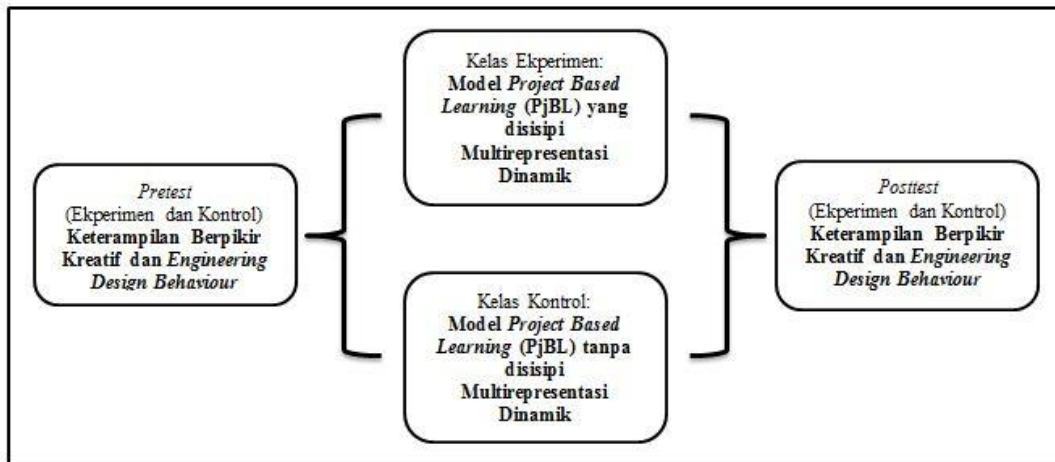


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan berfokus pada perilaku keterampilan berpikir kreatif dan *engineer design behaviour* siswa. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan jenis rancangan *quasi-experiment research*. Desain penelitian yang digunakan berupa *pretest-posttest control group design* (Fraenkel, 2011). Pada desain penelitian ini terdapat dua kelompok sampel, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang dipilih secara acak dari populasi. Pengukuran pada kelompok subjek dilakukan pada saat sebelum dan sesudah mendapatkan pembelajaran *Model Project Based Learning (PjBL) Disisipi Multirepresentasi Dinamik* dan *Model Project Based Learning (PjBL)*. Desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Desain Penelitian.

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat, bahwa dalam penelitian ini menggunakan dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan model *project based learning* (PjBL) yang disisipi multirepresentasi dinamik dan kelas

kontrol yang menerapkan model *project based learning* (PjBL) tanpa disisipi multirepresentasi dinamik. *Pretest* yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* siswa pada kedua kelas di awal pembelajaran. Kemudian kelas eksperimen diberi perlakuan model *project based learning* (PjBL) disisipi multirepresentasi dinamik dan kelas kontrol perlakuan model *project based learning* (PjBL) tanpa disisipi multirepresentasi dinamik. Selanjutnya kedua kelas diberi *posttest* keterampilan keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* dengan soal yang sama. Tujuan dari *posttest* ini adalah untuk mengetahui kemampuan akhir siswa setelah mendapatkan perlakuan.

3.2 Partisipan

Penelitian dilakukan di salah satu sekolah di Kab. Subang dengan siswa SMK sebagai partisipannya dan yang akan mempelajari materi listrik dinamis dengan jumlah 54 siswa. Pertimbangan pemilihan partisipan dalam penelitian ini adalah agenda penelitian yang sesuai dengan materi fisika yang akan di terapkan yaitu listrik dinamis yang secara kurikulum materi tersebut terdapat dalam kelas XI semester ganjil pada Sekolah Menengah Kejuruan.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi adalah kelompok besar dimana sampel diambil. Sedangkan sampel adalah orang atau objek yang diambil dari populasi yang merepresentasikan atau mewakili populasi (Fraenkel, 2011). Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI di salah satu SMKS di Kabupaten Subang, Jawa Barat yang terdaftar pada semester ganjil tahun ajaran 2019/2020. Teknik pengambilan sampel penelitian ini adalah *purposive sampling* dimana kelompok-kelompok yang terbentuk secara alamiah dan sampel tidak ditentukan secara acak (*nonrandom assignment*). Teknik pengambilan sampel seperti ini dikarenakan kedua kelompok subjek penelitian adalah setara atau

sebanding pada semua variabel yang ada, terkecuali variabel yang ingin diteliti, yaitu variabel terikat (Fraenkel, Wallen, dan Hyun, 2007).

