

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen semu (*quasi experiment*). Gambaran peningkatan kemampuan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* diperoleh dengan menggunakan metode eksperimen semu dengan desain *pretest-posttest control group design* (Fraenkel & Wallen, 2012). Pada desain ini kemampuan awal dari kedua kelompok akan diukur terlebih dahulu sebelum diberikannya perlakuan dan *posttest*. Pengukuran dilakukan pada waktu bersamaan pada kedua kelompok tersebut. Pada penelitian ini digunakan dua kelas dengan satu kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas lainnya sebagai kelas kontrol.

Tabel 3.1
Desain Penelitian

<i>Group</i>	<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
<i>Treatment Group</i>	$O_1 . O_2$	X	$O_1 . O_2$
<i>Control Group</i>	$O_1 . O_2$	C	$O_1 . O_2$

Keterangan :

- X : penerapan model pembelajaran saintifik inkuiri berbasis proyek desain *engineering* dengan pendekatan integrasi STEM
- C : penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL)
- O_1 : penguasaan konsep
- O_2 : *technology engineering literacy*

3.2 Subjek Penelitian

Adapun populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII di SMP Negeri 19 Percontohan Kota Banda Aceh. Sampel dalam penelitian ini akan diambil melalui teknik *cluster random sampling* yaitu memilih sampel secara acak berkelompok (Fraenkel, *et al.*, 2012; Sugiyono, 2013). Sampel yang dipilih adalah dua kelas yaitu sebagai kelas kontrol dan kelas eksperimen yang masing-masing kelas terdiri dari 19 orang siswa.

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat, variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menyebabkan munculnya variabel terikat sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2013). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan pendekatan STEM sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* (TEL) siswa.

3.4 Definisi Operasional

Variabel penelitian dalam penelitian ini perlu didefinisikan secara jelas untuk menghindari kesalahan dalam penafsiran, untuk itu diperlukan definisi operasional. Definisi operasional dari variabel penelitian yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah:

1. Penguasaan Konsep

Penguasaan konsep adalah proses berpikir seseorang atau tingkatan kognitif seseorang yang dapat diukur mulai dari tingkatan mengetahui hingga mencipta yang di dalamnya juga mencakup pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif sesuai dengan tingkatan kognitif Taksonomi Bloom Revisi. Pada penelitian ini penguasaan konsep siswa diukur melalui soal pilihan ganda beralasan yang terdiri dari empat belas soal yang sesuai dengan indikator yang ingin dicapai pada kompetensi dasar, soal yang digunakan terdiri dari level C2 (memahami) dan C3 (menerapkan) yang di dalamnya mencakup pengetahuan faktual dan konseptual.

2. *Technology Engineering Literacy* (TEL)

Technology Engineering Literacy (TEL) digambarkan sebagai suatu kemampuan untuk menggunakan, memahami, menguji teknologi, dan memahami prinsip dan strategi teknologi yang dibutuhkan untuk mengembangkan solusi yang mampu menyelesaikan suatu masalah dan mencapai tujuan tertentu. TEL diukur melalui asesmen tes tertulis yang terdiri dari tiga soal uraian dengan masing-masing soal terdiri dari empat sub-soal yang

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

sesuai dengan indikator TEL yang mencakup konten area yaitu *technology & society* dan *design & systems*. Selain itu untuk memperkuat hasil asesmen tes TEL siswa, keterampilan TEL juga diamati melalui asesmen kinerja baik proses maupun produk yaitu mengamati keterampilan proses dan produk yang dimiliki siswa di dalam pembelajaran, asesmen yang dikonstruksi sesuai dengan indikator TEL yang mencakup konten area yaitu *information & communication technology* dan *design & systems*.

3. Pendekatan STEM

Penerapan STEM yang di dalamnya meliputi kegiatan inkuiri ilmiah dan proyek desain *engineering* menggambarkan penerapan suatu pembelajaran IPA yang memfasilitasi siswa untuk memperoleh pembelajaran kontekstual dengan melakukan penyelidikan ilmiah dan proyek desain *engineering* yang mengembangkan prototipe sebagai solusi dari permasalahan dunia nyata yang ditemukan siswa. Hasil dari pembelajaran melalui model inkuiri ilmiah menjadi pedoman bagi pengerjaan proyek desain *engineering*. Kegiatan inkuiri ilmiah terdiri dari beberapa tahapan yaitu orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan, kemudian dilanjutkan dengan proyek desain *engineering* yang terdiri dari tahapan-tahapan proses desain *engineering* dimulai dari mengidentifikasi masalah, bertukar pikiran, mendesain, membangun prototipe, mengevaluasi prototipe, mendesain ulang, dan berbagi solusi.

3.5 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini, data dikumpulkan melalui dua bentuk instrumen penelitian yang digunakan ialah instrumen tes, selain itu juga digunakan instrumen pendukung berupa lembar observasi. Instrumen tes yang digunakan terdapat dua jenis yaitu tes penguasaan konsep dan tes *technology engineering literacy* (TEL).

