,267 Tidak Valid	0,117 Tidak Valid	0,007 Valid	Tidak Digunakan
Sosio-Emosional	7	+	0,005 Valid	0,002 Valid	0,000 Valid	Bisa digunakan
	8	-	0,080 Tidak Valid	0,007 Valid	0,169 Tidak Valid	Tidak Digunakan
	9	+	0,021 Valid	0,010 Valid	0,012 Valid	Bisa digunakan
	10	+	0,364 Tidak Valid	0,008 Valid	0,012 Valid	Revisi
	11	+	0,018 Valid	0,291 Tidak Valid	0,001 Valid	Revisi
	12	-	0,452 Tidak Valid	0,193 Tidak Valid	0,350 Tidak Valid	Tidak Digunakan
	13	+	0,040 Valid	0,015 Valid	0,003 Valid	Bisa digunakan
	14	+	0,033 Valid	0,068 Tidak Valid	0,006 Valid	Revisi
	15	+	0,021 Valid	0,008 Valid	0,001 Valid	Bisa digunakan
Perilaku	16	+	0,640 Tidak Valid	0,357 Tidak Valid	0,267 Tidak Valid	Tidak Digunakan
	17	+	0,954 Tidak Valid	0,186 Tidak Valid	0,205 Tidak Valid	Tidak Digunakan

Domain	Nomor	Jenis	Masa Lalu	Masa Kini	Masa Depan	KET
	18	+	0,076 Valid	0,060 Valid	0,319 Tidak Valid	Revisi
	19	+	0,407 Tidak Valid	0,020 Valid	0,002 Valid	Revisi
	20	+	0,034 Valid	0,008 Valid	0,005 Valid	Bisa digunakan
	21	+	0,023 Valid	0,102 Tidak Valid	0,002 Valid	Revisi
	22	+	0,565 Tidak Valid	0,109 Tidak Valid	0,006 Tidak Valid	Tidak Digunakan
Reabilitas			0,744	0,817	0,894	Reliabel

Keterangan:

	:	Penggunaan air
	:	Kualitas air dan sanitasi
	:	Pengelolaan air

Berdasarkan hasil pengujian ketiga, hasil uji validitas pada indikator tindakan terdapat sebanyak 8 pernyataan yang valid. Setelah pengujian pertama hingga ketigai pernyataan sudah mewakili setiap doain dan topik yang dipilih. Instrumen yang tidak valid beberapa ada yang direvisi dan digunakan, kemudian yang lainnya tidak digunakan atau direduksi. Pada pengujian reabilitas, dikatakan reliabel karena nilai Alpha Cronbach > 0,60 (Sujarweni, 2014). Setelah pengujian sebanyak tiga kali instrumen aksi terkait clean water and sanitation memiliki total pernyataan pada indikator tindakan sebanyak 28 pernyataan dan pada indikator capaian kompetensi pun sebanyak 25 pernyataan. Berikut pemetaan instrumen yang digunakan:

Tabel 3. 10 Kisi-kisi Instrumen Aksi Siswa terkait Clean Water and Sanitation Setelah Uji Validitas dan Reliabilitas

No .	Indikator	Definisi Indikator	Topik ESD Learning Goals SDGs 6	Nomor Pernyataan	Jumlah
1	Tindakan masa lalu, tindakan masa	Tindakan masa lalu tindakan masa sekarang, dan tindakan masa depan	Penggunaan Air	1, 2, 9,10,11,12,13,22,23,	9
			Kualitas Air dan Sanitasi	3,4,5,6,14,15,16,17,18,24,25,26	12