3.4 Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Jenis Instrumen Penelitian

Instrumen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Instrumen penelitian

Jenis Instrumen	Bentuk Instrumen	Tujuan	Pengolahan Data	Jumlah Soal
Tes Keterampilan Berpikir Kreatif	Tes (esai)	Memperoleh data peningkatan keterampilan berpikir kreatif, perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif, dan efektivitas pembelajaran	Pengolah data tes menggunakan N-Gain, Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji Hipotesis dan <i>Effect size</i> .	1, 2, 3
Tes <i>Engineering Design Behaviour</i>	Tes (esai)	Memperoleh data peningkatan <i>engineering design behaviour</i> , perbedaan peningkatan <i>engineering design behaviour</i> dan efektivitas pembelajaran	Pengolah data tes menggunakan N-Gain, Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji Hipotesis dan <i>Effect size</i> .	1, 2, 3, 4
Lembar observasi aktivitas guru dan siswa pembelajaran	<i>rating scale</i> yang memuat kolom ya dan tidak	Data sekunder yang digunakan untuk merefleksi hasil tes keterampilan berpikir kreatif dan <i>engineering design behaviour</i> dilihat dari sudut pandang pelaksanaan atau aktivitas pembelajaran	Menginterpretasikan konfersi dari perhitungan skala 1 - 0 dalam kategori tertentu.	0, 1

3.4.2 Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Tes kreativitas banyak digunakan mengidentifikasi orang-orang kreatif yang ditunjukkan oleh kemampuannya dalam berpikir kreatif. Tes kreatif berbeda dengan tes intelegensi, terutama pada kriteria jawaban. Tes intelegensi menguji kemampuan memusat (konvergen), karena itu ada jawaban yang benar dan salah. Tes kreativitas mengukur kemampuan berpikir menyebar (divergen) dan tidak ada jawaban yang benar dan salah. Kualitas respon seseorang diukur dari sejauh manakah memiliki keunikan dan berbeda dari kebanyakan orang lain. Makin unik dan orisinal makin tinggi sekornya.

Tes ini disusun dalam bentuk tes esai dengan 3 soal. Tes ini dilakukan dua kali yaitu pada saat *pretest* dan *posttest*. Setiap soal disusun untuk menguji keterampilan berpikir kreatif siswa terhadap konsep-konsep pada materi listrik dinamis. Pertanyaan tes berpedoman pada indikator berpikir kreatif konsep Torrance diadaptasi dari *The Torrance Test of Creative Thinking* (TTCT) yang dibatasi pada keterampilan berpikir lancar, berpikir luwes, dan berpikir orisinal. Adapun kisi-kisi penyusunan tes keterampilan berpikir kreatif pada Table 3.2. berikut.

Tabel 3.2. Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Variabel	Aspek	Indikator
Keterampilan Berpikir Kreatif	Berpikir lancar <i>Fluency</i>	Memberikan sebanyak-banyaknya jawaban atau pertanyaan dalam membangun proses berpikir.
		Menganalisis fenomena sehingga terjadi perubahan konsep ilmiah yang benar.
	Berpikir luwes <i>Flexibility</i>	Memprediksi suatu fenomena dalam upaya merumuskan suatu hipotesis yang otentik.
		Mengestrak penafsiran yang beragam melalui kegiatan interaksi dan kerjasama untuk menyepakati suatu pandangan
	Berpikir orisinal <i>Originality</i>	Mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir inovatif, kreatif, dan imajinatif untuk menjadi pemikir yang mandiri.
		Pengujian hipotesis untuk membentuk pemahaman baru yang tidak lazim.

Tes ini mengacu pada indikator berpikir kreatif Torrance dimana terdapat 3 tahapan untuk memecahkan masalah yaitu (1) Berpikir lancar (*Fluency*), (2) berpikir luwes (*Flexibility*), (3) berpikir orisinal (*Originality*). Adapun distribusi soal tes keterampilan berpikir kreatif dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Distribusi Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

No	Indikator Berpikir Kreatif	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Berpikir lancar <i>Fluency</i>	6	1a, 2a, 3a
2	Berpikir luwes <i>Flexibility</i>		1b, 2b, 3b
3	Berpikir orisinal <i>Originality</i>		1c, 2c, 3c

Adapun soal tes keterampilan berpikir kreatif yang dibagikan kepada siswa dapat dilihat pada Lampiran.