Tes penguasaan konsep berbentuk soal pilihan ganda beralasan yang terdiri dari empat belas soal, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.2. Tes diberikan sebanyak dua kali yakni di awal dan di akhir pembelajaran. Pada awal

pembelajaran diberikan pretes untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep mengenai topik tekanan pada zat cair di kedua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Postes dilakukan pada akhir pembelajaran. Instrumen tes yang digunakan pada pretes dan postes dengan karakteristik soal dan tingkat kesukaran yang sama. Penyusunan soal tes berpedoman pada kompetensi dasar pada topik tekanan pada zat cair. Berikut ini disajikan kisi-kisi soal penguasaan konsep berdasarkan indikator pada Tabel 3.2 dan berdasarkan aspek penguasaan konsep pada Tabel 3.3

Tabel 3.2
Kisi-Kisi Soal Kemampuan Penguasaan Konsep Berdasarkan Indikator

No.	Indikator	No Soal
1.	Menjelaskan prinsip hukum Pascal	1,2,3,4
2.	Menggunakan prinsip hukum Pascal untuk menyelesaikan masalah	5,6,7,8,9
3.	Memberi contoh prinsip hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari	10,11
4.	Menghubungkan prinsip hukum Pascal pada tekanan darah manusia	12,13,14

Tabel 3.3
Kisi-Kisi Soal Kemampuan Penguasaan Konsep Berdasarkan Aspek Penguasaan Konsep

Dimensi		Proses Kognitif	
		C2	C3
Pengetahuan	Faktual	10,11	-
	Konseptual	1,2,3,4	5,6,7,8,9,12,13,14

Selanjutnya sama halnya dengan tes penguasaan konsep, tes *technology engineering literacy* (TEL) juga diberikan sebanyak dua kali yakni di awal dan di akhir pembelajaran. Tes TEL berupa soal urain yang terdiri dari tiga item dengan masing-masing item soal terdiri dari empat item sub-soal, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.4. Pada awal pembelajaran diberikan pretes untuk mengukur kemampuan TEL mengenai materi hukum Pascal di kedua kelas yaitu

kelas kontrol dan kelas eksperimen. Postes dilakukan pada akhir pembelajaran. Instrumen tes yang digunakan pada pretes dan postes dengan karakteristik soal dan tingkat kesukaran yang sama. Penyusunan soal tes berdasarkan area konten dan praktik TEL (NAEP, 2014) yang disesuaikan dengan materi hukum Pascal. Berikut ini pada Tabel 3.4 disajikan rumusan indikator TEL yang diperoleh dari penjabaran konten area dan target asesmen TEL dan kemudian dirumuskan kisi-kisi soal TEL berdasarkan indikator TEL pada Tabel 3.5.

Tabel 3.4
Rumusan Indikator TEL Berdasarkan Konten Area Dan Target Asesmen TEL Untuk Tes Kemampuan TEL

	Konten Area TEL	
	<i>Technology & Society</i>	<i>Design & Systems</i>
Target Asesmen TEL/Indikator TEL	Mengetahui keberlanjutan & dampak lingkungan dari teknologi <ul style="list-style-type: none"> Memilih teknologi tepat guna untuk memecahkan masalah berdasarkan keuntungan dan kerugian dari sebuah teknologi 	Memahami konsep dalam melakukan penemuan dan inovasi <ul style="list-style-type: none"> Menggunakan konsep hukum pascal pada prototipe
		Mengetahui bagaimana menggunakan alat untuk memenuhi kebutuhan <ul style="list-style-type: none"> Memprediksi kebutuhan dalam membangun prototipe
		Mendesain perangkat atau sistem untuk memenuhi kebutuhan <ul style="list-style-type: none"> Merancang desain prototipe

Tabel 3.5
Kisi-Kisi Tes Kemampuan *Technology Engineering Literacy* (TEL)

No.	Indikator TEL	No Soal
1.	Memilih teknologi tepat guna untuk memecahkan masalah berdasarkan keuntungan dan kerugian dari sebuah teknologi	1a, 2a, 3a
2.	Memprediksi kebutuhan dalam membangun prototipe	1b, 2b, 3b
3.	Merancang desain prototipe	1c, 2c, 3c
4.	Menggunakan konsep hukum Pascal yang digunakan dalam prototipe	1d, 2d, 3d

Untuk mendukung instrumen tes TEL juga digunakan instrumen pendukung berupa lembar observasi yang menilai kinerja TEL siswa baik asesmen proses maupun asesmen produk sesuai dengan rubrik penskoran. Asesmen proses menilai keterampilan siswa selama proses pembelajaran, sedangkan asesmen produk menilai produk yang dihasilkan siswa setelah proses pembelajaran. Kedua asesmen ini mengukur delapan indikator TEL yang dikonstruksi mencakup tiga area konten TEL.

Tabel 3.6
Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Proses TEL Membuat Prototipe Jembatan Hidrolik Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Eksperimen

No.	Keterampilan yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
1.	Mengumpulkan informasi	Mengumpulkan informasi dari beberapa sumber dan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keperluan desain	Mengumpulkan informasi hanya dari satu sumber dan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keperluan desain	Mengumpulkan informasi namun tidak sesuai dengan yang diperlukan untuk keperluan desain
2.	Merancang desain prototipe jembatan hidrolik	<ul style="list-style-type: none"> Rancangan jembatan hidrolik dilengkapi dengan dua gambar yaitu jembatan dalam keadaan normal dan jembatan yang terlihat kedua sisinya terangkat menggunakan hidrolik Gambar desain jembatan hidrolik dilengkapi dengan skala yang sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> Rancangan jembatan hidrolik dilengkapi dengan dua gambar yaitu jembatan dalam keadaan normal dan jembatan yang terlihat kedua sisinya terangkat menggunakan hidrolik Gambar desain jembatan hidrolik tidak dilengkapi dengan skala 	<ul style="list-style-type: none"> Rancangan jembatan hidrolik hanya menyajikan salah satu gambar desain saja dan sehingga tidak dapat dibedakan ketika keadaan jembatan normal dan ketika keadaan jembatan terangkat oleh hidrolik Gambar desain jembatan hidrolik tidak dilengkapi dengan skala
3.	Membuat rencana anggaran biaya	Membuat rencana anggaran biaya dengan memaparkan semua alat yang diperlukan dengan kisaran harga yang sesuai	Membuat rencana anggaran biaya dengan memaparkan semua alat yang diperlukan namun ada beberapa kisaran harga yang tidak sesuai	Membuat rencana anggaran biaya namun tidak memaparkan semua alat