Shiva Aulia Sari, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK FILTER AIR LIMBAH DETERGEN BERBASIS STEM-ESD TERKAIT *CLEAN WATER AND SANITATION* TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA SMA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	sekarang, dan tindakan masa depan	terkait penggunaan air bersih, sanitasi yang layak, serta upaya pengelolaan air limbah.	Pengelolaan Air	7,8,19,20,21,27, 28	7
2	Capaian Kompetensi i	Capaian terkait kompetensi pengetahuan, keterampilan, serta sikap terkait aksi penggunaan air bersih, sanitasi yang layak, serta upaya pengelolaan air limbah.	Penggunaan Air	1,2,3,9,10,18,19, 20	8
			Kualitas Air dan Sanitasi	4,5,11,12,13.21,2 2,23	8
			Pengelolaan Air	6,7,8,14,15,16,17 ,24,25	9
Jumlah Butir Penomoran					53

Butir instrumen kuesioner secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5. Berikut ini beberapa contoh soal instrumen aksi terkait clean water and sanitation pada masing-masing topik yang disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Contoh Pernyataan Instrumen Aksi terkait *Clean Water and Sanitation*

Topik	Pernyataan
Penggunaan air bersih	Saya mengetahui menggunakan air secara berlebihan merupakan pemborosan air
Kualitas air dan sanitasi	Saya mengetahui zat kimia limbah detergen dapat mencemari sumber air bersih
Pengelolaan air	Saya menggunakan kembali air yang sudah saya filtrasi menggunakan filter limbah detergen

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari tahap persiapan hingga tahap penarikan kesimpulan. Adapun penjelasan untuk setiap tahapannya adalah sebagai berikut:

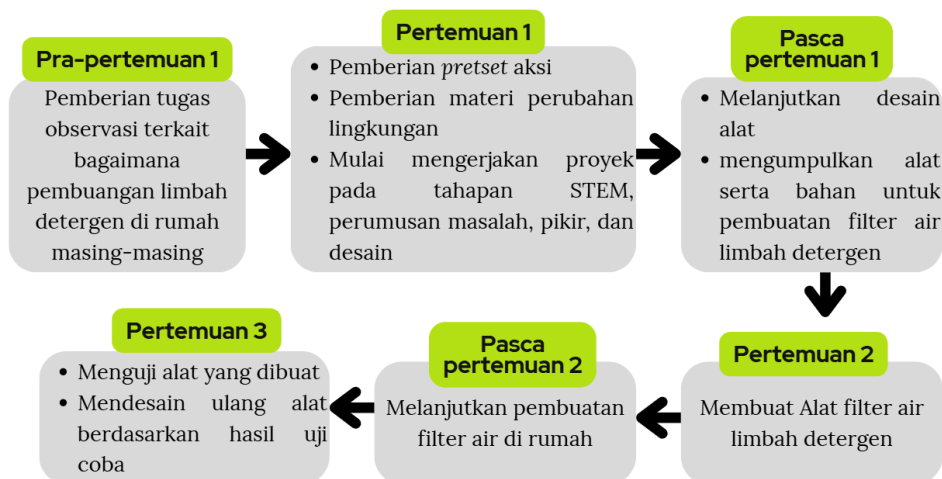
3.5.1 Persiapan

Pada tahap persiapan yaitu tahap menyiapkan segala keperluan untuk kegiatan penelitian yang dilaksanakan. Tahap persiapan ini meliputi penyusunan instrumen penelitian, pengujian instrumen penelitian, penyusunan perangkat pembelajaran, hingga persiapan administratif. Adapun rincian lebih jelasnya sebagai berikut:

1. Penyusunan instrumen penelitian yang digunakan yaitu instrumen kreativitas siswa dan instrumen aksi siswa terkait clean water and sanitation.
2. Penilaian (judgement) instrumen penelitian oleh dosen pembimbing, kemudian merevisi instrumen penelitian hasil judgement.
3. Pengujian instrumen penelitian yaitu dilakukan uji keterbacaan, uji validitas, dan uji reliabilitas.
4. Penyusunan perangkat pembelajaran, seperti rancangan pembelajaran (modul ajar), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta media pembelajaran yang berisi stimulus untuk menarik siswa berpikir.
5. Penyusunan administrasi perizinan untuk sekolah yang dijadikan tempat penelitian.