3.4.3 *Engineering Design Behaviour*

Matriks *Informed Design Learning and Teaching* (Crismond dan Adam, 2012) diadaptasi dan digunakan untuk mengkarakterisi pola perilaku *Engineering Desains Behaviour* selama pembelajaran fisika. Dalam matrik *Informed Design and Learning and Teaching* terdapat sembilan perbedaan strategi dan pola teknik desain seorang *beginning designer* dan *Informed designer* dan tujuan dari pembelajaran, serta strategi pembelajaran yang bertujuan untuk mendukung siswa dalam mengembangkan kemampuan *engineering design* siswa. Adapun Matriks *Informed Design Learning and Teaching*. Adapun rubrik penilaian *Engineering Desains Behaviour* yang akan diukur pada Tabel 3.4 dibawah.

Tabel 3.4. Rubrik *Engineering Design Behaviour* Siswa

Kategori	Skala			
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Developing designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4
<i>Understand the challenge</i>	Bertindak menyelesaikan masalah dengan cepat tanpa diskusi atau mencari informasi terlebih dahulu, sehingga desain yang dibuat tidak memenuhi kriteria yang diinginkan.	Menunda keputusan desain dengan membingkai kriteria keberhasilan yang diinginkan. Desain yang dihasilkan memenuhi kriteria yang diminta namun percaya hanya ada 1 jawaban yang benar/menuliskan 1 prinsip listrik dinamis.	Menunda keputusan desain dengan membingkai kriteria keberhasilan yang diinginkan. Desain yang dihasilkan memenuhi kriteria yang diminta percaya terhadap lebih dari 1 jawaban benar/menuliskan lebih dari 1 prinsip listrik dinamis.	Menunda dalam pembuatan keputusan desain untuk lebih mengeksplorasi, memahami, dan membingkai masalah lebih baik.
<i>Build knowledge and do research</i>	Melewati penelitian untuk menghasilkan solusi dengan cepat dan dapat dilihat dari desain rangkaian seri ataupun paralel.	Melakukan sedikit penelitian hingga tahu solusi yang digunakan bukanlah rangkaian seri ataupun paralel, tetapi tidak melakukan penelitian lebih lanjut mengenai solusi yang oaling efektif untuk memecahkan masalah.	Melakukan penelitian hingga menemukan solusi yang paling efektif dengan mencari sekema rangkaian listrik yang digunakan.	Melakukan penelitian hingga menemukan solusi yang paling efektif dengan mencari nilai keuntungan mekanis dari solusi yang ada, hingga melakukan penelitian tentang skema rangkaian listrik yang paling tepat digunakan.
<i>Generate ideas</i>	Bekerja dengan satu ide, dan menganggap tidak ada sollusi lain.	Bekerja dengan 2 ide/memberikan 2 ide.	Bekerja dengan beberapa ide, namun hanya terpaku dengan solusi sendiri, tanpa berpikir menggabungkan	Bekerja dengan banyak ide, dan berpikir divergent sehingga menghasilkan desain gabungan.

Kategori	Skala			
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Devolving designer</i> 3	<i>Infomed designer</i> 4
			solusi-solusi.	
<i>Represent ideas</i>	Menghasilkan ide-ide dangkal (desain tanpa skala dan tanpa penjelasan bagaimana desain bekerja) yang tidak akan bekerja jika tidak di bangun.	Menghasilkan ide-ide dangkal (desain tanpa skala dan tanpa penjelasan bagaimana desain bekerja) yang akan bekerja jika dibangun	Menghasilkan ide-ide yang disertai dengan skala dan ukuran pada desain.	Menghasilkan ide-ide yang disertai dengan skala dan ukuran-ukuran pada desain dan menyertakan bagaimana sistem bekerja dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam bagaimana fungsi desain yang dibuat
<i>Weigh option and make decision</i>	Memilih salah satu ide tanpa alasan.	Memilih ide dengan hanya mempertimbangkan satu aspek, baik positif maupun negatif.	Memilih ide dengan mempertimbangkan aspek positif, dan aspek negatif	Menimbang baik positif dan negatif dari ide desain mereka sebelum memilih desain. Mempertimbangkan berbagai rencan membuat keputusan desain mencari kelemahan bahkan pada ide-ide yang paling baik.
<i>Conduct experiment</i>	Tidak melakukan percobaan pada prototype.	Melakukan percobaan pada prototype, menjalankan tes yang valid tetapi masih sedikit pemahaman dari tes tersebut tentang solusi terbaik.	Melakukan lebih banyak percobaan pada prototype melakukan percobaan hanya untuk mengetahui bagaimana sesuatu bekerja.	Menjalankan tes berlaku sebagai bagian dari penyelidikan teknologi yang membantu mereka untuk belajar dengan cepat tentang variable desain, bahan-bahan untuk memahami bagaimana sesuatu bekerja, dan untuk mengoptimalkan kinerja