Tabel 3.6 (Lanjutan)

No.	Keterampilan yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
4.	Memilih dan menggunakan alat dalam membuat prototipe	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih bahan penyusun prototipe jembatan hidrolik yang ringan namun kokoh • Memilih dan menggunakan lem perekat yang dapat menjaga kekokohan bangunan • Memilih dan menggunakan suntikan dengan luas penampang yang berbeda, menempatkan suntikan dengan penampang besar pada jembatan, sedangkan suntikan dengan penampang kecil untuk diberi gaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih bahan penyusun prototipe jembatan hidrolik yang ringan namun kokoh • Memilih dan menggunakan lem perekat yang dapat menjaga kekokohan bangunan • Memilih dan menggunakan suntikan dengan luas penampang yang berbeda, namun menempatkan suntikan dengan penampang kecil pada jembatan, sedangkan suntikan dengan penampang besar untuk diberi gaya atau memilih dan menggunakan suntikan dengan penampang yang sama 	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih bahan penyusun prototipe jembatan hidrolik yang ringan namun kokoh • Memilih dan menggunakan lem perekat yang kurang baik sehingga tidak dapat menjaga kekokohan bangunan • Memilih dan menggunakan suntikan dengan luas penampang yang berbeda, namun menempatkan suntikan dengan penampang kecil pada jembatan, sedangkan suntikan dengan penampang besar untuk diberi gaya atau memilih dan menggunakan suntikan dengan penampang yang sama
5.	Membangun prototipe	Membangun prototipe sesuai dengan gambar desain dan skala yang telah ditentukan	Membangun prototipe sesuai dengan gambar desain namun tidak sesuai dengan skala yang telah ditentukan	Membangun prototipe tidak sesuai gambar desain dan skala yang telah ditentukan
6.	Menguji prototipe	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan yang terdapat pada prototipe dan memperbaiki prototipe dengan mendesain dan membangun ulang prototipe.	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan prototipe yang terdapat pada prototipe dan memperbaiki prototipe dengan membangun ulang prototipe tanpa mendesain ulang terlebih dahulu	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan prototipe namun tidak dapat memperbaiki prototipe

Tabel 3.6 (Lanjutan)

No.	Keterampilan yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
7.	Mempresentasikan prototipe yang telah dibuat	Menjelaskan keuntungan dan kekurangan alat, prinsip kerja hukum Pascal pada alat, menyampaikan kesimpulan dengan benar	Menjelaskan keuntungan dan kekurangan alat, prinsip kerja hukum Pascal pada alat, namun kesimpulan yang disampaikan kurang tepat	Menjelaskan kekurangan dan kelebihan alat, namun tidak dapat menjelaskan prinsip kerja hukum Pascal pada alat dan kesimpulan dengan benar

Tabel 3.7

Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Produk TEL Prototipe Jembatan Hidrolik Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Eksperimen

No.	Aspek yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
1.	Alternatif desain atau produk menggunakan prinsip hukum Pascal	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih besar dibandingkan penampang tekan 	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan tidak dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih kecil dibandingkan penampang tekan atau sama besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan tidak dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan tidak dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih kecil dibandingkan penampang tekan
2.	Alternatif desain atau produk fungsional	Prototipe jembatan hidrolik dapat terangkat ke atas kedua sisinya	Prototipe jembatan hidrolik hanya dapat terangkat ke atas salah satu sisinya saja	Prototipe jembatan hidrolik tidak dapat terangkat kedua sisinya
3.	Alternatif desain atau produk proporsional	Prototipe jembatan hidrolik memiliki ukuran yang seimbang kedua	Prototipe jembatan hidrolik memiliki ukuran yang seimbang kedua sisinya namun	Prototipe jembatan hidrolik tidak memiliki ukuran yang seimbang pada kedua sisinya dan tidak

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

No.	Aspek yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
		sisinya dan memiliki bentuk yang kokoh	tidak memiliki bentuk yang kokoh	memiliki bentuk yang kokoh

Tabel 3.8

Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Proses TEL Membuat Prototipe Alat Hidrolik Sederhana Menggunakan Prinsip Hukum Pascal Pada Kelas Kontrol

No.	Keterampilan yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
1.	Mengumpulkan informasi	Mengumpulkan informasi dari beberapa sumber dan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keperluan desain	Mengumpulkan informasi hanya dari satu sumber dan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keperluan desain	Mengumpulkan informasi namun tidak sesuai dengan yang diperlukan untuk keperluan desain
2.	Merancang desain perencanaan proyek	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan semua alat dan bahan yang diperlukan Menentukan kegiatan apa saja yang akan dilakukan selama proyek Menggambarkan desain alat hidrolik sederhana yang akan dibuat beserta ukuran dari alat yang akan digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan semua alat dan bahan yang diperlukan Menentukan kegiatan apa saja yang akan dilakukan selama proyek Menggambarkan desain alat hidrolik sederhana tanpa membubuhkan ukuran dari alat yang akan digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan alat dan bahan yang diperlukan, namun tidak lengkap Menentukan kegiatan apa saja yang akan dilakukan selama proyek Menggambarkan desain alat hidrolik sederhana tanpa membubuhkan ukuran dari alat yang akan digunakan
3.	Memilih dan menggunakan alat dalam membuat prototipe	<ul style="list-style-type: none"> Memilih suntikan yang memiliki luas penampang berbeda Meletakkan penampang besar sebagai pengangkat beban dan penampang kecil sebagai bidang tekan Menggunakan kabel ties untuk merekatkan suntikan dan selang dengan kuat pada bidang 	<ul style="list-style-type: none"> Memilih suntikan yang memiliki luas penampang berbeda Meletakkan penampang besar sebagai bidang tekan dan penampang kecil yang mengangkat beban Menggunakan kabel ties untuk merekatkan suntikan dan selang dengan kuat pada bidang 	<ul style="list-style-type: none"> Memilih suntikan yang memiliki luas penampang yang sama besar Menggunakan kabel ties untuk merekatkan suntikan dan selang dengan kuat pada bidang

