

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Desain Penelitian

Desain dari penelitian ini ialah *multiple-group time series design* yang merupakan salah satu jenis desain dari metode *quasi experimental* (Wiersma, 1991). Dalam desain penelitian ini terdapat dua grup yang diobservasi yaitu satu grup yang merupakan kelas eksperimen dengan pembelajaran berbasis STEM dan satu grup lainnya ialah kelas kontrol dengan tanpa perlakuan STEM. Dalam desain ini digunakan lembar kerja proyek untuk mengukur keefektifan pembelajaran STEM terhadap keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity*, sehingga penggunaannya diasumsikan sebagai pengaruh atas pembelajaran yang diterapkan. Proses pembelajaran di kelas STEM maupun non-STEM yaitu dilakukan dua kali pengerjaan proyek dengan tema penanaman tanaman hias dengan dua topik (fase) yang berbeda, pembelajaran topik pertama yaitu pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman hias dan pembelajaran topik kedua yaitu media tanam. Berikut adalah desain penelitian *multiple-group time series design*.

Tabel 3.1 Desain Penelitian

Kelompok	Pra	Treatment	Topik 1	Treatment	Topik 2
A	O	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
B	O	-	O <sub>1</sub>	-	O <sub>2</sub>

Keterangan:

- Kelompok A : STEM (eksperimen)
- Kelompok B : Non-STEM (kontrol)
- O : Proyek awal siswa
- X<sub>1</sub> : Perlakuan (*treatment*) berupa pembelajaran berbasis STEM dengan membuat proyek membuat alat penambah cahaya tanaman hias
- O<sub>1</sub> : Penilaian dari LKS terhadap keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa pada proyek 1
- X<sub>2</sub> : Perlakuan (*treatment*) berupa pembelajaran berbasis STEM dengan membuat proyek media tanam
- O<sub>2</sub> : Penilaian dari LKS keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa pada proyek 2

Dengan desain penelitian ini dapat diketahui kondisi awal keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa melalui proyek awal siswa. selanjutnya keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa dapat diketahui dari pembuatan proyek pada pembelajaran topik pertama yaitu membuat proyek alat untuk membantu penanaman tanaman hias dan pembelajaran topik kedua yaitu membuat proyek media tanam, sehingga data tersebut dapat dibandingkan dan akhirnya dapat diketahui pengaruh dari perlakuan pembelajaran berbasis STEM yang dilakukan terhadap keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity*. Data yang didapatkan data dari kedua variabel tersebut akan dibandingkan antara kelas STEM (kelas eksperimen) dengan kelas non-STEM (kelas kontrol), sehingga penarikan kesimpulan dari adanya pengaruh pembelajaran STEM dapat lebih terpercaya.

## **B. Partisipan**

Subjek dalam penelitian ini melibatkan siswa SMK kelas XI pada salah satu SMK PPN Lembang. Selain itu, guru mata pelajaran juga terlibat dalam penelitian ini untuk membiasakan pembelajaran berbasis Pembelajaran STEM di kelas ini. Jumlah kelas yang dipakai untuk penelitian yaitu dua kelas. Teknik *Sampling* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* ini bertujuan untuk mengungkap tentang kemampuan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* kelas XI SMK dalam pembelajaran yang berbasis Pembelajaran STEM. Siswa SMK sebenarnya akan terbiasa dan terampil dalam membuat proyek tetapi belum terstruktur, alasan tersebut yang menjadi landasan menggunakan *purposive sampling* dalam penelitian.

## **C. Definisi Operasional**

### **1. Pembelajaran berbasis STEM**

Proses pembelajaran yang diintegrasikan dengan salah satu atau beberapa disiplin ilmu *science, technology, engineering, dan mathematic* secara interdisipliner dan aplikatif dalam kehidupan nyata. Pembelajaran diawali dengan pendahuluan pembelajaran dimana siswa dibimbing memecahkan permasalahan

yang ditinjau dari berbagai sudut pandang (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika). Pembelajaran dilanjutkan dengan pengerjaan proyek pembuatan produk untuk menciptakan kondisi lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan tanaman, siswa dibimbing untuk melakukan tahapan pikir, desain, buat, dan uji (PDBU) yang merupakan aktivitas *engineering design process* (EDP).