Kategori	Skala			
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4
				prototype mereka dan bagaimana mengembangkannya.
<i>Troubleshoot</i>	Tidak melakukan eksperimen sehingga tidak mengidentifikasi lebih lanjut mengenai masalah yang mungkin timbul dari desain yang dibuat.	Tidak terfokus pada masalah yang mungkin ditimbulkan dari prototype yang dibuat, hanya untuk mengetahui apakah prototype bekerja atau tidak.	Mempunyai cara non analisis untuk menyelesaikan masalah yang ada pada eksperimen.	Memusatkan perhatian pada daerah bermasalah ketika terdapat masalah pada prototype mereka. Mulai mengamati kinerja produk secara keseluruhan mulai melakukan diagnosa masalah. Memberikan penjelasan mengapa perilaku tersebut terjadi dan mendeteksi kelemahan yang dapat memunculkan ide-ide untuk perbaikan sederhana fitur tambahan. Mengusulkan cara untuk memperbaikinya.
<i>Revise</i>	Mendesain dengan cara serampangan dan sedikit perbaikan yang dilakukan. Melakukan desain sebagai satu set strategi yang dilakukan sekali rangkaian.	Mendesain dengan cara serampangan dan lebih banyak pembelajaran atau perbaikan yang dilakukan.	Mendesain dengan cara dikelola dimana ide-ide ditingkatkan. Memperlakukan desain sebagai 2 langkah dalam rangkaian. Meningkatkan ide dan prototype berdasarkan umpan balik.	Mendesain dengan cara dikelola dimana ide-ide ditingkatkan. Meningkatkan ide dan prototype berdasarkan umpan balik. Mengelola waktu dan sumber daya yang strategis.

Adapun sembilan indikator yang diamati pada penelitian ini yaitu: *Understand the challenge, Build knowledge an do research, Generate ideas, Represent ideas, Weigh option and make decision, Conduct experiment, Troubleshoot, Revise, Reflect on process*. Rubrik *engineering design behavior* siswa (Crismond dan Adams, 2012) diadaptasi dengan menyesuaikan setiap indikator *engineering design behavior* siswa yang dapat diamati selama proses pengajaran serta desain yang dibuat siswa dengan *engineering design behavior* siswa yang dinyatakan pada rubrik. Sembilan indikator tersebut berhubungan dengan tahapan proses *engineering design* yang terdiri dari Pikir (*Think*), Desain (*Design*), Buat (*Create*), dan Uji (*Test*) dimana tahapan proses tersebut bertujuan untuk mendukung perkembangan dari *engineering design* siswa.

Setiap indikator strategi dinilai 1 (*beginning designer*) hingga 4 (*informed designer*). Adapun pengkategorian *engineering design behavior* siswa disajikan pada Tabel 3.6 dibawah ini;

Tabel 3.6. Pengkategorian *Engineering Design Behavior*

Skala	Kategori
1	<i>Beginning designer</i>
2	<i>Emerged designer</i>
3	<i>Develoving designer</i>
4	<i>Infromed designer</i>

3.4.4 Persepsi

Persepsi merupakan proses perlakuan individu yaitu pemberian tanggapan, arti, gambaran atau penginterpretasian terhadap apa yang dilihat, didengar atau dirasakan oleh indranya dalam bentuk sikap, pendapat dan tingkah laku atau disebut sebagai perilaku individu. Persepsi mempunyai sifat subjektif, karena bergantung pada kemampuan dan keadaan dari masing-masing individu, sehingga akan ditafsirkan berbeda oleh individu yang satu dengan yang lain. Cara mengukur persepsi ini yaitu dengan menggunakan angket yang diolah dengan skala *likert* dalam analisisnya.