Tabel 3.8 (Lanjutan)

No.	Keterampilan yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
4.	Membangun prototipe	Membangun prototipe sesuai dengan gambar desain dan skala yang telah ditentukan	Membangun prototipe sesuai dengan gambar desain namun tidak sesuai dengan skala yang telah ditentukan	Membangun prototipe tidak sesuai gambar desain dan skala yang telah ditentukan
5.	Melakukan pengujian hasil	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan yang terdapat pada prototipe dan memperbaiki prototipe dengan mendesain dan membangun ulang prototipe.	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan prototipe yang terdapat pada prototipe dan memperbaiki prototipe dengan membangun ulang prototipe tanpa mendesain ulang terlebih dahulu	Menguji prototipe dengan mencari kekurangan prototipe namun tidak dapat memperbaiki prototipe
6.	Mempresentasikan prototipe yang telah dibuat	Menjelaskan bagian-bagian dari produk, menjelaskan prinsip kerja prototipe alat hidrolik sederhana yang telah dibuat, dan menyampaikan kesimpulan dengan tepat.	Menjelaskan bagian-bagian dari produk, menjelaskan prinsip kerja prototipe alat hidrolik sederhana yang telah dibuat dengan tepat, namun menyampaikan kesimpulan dengan kurang tepat.	Menjelaskan bagian-bagian dari produk, namun menjelaskan prinsip kerja prototipe alat hidrolik sederhana yang telah dibuat dan menyampaikan kesimpulan dengan kurang tepat.

Tabel 3.9
 Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Produk TEL Prototipe Alat Hidrolik
 Sederhana Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Kontrol

No.	Aspek yang dinilai (1)	Skor/Deskriptor (2)		
		3	2	1
1.	Alternatif desain atau produk	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih besar dibandingkan penampang tekan 	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan tidak dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih kecil dibandingkan penampang tekan atau sama besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan tidak dapat menjelaskan prinsip hukum Pascal bahwa tekanan fluida pada ruang tertutup diteruskan sama besar • Produk yang dihasilkan tidak dapat menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat beban yang besar, hal ini ditunjukkan dengan penampang beban lebih kecil dibandingkan penampang tekan

Selain itu peneliti juga memberikan angket tanggapan siswa di akhir pembelajaran. Angket ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang tanggapan siswa terhadap penerapan model pembelajaran saintifik inkuiri berbasis proyek desain *engineering* dengan pendekatan integrasi STEM dalam pembelajaran IPA. Angket ini memuat delapan daftar pernyataan terkait penerapan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah yang dilaksanakan. Instrumen angket tanggapan ini memuat kolom setuju (S) dan tidak setuju (TS).

3.6 Analisis Instrumen Penelitian

3.6.1 Validitas

Menurut Fraenkel *et al.* (2012, hlm. 112) bahwa validitas adalah mampu mengukur atas apa yang ingin diukur. Hamid (2009) juga mengungkapkan bahwa

validitas suatu instrumen penelitian ditunjukkan dengan bagaimana ketepatan dan kecermatan sebagai alat ukur (pengumpul data). Uji validitas yang digunakan pada penelitian ini adalah validitas isi dan validitas empirik.

3.6.1.1 Validitas Isi

Validitas isi pada penelitian ini dilakukan dengan meminta pendapat 3 orang ahli yang merupakan dosen ahli IPA, para ahli diminta untuk memberikan komentar terhadap instrumen yang telah dikonstruksi secara keseluruhan, memberikan masukan serta memberikan keputusan terhadap kelayakan instrumen tersebut dapat digunakan. Rekapitulasi hasil *judgement* yang dilakukan oleh para ahli terhadap instrumen tes penguasaan konsep dan TEL disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3.10

Rekapitulasi Hasil Judgement Instrumen Tes Penguasaan Konsep oleh Dosen Ahli

No.	Validator	Saran Perbaikan
1.	Validator 1	<ul style="list-style-type: none"> • Tinjau kembali kesesuaian soal dengan aspek kognitif untuk soal nomor 4, 14, • Tinjau kembali kesesuaian soal dan alasan untuk soal nomor 9, 15 • Soal yang memiliki indikator yang sama diurutkan
2.	Validator 2	<ul style="list-style-type: none"> • Perhatikan kembali kesesuaian soal dengan alasan untuk soal nomor 14, terdapat kekeliruan pilihan jawaban pada nomor 14 • Untuk soal nomor 13 perhatikan kesesuaian soal dengan indikator, soal kurang tepat, pilihan jawaban belum terkait hubungan antara hukum Pascal dengan tekanan darah • Perhatikan kembali kesesuaian soal dengan indikator untuk soal no 2, pilihan jawaban lebih ke menyebutkan bukan penjelasan
3.	Validator 3	<ul style="list-style-type: none"> • Kolom 6 dirasa tidak perlu dikarenakan indikator sudah merefleksikan dimensi proses kognitif dan pengetahuan • Perhatikan kesesuaian soal dengan indikator untuk soal nomor 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, • Revisi beberapa rumusan indikator • Perhatikan kaidah penulisan tes pilihan ganda • Homogenkan jumlah <i>option</i> pada soal