## 2. Keterampilan Rekayasa

Keterampilan siswa dalam mengefisienkan proses pembuatan serta kualitas suatu produk. Keterampilan rekayasa dinilai secara berkelompok diaring melalui lembar kerja proyek, video, dan hasil observasi peneliti dalam proses pengerjaan proyek yang mengacu pada rubrik keterampilan rekayasa (*informed design learning and teaching matrix*) dari Crismond dan Adams (2012). Keterampilan rekayasa siswa dinilai secara kelompok dan ada 9 indikator yang dinilai yaitu memahami masalah, membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah, menghasilkan gagasan, menggambarkan gagasan, mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan, melakukan eksperimen, melakukan bagian yang bermasalah dalam proses yang dilakukan, memperbaiki pembuatan produk, dan merefleksikan proses. Keterampilan rekayasa siswa dinilai dari lembar kerja siswa (LKS) dan dibandingkan antara kelas STEM dan non-STEM pada saat pengerjaan proyek pertama dan pengerjaan proyek kedua.

## 3. Kemampuan *Engineering Productivity*

Kemampuan *Engineering Productivity* dalam mengefesiensikan pengerjaan suatu proyek terkait efisiensi waktu, pemilihan bahan yang tepat dan memperkirakan rencana anggaran biaya (RAB) secara cermat untuk menyelesaikan suatu proyek. Kemampuan *engineering productivity* siswa dinilai secara kelompok dan ada empat indikator yang dinilai yaitu merancang RAB sesuai dengan keperluan, menghitung pengeluaran uang sesuai dengan keperluan, merencanakan pekerjaan dengan menentukan syarat bahan dan prediksi aktivitas kerja, dan menghitung efisiensi waktu yang diperlukan dalam pengerjaan suatu proyek. Kemampuan *engineering* siswa dinilai dari lembar kerja siswa (LKS) pada saat pengerjaan proyek pertama dan pengerjaan proyek kedua yang dibandingkan antara kelas STEM dan non-STEM.

## D. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah rubrik keterampilan rekayasa dan rubrik kemampuan *engineering productivity*. Berikut pemaparan instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini secara rinci.

### 1. Rubrik Penilaian Keterampilan Rekayasa

Instrumen rubrik penilaian ini bertujuan untuk mengukur keterampilan rekayasa siswa berdasarkan komponen dalam *engineering design process* menurut English dan King (2015) yang mencakup *problem scoping* (menemukan masalah), *idea generation* (menghasilkan ide), *design and construct* (menggambarkan desain ide dan mengkonkretkannya dalam sebuah model), *design evaluation* (mengevaluasi desain), dan *redesign* (mendesain ulang). Rubrik penilaian keterampilan rekayasa ini berupa penilaian berskala 1-4 dengan empat aktivitas *engineering design process* (EDP) yaitu Pikir, Desain, Buat, dan Uji (PDBU) yang dijabarkan dalam sembilan indikator keterampilan rekayasa sebagai berikut.

Tabel 3.2. Indikator Keterampilan Rekayasa

Aktivitas EDP	Indikator Keterampilan Rekayasa
Pikir ( <i>think</i> )	Memahami masalah
	Membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah
Desain ( <i>design</i> )	Menghasilkan gagasan
	Menggambarkan gagasan
	Mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan
Buat ( <i>create</i> )	Melakukan eksperimen
Uji ( <i>test</i> )	Melakukan bagian yang bermasalah dalam proses yang dilakukan
	Memperbaiki pembuatan produk
	Merefleksikan proses

Keterampilan rekayasa siswa pada setiap indikator dikelompokkan dalam empat kategori sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kategori Keterampilan Rekayasa

Skor	Kategori
1	Tingkat pemula ( <i>beginning designer</i> )

2	Tingkat tumbuh ( <i>emerged designer</i> )
3	Tingkat berkembang ( <i>developing designer</i> )
4	Tingkat lanjut ( <i>informed designer</i> )

Keterampilan rekayasa siswa secara berkelompok dinilai berdasarkan sembilan indikator keterampilan rekayasa menurut Crismond dan Adams (2012). Adapun rubrik penilaian keterampilan rekayasa dapat dilihat pada lampiran.

## 2. Lembar Penilaian Kemampuan *Engineering Productivity*

Lembar penilaian kemampuan *Engineering Productivity* merupakan instrument yang digunakan untuk menilai kemampuan siswa dalam *Engineering Productivity* selama proses pengerjaan proyek. Posisi peneliti sebagai observer yang melihat kegiatan apa saja yang terjadi selama kegiatan pembelajaran. Untuk menentukan penilaian, maka penelitian merancang indikator yang dapat dilihat di bawah ini. Adapun rubrik penilaian Kemampuan *Engineering Productivity* dapat dilihat pada Lampiran halaman 158.