3.4.5 Lembar Kerja Peserta Didik

Selain menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* dengan menggunakan tes keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* digunakan pula Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD diberikan kepada siswa dalam setiap pertemuannya, hal tersebut berguna untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* dari masing-masing pertemuan. Sehingga analisis yang dilakukanpun lebih mendalam, tidak hanya ditinjau diawal dan akhir pertemuan namun ditinjau pada setiap pertemuan. Adapun LKPD yang diberikan kepada siswa dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan contoh jawaban siswa dalam menjawab LKPD dapat dilihat pada Lampiran.

3.4.6 Lembar Observasi Aktivitas Guru dan Siswa

Lembar observasi digunakan untuk mengukur sejauh mana tahapan pembelajaran model PjBL yang disisipi multirepresentasi dinamik dalam pembelajaran yang telah direncanakan terlaksana dalam proses belajar mengajar. Instrumen keterlaksanaan model pembelajaran ini berbentuk *rating scale* yang memuat kolom ya dan tidak, dimana observer hanya memberikan tanda ceklis (√) pada kolom yang sesuai dengan aktivitas guru yang diobservasi mengenai keterlaksanaan pembelajaran. Pada lembar ini juga terdapat kolom catatan keterangan untuk mencatat hal-hal yang terjadi dalam setiap fase pembelajaran. Format lembar keterlaksanaan model PjBL dapat dilihat pada Lampiran.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilalui meliputi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pengolahan data dan pelaporan. Prosedur penelitian ini secara rinci disajikan sebagai berikut.

3.5.1 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan dan studi literatur, penyusunan perangkat pembelajaran dan instrumen, validasi instrumen terhadap ahli dan uji coba instrumen untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan sudah baik. Adapun penjelasan masing-masing tahapan pada tahap persencanaan adalah sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan meliputi survei lapangan dan studi literatur. Survei lapangan bertujuan untuk melihat kondisi siswa, proses pembelajaran fisika yang berlangsung, dan permasalahan fisika yang terjadi di lapangan, serta mengidentifikasi dan merumuskan masalah. Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji jurnal, buku-buku serta laporan penelitian yang meliputi kajian teori tentang model, strategi, metode, dan pendekatan pembelajaran, serta mengkaji penelitian-penelitian yang relevan. Setelah mengkaji penelitian-penelitian yang relevan tahap selanjutnya adalah menghubungi sekolah dan guru yang berkaitan yang hendak akan dijadikan sebagai subjek penelitian.

2. Penyusunan Instrumen

Hasil-hasil yang diperoleh dari studi literatur dan pendahuluan digunakan untuk pembuatan produk awal (*draft*). Kemudian dilakukan penyusunan instrumen. Sebelum menyusun instrumen terlebih dahulu melakukan analisis silabus mata pelajaran fisika kelas XI SMK untuk mengetahui tujuan mata pelajaran fisika tingkat SMK. Kemudian menyiapkan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang dapat dilihat pada Lampiran, lembar kerja siswa (LKS), lembar observasi aktivitas guru dan siswa kemudian mengkonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan masukan sehingga dapat

mengimplementasikan pembelajaran di kelas dengan baik, terakhir adalah membuat instrumen tes untuk penelitian. Instrumen kemampuan kognitif, keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour*. Instrumen dalam menganalisis kemampuan kognitif, keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* digunakan instrumen tes dan non-tes, tes dilaksanakan secara tes tertulis dalam bentuk uraian selain itu digunakan lembar kerja peserta didik sebagai instrumen non-tes dalam menganalisis kemampuan kognitif, keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour*. Setelah dilakukan penyusunan instrumen maka dilakukan *judgment* oleh tiga ahli untuk mengetahui validitas isi dari instrumen yang digunakan dalam penelitian. Hasil validasi ahli dapat dilihat pada Lampiran.