Berdasarkan hasil *judgement* oleh tiga orang dosen ahli dan setelah mengikuti saran perbaikan yang diberikan, maka instrumen tes penguasaan konsep ini dapat digunakan untuk diujicobakan di lapangan. Selanjutnya rekapitulasi hasil *judgement* instrumen tes kemampuan *technology engineering literacy* (TEL) disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11
Rekapitulasi Hasil Judgement Instrumen Tes *Technology Engineering Literacy* (TEL) oleh Dosen Ahli

No.	Validator	Saran Perbaikan
1.	Validator 1	<ul style="list-style-type: none"> •Perhatikan kembali kesesuaian butir soal dengan indikator untuk soal nomor 1a, 2a, 3a •Perhatikan kembali kesesuaian soal dengan rubrik penilaian untuk soal nomor 1c, 2c, 3c •Tidak ditemukan alternatif teknologi tepat guna yang lain sehingga tidak ada pilihan •Untuk desain perlu evaluasi sesuai dengan fungsinya •Soal kurang bertahap atau sistematis sehingga tidak memandu siswa
2.	Validator 2	<ul style="list-style-type: none"> •Kata kerja pada indikator harus kata kerja yang terukur •Perhatikan kembali penggunaan kata-kata untuk soal nomor 1d, 2d, dan 3d •Perhatikan kembali kesesuaian soal dengan indikator untuk soal nomor 2a, dan 3a
3.	Validator 3	<ul style="list-style-type: none"> •Perhatikan kembali kesesuaian soal dengan indikator untuk soal nomor 2a, dan 3a

Berdasarkan hasil *judgement* oleh tiga orang dosen ahli dan setelah mengikuti saran perbaikan yang diberikan, maka instrumen tes *technology engineering literacy* (TEL) ini dapat digunakan untuk diujicobakan di lapangan.

3.6.1.2 Validitas Empirik

Validitas butir soal perlu dilakukan untuk menguji validitas setiap butir soal, skor-skor yang ada pada butir soal yang dimaksud dikorelasikan dengan skor total. Skor masing-masing item haruslah berkorelasi signifikan dengan skor totalnya. Sehingga untuk mendapatkan validitas suatu butir soal digunakan perhitungan dengan rumus korelasi *Product Moment Pearson* dalam Neolaka (2014, hlm. 115):

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.1}$$

Keterangan:

r_{xy} : koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y, dua variabel yang dikorelasikan

X : skor item

Y : skor total

N : jumlah siswa

Adapun kriteria koefisien validitas yang digunakan menurut Guifford (Lestari dan Yudhanegara, 2015) adalah seperti pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12
Kriteria Koefisien Korelasi Validitas Instrumen

Batasan	Kategori
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi (sangat baik)
$0,60 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$	Cukup (sedang)
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah (kurang)
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Sangat rendah

3.6.2 Reliabilitas

Reliabilitas menurut Hamid (2009) ialah suatu tingkat keterpercayaan data atau keterandalan. Suatu instrumen yang menunjukkan hasil yang konsisten disebut dengan reliabilitas (Fraenkel, 2012). Menghitung reliabilitas soal untuk pilihan ganda dengan cara mengkorelasikan skor total item genap dan item ganjil dengan menggunakan rumus korelasi *Product Moment Pearson* (Neolaka, 2014)

$$r_{11} = \frac{2xr_{1/2 \ 1/2}}{1+r_{1/2 \ 1/2}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.2}$$

Keterangan:

$r_{1/2 \ 1/2}$: koefisien korelasi antara skor belahan 1-skor belahan 2 ($1/2 =$ belahan tes)

r_{11} : koefisien reliabilitas seluruh instrumen

Adapun untuk menghitung reliabilitas soal uraian dapat dilakukan dengan cara menggunakan rumus Alpha Cronbach dalam Neolaka (2014, hlm. 119), yaitu:

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

$$r_n = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[\frac{\sum \sigma_1^2}{\sigma_1^2} \right] \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.3}$$

Keterangan:

r_n = reliabilitas instrumen

n = banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal

$\sum \sigma_1^2$ = jumlah varian butir

σ_1^2 = varians total

Adapun kriteria koefisien korelasi reliabilitas suatu tes yang digunakan menurut Arikunto (2006) adalah seperti pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13
Kriteria Koefisien Korelasi Reliabilitas

Batasan	Kategori
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi (sangat baik)
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi (baik)
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup (sedang)
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah (kurang)
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah (sangat kurang)

3.6.3 Hasil Uji Coba Butir Soal Instrumen Tes Penguasaan Konsep

Uji validitas butir soal dan reliabilitas dilakukan dengan menggunakan program SPSS 22. Pada Tabel 3.14 di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil uji coba instrumen tes penguasaan konsep.