Tabel 3.4 Aspek Kemampuan *Engineering Productivity*

No	Aspek <i>Engineering Productivity</i>	Indikator
1	Membuat perkiraan biaya atau RAB	Partisipan merancang RAB sesuai dengan keperluan.
		Partisipan menghitung pengeluaran uang sesuai dengan keperluan.
2	Membuat rencana kerja	Partisipan merencanakan pekerjaan dengan menentukan syarat bahan dan prediksi aktivitas kerja.
3	Membuat estimasi waktu	Partisipan menghitung efisiensi waktu yang diperlukan dalam pengerjaan suatu proyek.

## E. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai langkah awal dari analisis data. Adapun teknik pengumpulan data sebagai berikut.

Tabel 3.5 Teknik Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Teknik pengumpulan data	Alat Bantu Pengumpul Data	Tujuan Instrumen	Waktu pengumpulan data
1	Keterampilan rekayasa siswa	Metode observasi	Rubrik penilaian keterampilan rekayasa	Mendeskripsikan dan menganalisis keterampilan rekayasa siswa selama pembelajaran STEM	Selama pengerjaan proyek dalam kegiatan pembelajaran
2	Kemampuan <i>engineering productivity</i>	Metode observasi	Rubrik penilaian <i>Engineering Productivity</i>	Mendeskripsikan kemampuan <i>engineering productivity</i> selama pembelajaran STEM	Selama pengerjaan proyek dalam kegiatan pembelajaran

## F. Teknik Analisis Data

### 1. Data hasil observasi keterampilan rekayasa

Keterampilan rekayasa siswa dianalisis berdasarkan data hasil observasi selama proses pengerjaan proyek (rekayasa) yang mencakup aktivitas *engineering design process* yaitu Pikir, Desain, Buat, dan Uji (PDBU). Hal ini dilakukan untuk melihat perkembangan keterampilan rekayasa siswa di setiap kelompok pada setiap indikator keterampilan rekayasa dari pembelajaran topik pertama ke pembelajaran topik kedua. Observasi keterampilan rekayasa siswa dilakukan dengan bantuan rubrik keterampilan rekayasa sebagai acuan penilaian. Keterampilan rekayasa siswa (pengelompokan tingkat pemula, tingkat tumbuh, tingkat berkembang, dan tingkat lanjut) dianalisis dengan melakukan perhitungan dan perbandingan persentase tingkat keterampilan rekayasa pada setiap indikator di kelas STEM dan non-STEM. Sementara itu, perkembangan keterampilan rekayasa siswa pada setiap indikator dianalisis dengan menggunakan diagram yang menunjukkan tingkat

keterampilan rekayasa siswa pada pembelajaran topik pertama dan pembelajaran topik kedua di kedua kelas penelitian.

## 2. Data hasil kemampuan *engineering productivity*

Kemampuan *engineering productivity* siswa dianalisis berdasarkan data hasil observasi selama proses pengerjaan proyek (rekayasa). Hal ini dilakukan untuk melihat perkembangan keterampilan rekayasa siswa di setiap kelompok pada setiap indikator kemampuan *engineering productivity*. Observasi kemampuan *engineering productivity* siswa dilakukan dengan bantuan rubrik kemampuan *engineering productivity* sebagai acuan penilaian.

Dalam melakukan analisis data keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa pada kelas STEM dan non-STEM dilakukan pengolahan data statistik. Pengolahan data statistik dilakukan dengan menggunakan *software SPSS versi 25*. Adapun pengolahan data statistik yang dilakukan melalui beberapa uji sebagai berikut.

### a) Uji normalitas

Uji ini bertujuan untuk menilai keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa pada kelas STEM dan non-STEM berdistribusi normal atau tidak (Sudjana, 2005).

### b) Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menilai apakah data nilai keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa pada kelas STEM dan non-STEM bersifat homogen atau tidak (Sudjana, 2005).