3.5.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yakni ketika pelaksanaan penelitian berlangsung. Pengumpulan data aksi dilakukan menggunakan *pretest posttest* kuesioner aksi terkait SDGs *clean water and sanitation*. *pretest* yakni sebelum pembelajaran dimulai, sedangkan pelaksanaan *posttest* yaitu setelah perlakuan pembelajaran proyek STEM-ESD diberikan. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan pada tiga pertemuan yang telah disesuaikan dengan jadwal pembelajaran di sekolah. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan untuk melihat bagaimana keterampilan rekayasa siswa selama membuat proyek filter air limbah detergen. Alur pembelajaran dapat dilihat pada gambar 3.1. Proses pelaksanaan pembelajaran secara lengkap dapat dilihat pada modul ajar di Lampiran 6. Selain itu, LKPD yang digunakan pun dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 7. Setelah selesai pembelajaran, LKPD yang diisi oleh siswa dinilai menggunakan rubrik nilai keterampilan rekayasa. Nilai yang diperoleh merupakan data keterampilan rekayasa siswa.



Gambar 3. 1 Alur Pembelajaran

3.5.3 Pengolahan Data

Analisis data yang dilakukan yakni dengan kategorisasi nilai. Uraian lebih lengkap mengenai pengujian data dijelaskan pada subjudul analisis data.

3.5.4 Penginterpretasian, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan

Data yang diperoleh dilakukan analisis, kemudian diinterpretasi untuk dimaknai serta dibandingkan dengan teori-teori yang ada serta dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya, hasil data tersebut dibahas, hingga akhirnya bisa ditarik kesimpulan untuk mendapatkan intisari penelitian.

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini diperoleh data kuantitatif yang dibahas berdasarkan instrumen dan indikator setiap variabel yang telah disusun. Terdapat dua data yang diperoleh yakni data nilai proses keterampilan rekayasa yang didapatkan melalui penilaian LKPD dengan skor penilaian 1-4 serta data nilai aksi yang dikumpulkan melalui kuesioner dengan skala Likert 4 poin. Hasil dari perolehan nilai keterampilan rekayasa dianalisis melalui kategorisasi nilai kurang, cukup, baik, dan sangat baik sedangkan hasil dari perolehan nilai keterampilan rekayasa dianalisis melalui kategorisasi skor N-Gain rendah, sedang dan tinggi.

3.6.1 Analisis Data Keterampilan Rekayasa Siswa

Analisis data yang dilakukan yaitu pada nilai LKPD yang dikerjakan oleh setiap kelompok. Penilaian dilakukan berdasarkan rubrik penilaian keterampilan rekayasa. Berdasarkan rubrik penilaian, skor tertinggi yang diterima siswa yaitu 4 poin, sedangkan yang terendah yaitu 1 poin. Data skor tersebut nantinya dijumlahkan dan diubah menjadi nilai berdasarkan aspek keterampilan rekayasa. Kemudian, data keterampilan rekayasa tersebut dianalisis secara deskriptif. Langkah pertama yaitu mengubah skor menjadi nilai dengan skala 100, kemudian dihitung nilai rata-rata pada setiap kelompok belajar siswa, pada setiap fase keterampilan rekayasa, serta dihitung pula nilai keterampilan rekayasa secara keseluruhan, setelah itu nilai yang diperoleh dikategorisasikan. Nilai dikategorisasi dengan 4 kategori, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang (Purwanto, 2008). Selanjutnya, data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 3. 12 kategorisasi nilai menurut Purwanto (2008)

No.	Rentang Nilai	Kategori
1.	86-100	Sangat baik
2.	76-85	Baik
3.	60-75	Cukup
4.	<59	Kurang

3.6.2 Analisis Data Aksi Siswa

Perolehan data aksi siswa dari hasil kuesioner pretest dan posttest aksi siswa terkait *clean water and sanitation* dianalisis dengan melakukan penskoran terlebih dahulu. Jumlah pernyataan pada kuesioner tersebut yaitu sebanyak 53 pernyataan. Setiap pernyataan memiliki skor tertinggi sebesar 4 poin dan skor terendah 1 poin yang disesuaikan pula dengan jenis pernyataan positif atau negatif. Skor total maksimal yang diperoleh siswa terdiri dari dua kategori yakni skor indikator tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan dengan total skor masing masing 112 serta pada indikator capaian kompetensi dengan total skor 100 pula. Total skor setiap individu siswa diubah menjadi nilai, tetapi dalam skala 4. Setelah itu, data dilakukan uji statistik deskriptif untuk mengetahui data umum (informasi umum), seperti rata-rata (mean), standar deviasi, nilai tertinggi, dan nilai terendah.