Tabel 3.14
Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Penguasaan Konsep

No.	r_{xy}	Keterangan	Interpretasi	Keputusan	No. Soal Baru
1.	0,437	Valid	Sedang	Soal digunakan	1
2.	0,316	Valid	Rendah	Soal dibuang	-
3.	0,757	Valid	Tinggi	Soal digunakan	2
4.	0,394	Valid	Rendah	Soal digunakan	3
5.	0,360	Valid	Rendah	Soal digunakan	4
6.	0,425	Valid	Sedang	Soal digunakan	5
7.	0,447	Valid	Sedang	Soal direvisi dan digunakan	6
8.	0,315	Valid	Rendah	Soal digunakan	7
9.	0,471	Valid	Sedang	Soal digunakan	8
10.	0,404	Valid	Sedang	Soal direvisi dan digunakan	9

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

Tabel 3.14 (Lanjutan)

No.	r_{xy}	Keterangan	Interpretasi	Keputusan	No. Soal Baru
11.	0,578	Valid	Sedang	Soal digunakan	10
12.	0,645	Valid	Tinggi	Soal digunakan	11
13.	0,171	Valid	Sangat Rendah	Soal direvisi dan digunakan	12
14.	0,353	Valid	Rendah	Soal dibuang	-
15.	0,256	Valid	Rendah	Soal direvisi dan digunakan	13
16.	0,045	Valid	Sangat Rendah	Soal direvisi dan digunakan	14
Reliabilitas : 0,687					

Berdasarkan hasil uji validitas butir soal tes penguasaan konsep yang ditunjukkan pada Tabel 3.14 diperoleh bahwa semua item soal valid, valid menunjukkan bahwa instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes ini tepat dan layak digunakan sebagai alat ukur kemampuan penguasaan konsep siswa. Namun berdasarkan Tabel 3.14 juga dapat diketahui bahwa terdapat dua soal yang dibuang atau tidak digunakan yaitu soal nomor 2 dan nomor 14. Soal nomor 2 tidak digunakan dikarenakan peneliti mempertimbangkan kembali kesesuaian butir soal dengan butir alasan yang tidak sesuai dan diantara soal yang mengukur indikator menjelaskan prinsip hukum Pascal, soal nomor 2 yang memiliki kualitas yang paling rendah, sehingga soal yang lainnya dirasa cukup untuk mengukur indikator tersebut. Selanjutnya untuk soal nomor 14 dianggap lebih baik tidak digunakan karena indikator yang mengukur soal tersebut sudah cukup terwakili oleh soal lainnya.

Berdasarkan hasil uji reliabilitas instrumen tes penguasaan konsep diperoleh nilai $r_n = 0,687$. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes penguasaan konsep memiliki tingkat reliabilitas tinggi jika merujuk dari Tabel 3.13 menurut Arikunto (2006), sehingga dengan kata lain instrumen ini dapat dikatakan akan menunjukkan hasil yang sama jika digunakan pada waktu dan di tempat yang berbeda.

3.6.4 Hasil Uji Coba Butir Soal Instrumen Tes *Technology Engineering Literacy* (TEL)

Uji validitas butir soal dan reliabilitas dilakukan dengan menggunakan program SPSS 22. Pada Tabel 3.15 di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil uji coba instrumen tes TEL.

Tabel 3.15
Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes *Technology Engineering Literacy* (TEL)

No.	r_{xy}	Keterangan	Interpretasi	Keputusan
1.	0,800	Valid	Sangat Tinggi	Soal digunakan
2.	0,835	Valid	Sangat Tinggi	Soal digunakan
3.	0,839	Valid	Sangat Tinggi	Soal digunakan
Reliabilitas : 0,837				

Berdasarkan hasil uji validitas butir soal tes *Technology Engineering Literacy* (TEL) yang ditunjukkan pada Tabel 3.15 diperoleh bahwa semua item soal valid, valid menunjukkan bahwa instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes ini tepat dan layak digunakan sebagai alat ukur kemampuan *Technology Engineering Literacy* (TEL) siswa. Berdasarkan Tabel 3.15 juga dapat diketahui bahwa tidak ada soal yang dibuang atau tidak digunakan. Ketiga soal valid dengan interpretasi sangat tinggi dan soal juga reliabel, sehingga ketiga soal tersebut dianggap tepat dan reliabel untuk mengukur kemampuan TEL siswa.

Berdasarkan hasil uji reliabilitas instrumen tes TEL diperoleh nilai $r_n = 0,837$. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes TEL memiliki tingkat reliabilitas sangat tinggi jika merujuk dari Tabel 3.15 menurut Arikunto (2006), sehingga dengan kata lain instrumen ini dapat dikatakan memiliki tingkat kekonsistenan sangat baik yang akan menunjukkan hasil yang sama jika digunakan pada waktu dan di tempat yang berbeda.

3.7 Teknik Pengolahan Data

Setiap pertanyaan penelitian yang tercantum pada bagian rumusan permasalahan akan dijawab dengan menggunakan analisis sebagai berikut:

3.6.1 Peningkatan kemampuan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* (TEL)

Pengolahan data tes dimulai dengan menganalisis hasil pretes. Tujuannya adalah untuk mengetahui kemampuan awal penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* siswa mengenai materi hukum Pascal dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kemudian dilanjutkan dengan postes untuk mengamati peningkatan yang terjadi sebelum dan setelah perlakuan diberikan. Peningkatan kemampuan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* siswa mengenai materi hukum Pascal diperoleh melalui indeks gain yang didapat dari skor rata-rata pretes dan postes yang dihitung dengan gain rata-rata ternormalisasi, yaitu perbandingan gain rata-rata aktual dengan gain rata-rata maksimum yang dikembangkan oleh Hake (1999).

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{max}} = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.9}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$: Rata-rata gain ternormalisasi

$\langle G \rangle$: Rata-rata gain

$\langle S_f \rangle$: Rata-rata nilai postes

$\langle S_i \rangle$: Rata-rata nilai pretes

Untuk melihat kualitas peningkatan kemampuan pemahaman konsep siswa melalui kriteria indeks gain. Kriteria indeks gain menurut Hake (1999) dapat dilihat pada Tabel 3.16.