### c) Uji dua rerata (uji beda)

Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dua kelompok data yang independen, dalam penelitian ini data kelas STEM dan non-STEM

## G. Prosedur Penelitian

### 1. Tahap Persiapan

Penelitian ini diawali dengan tahap persiapan dengan mengidentifikasi masalah yang akan diteliti. Tahap persiapan ini dibagi menjadi dua tahapan umum,

yaitu studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur ini dilakukan dengan melakukan kajian pada jurnal-jurnal penelitian setema. Hal tersebut bertujuan untuk memperoleh gambaran pengembangan variabel dalam penelitian yang telah dilakukan.

Selanjutnya dilakukan studi lapangan dengan survey ke guru di sekolah menengah kejuruan di Lembang yang bersedia untuk menjadi partisipan dalam penelitian ini. Kegiatan survey guru dilakukan untuk mengetahui populasi dan sampel penelitian, memperoleh informasi tentang materi yang akan dibahas di kelas, menyesuaikan waktu pengambilan data penelitian dengan materi yang disampaikan sesuai program semester. Setelah kegiatan survey guru, guru mendapatkan pelatihan tentang cara dan strategi untuk membiasakan pembelajaran STEM di kelas. Selanjutnya, guru menyusun rancangan kegiatan pembelajaran yang membiasakan dengan pembelajaran STEM.

Dengan tahapan persiapan dan melakukan kajian teoritis, ditentukan jenis data yang diperlukan dalam menjawab rumusan masalah yang diajukan. Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui informasi yang berasal dari lembar kerja siswa (LKS), angket penilaian produk. Selanjutnya, disusun instrument yang meliputi lembar kerja siswa yang disusun akan melihat bagaimana kinerja siswa dalam melakukan perancangan suatu produk yang akan dibuat.

## **2. Tahap Pelaksanaan**

Pada tahap pelaksanaan, siswa yang hadir diberikan permasalahan untuk dipecahkan berupa pembuatan suatu produk. Pada pertemuan pertama dengan waktu belajar selama 2x45 menit siswa diberikan pembiasaan pembelajaran yang berbasis STEM dengan metode pengenalan materi, tanya jawab, dan membuat suatu rancangan produk selama 2x45 menit. Pada pertemuan berikutnya, siswa diberikan pembiasaan pembelajaran berbasis STEM dengan metode membuat suatu rancangan produk berkelompok dan membuat produk selama 2x45 menit. Ketika siswa akan merancang dan membuat suatu produk, siswa dibagi ke dalam 4 kelompok homogen antara siswa laki-laki dan perempuan. Perbedaan kegiatan

pembelajaran yang dilakukan di kelas eksperimen dengan kelas kontrol disajikan secara lebih rinci pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perbedaan Kegiatan Pembelajaran di Kelas Eksperimen dengan Kelas Kontrol

Kelas eksperimen	Kelas kontrol
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing siswa untuk menganalisis kasus permasalahan pertumbuhan tanaman krisan. Analisis dilakukan untuk menggali penyebab bunga krisan tidak tumbuh dengan maksimal di lingkungan sekolah.</li> <li>2. Siswa menganalisis kasus yang berikan guru untuk menggali penyebab bunga krisan tidak tumbuh dengan maksimal di lingkungan sekolah dan cara menanggulangi masalah tersebut.</li> <li>3. Guru memberikan LKS dan menugaskan siswa untuk berdiskusi dengan kelompoknya mengisi LKS pada bagian pikir dan desain. Guru menjelaskan bahwa setiap kelompok diharuskan untuk merancang terlebih dahulu pembuatan sebuah produk penambah cahaya tambahan untuk membantu proses pertumbuhan bunga krisan.</li> <li>4. Siswa berdiskusi dengan kelompoknya untuk mengisi LKS yang telah diberikan guru. Siswa untuk mengisi LKS, siswa diberikan kesempatan untuk melakukan pengamatan, diskusi kelompok, bertanya, atau melakukan studi literatur.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing siswa untuk menganalisis kasus permasalahan pertumbuhan tanaman krisan. Analisis dilakukan untuk menggali penyebab bunga krisan tidak tumbuh dengan maksimal di lingkungan sekolah.</li> <li>2. Siswa menganalisis kasus yang berikan guru untuk menggali penyebab bunga krisan tidak tumbuh dengan maksimal di lingkungan sekolah dan cara menanggulangi masalah tersebut.</li> <li>3. Guru memberikan LKS dan menugaskan siswa untuk berdiskusi dengan kelompoknya mengisi LKS</li> <li>4. Siswa berdiskusi dengan kelompoknya untuk mengisi LKS yang telah diberikan guru. Siswa untuk mengisi LKS, siswa diberikan kesempatan untuk melakukan pengamatan, diskusi kelompok, bertanya, atau melakukan studi literatur.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Siswa diarahkan untuk membuat dan merancang produk alat penambah cahaya untuk pertumbuhan tanaman krisan.</li> <li>6. Guru membimbing siswa untuk melakukan aktivitas keterampilan rekayasa dalam pembuatan produk alat penambah cahaya untuk pertumbuhan tanaman krisan serta pengujian alatnya.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Siswa diarahkan untuk merancang dan membuat produk alat penambah cahaya untuk pertumbuhan tanaman krisan.</li> <li>6. Siswa secara berkelompok membuat produk alat penambah cahaya untuk pertumbuhan tanaman krisan</li> </ol>