Selanjutnya, data tersebut di uji menggunakan Uji Gain dan dilakukan kategorisasi N-Gain untuk melihat peningkatan aksi siswa secara individu sebelum dan sesudah pembelajaran proyek STEM-ESD.

Uji gain dan N-gain digunakan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan hasil belajar siswa setelah diberikan suatu perlakuan atau intervensi pembelajaran. Uji gain menghitung selisih langsung antara skor posttest dan pretest tanpa mempertimbangkan potensi peningkatan maksimum yang dapat dicapai, sehingga hasilnya hanya menunjukkan nilai peningkatan mentah. Sementara itu, uji N-gain atau normalized gain menghitung peningkatan hasil belajar secara proporsional dengan membandingkan selisih skor posttest dan pretest terhadap selisih antara skor maksimum dan skor pretest. Rumus yang digunakan dalam menghitung Gain (Hake, 2002):

$$\text{Gain} = \text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}$$

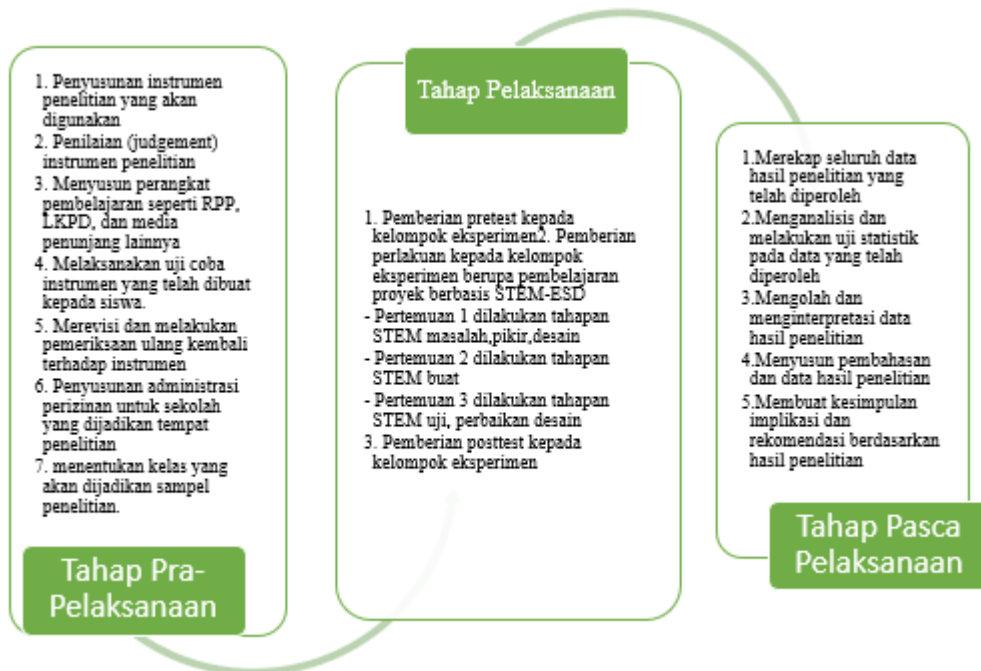
Adapun rumus N-Gain dan kriteria nilai N-gain (Hake,2002):

$$g = \frac{\text{Posttest} - \text{pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{pretest}}$$

Rentang Skor N-Gain	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

3.7 Alur Penelitian

Berikut diagram alir penelitian yang akan dilaksanakan:



Gambar 3. 2 Alur Penelitian