Tabel 3.16
Kriteria Indeks Gain

Indeks Gain	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

3.6.2 Uji Perbedaan Dua Rerata

Untuk mengetahui kemampuan awal dan akhir kelas kontrol dan kelas eksperimen maka akan dilakukan uji beda dua rata-rata melalui uji t (Minium, King, & Bear, 1993).

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s^2 \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.10}$$

Dengan

$$S^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.11}$$

Keterangan:

\bar{X}_1 : Skor rata-rata kelas kontrol

\bar{X}_2 : Skor rata-rata kelas eksperimen

S_1^2 : Standar deviasi kelas kontrol

S_2^2 : Standar deviasi kelas eksperimen

n_1 : Jumlah sampel kelas kontrol

n_2 : Jumlah sampel kelas eksperimen

Namun, terlebih dahulu data pretes dan postes harus diperiksa normalitas dan homogenitasnya. Sebagai media bantu uji statistik akan digunakannya SPSS 22.0 For Windows. Untuk melakukan uji normalitas akan digunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

- a. Jika datanya berdistribusi normal maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas dengan Levene's Test.
 - Jika datanya homogen maka dilakukan uji kesamaan dua rata-rata data pretes dengan menggunakan uji t.
 - Jika datanya tidak homogen maka dilakukan uji kesamaan dua rata-rata pretes dengan menggunakan uji t'
- b. Jika datanya tidak berdistribusi normal maka dilakukan uji kesamaan dua rata-rata pretes dengan uji non-parametrik menggunakan uji Mann-Whitney.

3.6.5 Menentukan Besar Pengaruh (*Effect Size*)

Untuk menentukan seberapa besar pengaruh penerapan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah terhadap penguasaan konsep dan TEL pada siswa kelas VIII untuk topik hukum Pascal dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan *effect size*. *Effect size* merupakan ukuran mengenai besarnya efek suatu variabel pada variabel lain, besarnya perbedaan maupun hubungan, yang bebas dari pengaruh besarnya

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

sampel (Olejnik dan Algina, 2003). Menurut Cohen, ukuran efek pada rerata adalah selisih rerata yang dinyatakan dalam satuan simpangan baku.

$$Ukuran\ efek\ d\ Cohen = \frac{\text{selisih\ rerata}}{\text{simpangan\ baku}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.12}$$

Untuk pengujian hipotesis selisih dua rerata maka (selisih rerata) = (selisih dua rerata pada H_1) – (selisih dua rerata pada H_0). Untuk selisih dua rerata, maka diganti selisih dua rerata pada H_1 dengan selisih dua rerata pada sampel sehingga (selisih rerata) = (selisih dua rerata pada sampel – (selisih dua rerata pada H_0)). Apabila asumsi homogenitas variansi dipenuhi maka simpangan baku yang digunakan adalah simpangan baku gabungan (S_{gab}) pada rumus *effect size* sebagai berikut ini.

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_{gab}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.13}$$

Keterangan:

d : *Cohen's d effect size* (besar pengaruh)

\bar{X}_t : *mean treatment condition* (rata-rata kelas eksperimen)

\bar{X}_c : *mean treatment condition* (rata-rata kelas kontrol)

S_{gab} : *standard deviation* (standar deviasi sampel-sampel gabungan)

Untuk menghitung S_{gab} dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{gab} = \sqrt{\frac{(n_1-1)Sd_1^2 + (n_2-1)Sd_2^2}{(n_1+n_2)}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.14}$$

Keterangan:

S_{gab} : standar deviasi gabungan

n_1 : jumlah siswa kelas eksperimen

n_2 : jumlah siswa kelas kontrol

Sd_1 : standar deviasi kelas eksperimen

Sd_2 : standar deviasi kelas kontrol

Setelah ditentukan besar nilai *effect size* maka perlu dilakukan interpretasi terhadap nilai tersebut. Berikut ini adalah tabel kriteria interpretasi nilai *Cohen's d* (dalam Santoso, 2010).

Tabel 3.17
Kriteria Interpretasi nilai *Cohen's d*

No.	Kategori	Nilai <i>Cohen's d</i>
1.	Efek Kecil	$0 < d \leq 0,2$
2.	Efek Sedang	$0,2 < d \leq 0,5$
3.	Efek Besar	$0,5 < d \leq 0,8$
4.	Efek Sangat Besar	$d > 0,8$