Kelas eksperimen	Kelas kontrol
7. Siswa secara berkelompok melakukan kegiatan merancang dan membuat alat penambah cahaya untuk pertumbuhan tanaman krisan sebagai bagian dari aktivitas keterampilan rekayasa yang terdiri dari tahap Pikir, Desain, Buat, Uji.	berdasarkan rancangan yang telah dibuatnya 7. Siswa dibimbing untuk mengevaluasi desain dan produk yang telah dibuat
- Tahap pertama yaitu pikir: Siswa akan mendefinisikan masalah, mengidentifikasi kriteria-kriteria yang harus dipenuhi untuk merakit produk yang baik, mengumpulkan data atau informasi dari berbagai sumber, mengajukan ide yang dapat memecahkan masalah.	
- Tahap kedua yaitu desain: Siswa akan membuat desain dan menganalisis setiap desain yang dibuat berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan, menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan, serta prosedur dalam pembuatan alat tersebut.	
- Tahap ketiga yaitu buat: Siswa mulai merakit produk sesuai dengan desain yang telah dibuat.	
- Tahap keempat yaitu uji: Siswa menguji kualitas produk yang telah dibuat berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Pada tahap uji ini, siswa mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan produk yang dirakit, kemudian siswa dapat kembali melakukan proses pikir-desain-buat-uji sampai produk yang dibuat menjadi lebih baik dan memenuhi kriteria.	
8. Guru membimbing siswa untuk mengevaluasi produk yang telah dibuat, apabila produk yang dibuat belum sesuai dengan tujuan ataupun desain awal, siswa dapat memperbaiki produk yang telah dibuat. 9. Siswa dibimbing untuk mengevaluasi desain dan produk yang telah dibuat, apabila produk yang dibuat belum sesuai	8. Guru membimbing siswa untuk mengevaluasi produk yang telah dibuat, apabila produk yang dibuat belum sesuai dengan tujuan ataupun desain awal, siswa dapat memperbaiki produk yang telah dibuat. 9. Siswa dibimbing untuk mengevaluasi desain dan

Kelas eksperimen	Kelas kontrol
dengan tujuan, siswa dapat mengulang proses pikir, desain, buat dan uji.	produk yang telah dibuat, apabila produk yang dibuat belum sesuai dengan tujuan, siswa dapat mengulang proses pikir, desain, buat dan uji.

### 3. Tahap analisis

Pada tahap analisis, semua data yang diambil selama tahapan pelaksanaan dilakukan pengolahan data. Keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa dianalisis berdasarkan data yang diperoleh melalui pengamatan secara langsung maupun melalui rekaman video selama proses pembelajaran dengan panduan rubrik observasi yang telah disusun. Keterampilan rekayasa tersebut kemudian dikategorisasikan ke dalam tingkat keterampilan rekayasa yang diadopsi dari penelitian Crismond dan Adams (2012). Langkah-langkah pengolahan data keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa diantaranya yaitu pemberian skor untuk setiap kelompok siswa berdasarkan rubrik keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity*, data yang diperoleh kemudian ditabulasikan kedalam bentuk tabel dan diagram, analisis data dan perbandingan antara keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* pada kelas dengan pembelajaran STEM dan kelas dengan pembelajaran non-STEM

### 4. Penulisan Laporan Penelitian

Tahap terakhir pada penelitian adalah tahap penulisan laporan hasil penelitian berupa tesis. Hasil temuan dan pembahasan akan berada pada bab IV yang akan disusun penulis berdasarkan data primer, data sekunder yang didapatkan selama penelitian yang telah dianalisis dan melakukan pengaitan hasil temuan dengan kajian pustaka yang telah ditulis sebelumnya.