3.6.6 Tanggapan Siswa

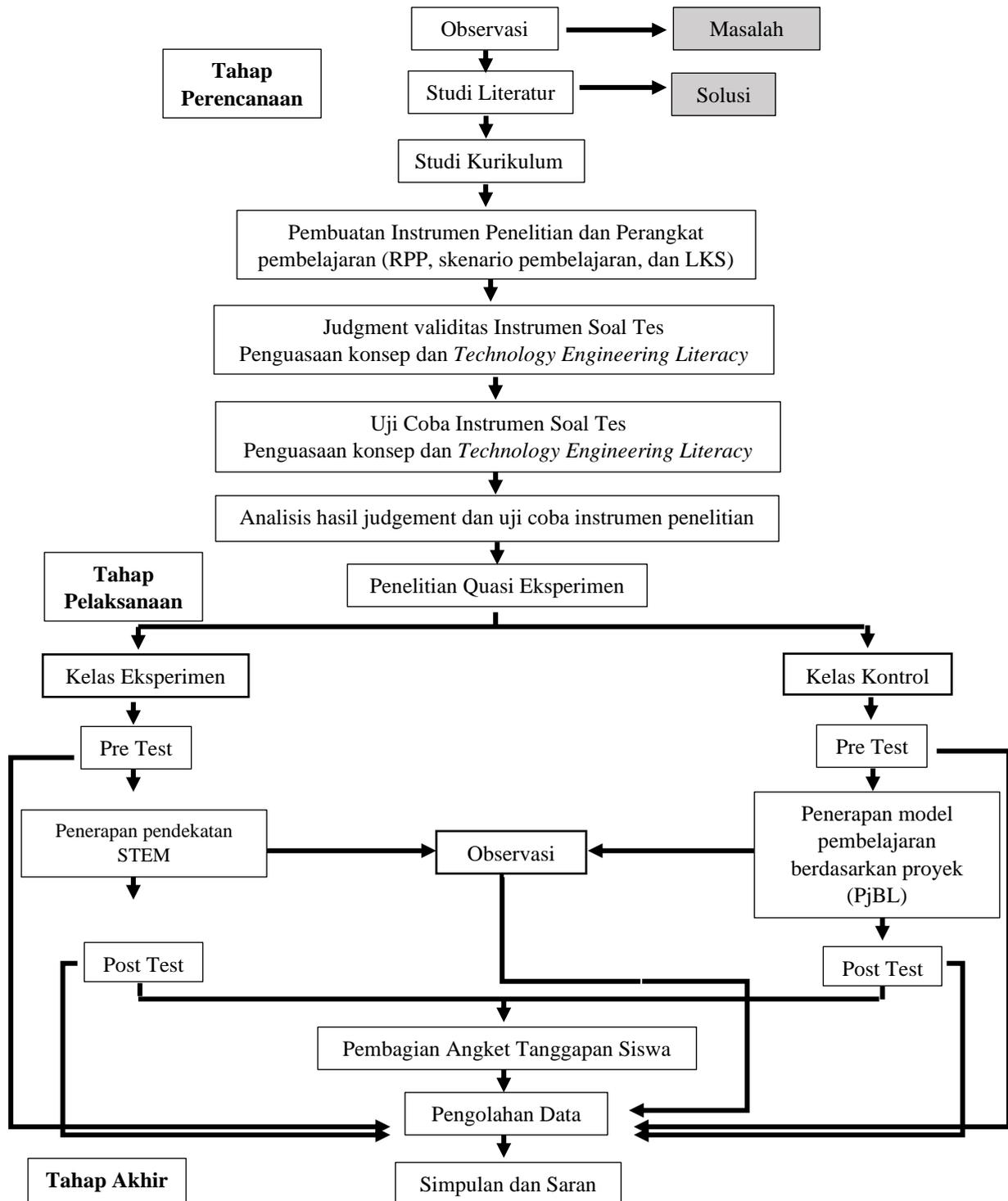
Untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penerapan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah maka analisis dilakukan secara kualitatif dan metode deskriptif melalui angket. Selanjutnya data diolah dengan uji presentase.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.15}$$

Keterangan:

- % : Persentase frekuensi dari tiap jawaban responden
- f : Frekuensi tiap jawaban dari responden
- N : Jumlah subjek

3.8 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Devi Aulia Rachmayati, 2019

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) SISWA

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

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu :

1. Tahapan perencanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan observasi pada salah satu sekolah menengah terkait proses pembelajaran IPA di kelas.
- b. Melakukan kajian pustaka mengenai penguasaan konsep, *technology engineering literacy*, proyek desain *engineering* dan model pembelajaran inkuiri ilmiah serta penelitian-penelitian sebelumnya.
- c. Melakukan kajian kurikulum mengenai kompetensi inti dan kompetensi dasar dari pokok bahasan yang dijadikan penelitian untuk merumuskan indikator yang hendak dicapai.
- d. Membuat dan menyusun instrumen utama penelitian yaitu tes untuk mengetahui penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* berdasarkan kajian kompetensi inti dan kompetensi dasar.
- e. Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), skenario kegiatan pembelajaran menggunakan penerapan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah dan Lembar Kerja Siswa (LKS).
- f. Melakukan *judgement* instrumen oleh dua orang dosen ahli
- g. Melakukan uji coba instrumen penelitian
- h. Menganalisis hasil *judgement* dan uji coba instrumen penelitian kemudian menentukan soal tes yang layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan meliputi :

- a. Memberikan tes awal (pretes) untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep siswa sebelum diberi perlakuan (*treatment*).
- b. Memberikan perlakuan yaitu dengan cara menerapkan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah serta mengobservasi jalannya proses pembelajaran dengan bantuan pengamat.

- c. Memberikan tes akhir (postes) untuk mengukur peningkatan kemampuan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* setelah diberi perlakuan.
- d. Membagikan angket kepada siswa dan guru untuk memberikan tanggapan terhadap penerapan model pembelajaran saintifik inkuiri berbasis proyek desain *engineering*.

3. Tahap Akhir

Pada tahapan ini kegiatan yang dilakukan antara lain :

- a. Mengolah data hasil tes awal dan tes akhir serta menganalisis hasil instrumen pendukung penelitian lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes antara sebelum diberi perlakuan dan setelah diberikan perlakuan untuk melihat dan menentukan apakah terdapat peningkatan penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* (TEL) siswa melalui penerapan proyek desain *engineering* dalam model pembelajaran inkuiri ilmiah pada materi hukum Pascal.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data.
- d. Memberikan saran-saran terhadap aspek-aspek penelitian yang masih ada terdapat kekurangan.