3. Uji Coba Instrumen Penelitian

Uji coba instrumen dilaksanakan sebelum instrumen digunakan pada proses penelitian. Uji coba yang dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kemudahan instrumen yang digunakan. Pengujian instrumen penelitian dilaksanakan kepada siswa di salah satu SMK Negeri di Kota Subang yang telah mendapatkan pembelajaran listrik dinamis. Dari hasil uji coba, soal dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu soal yang bisa digunakan dan tidak bisa digunakan.

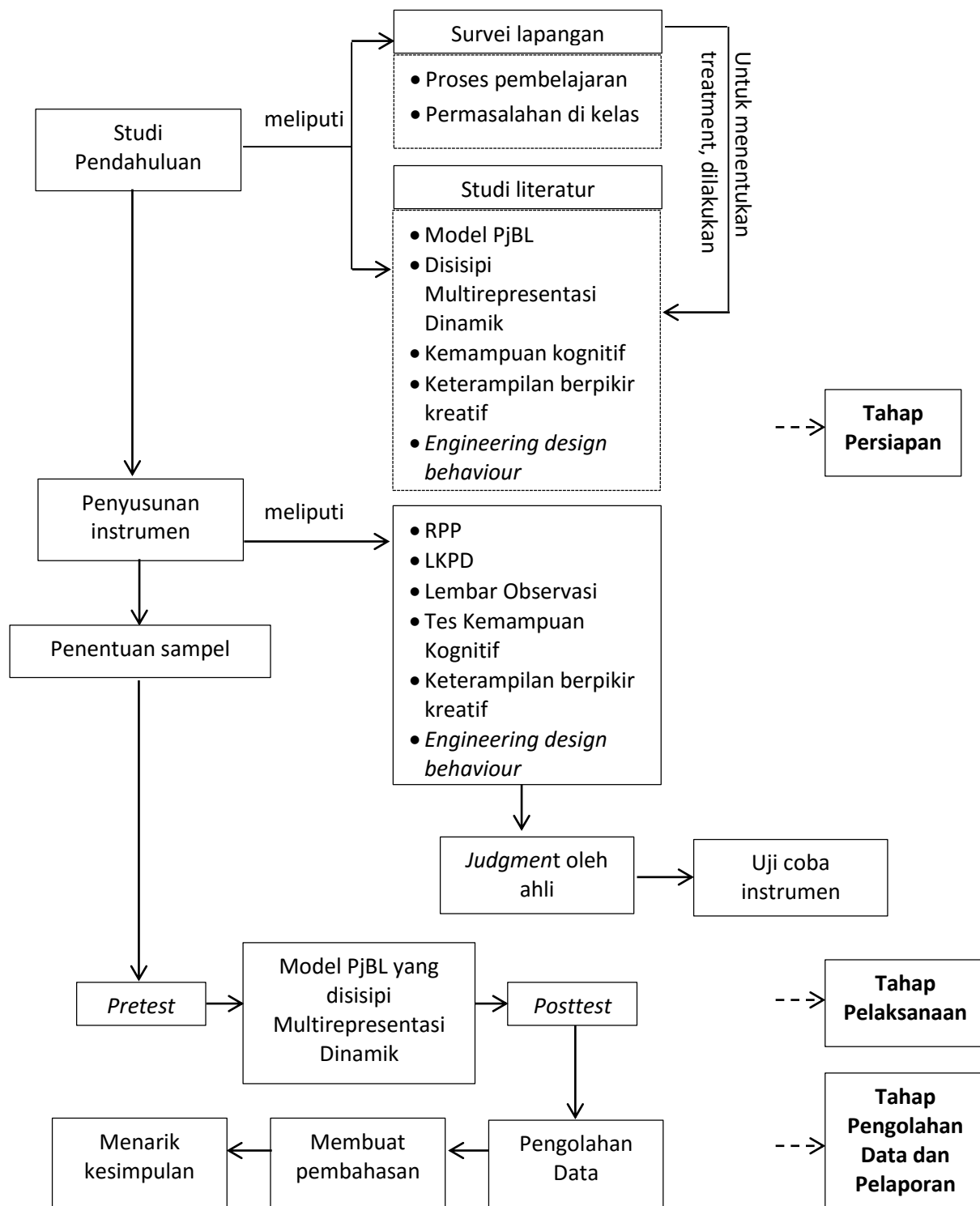
3.5.2 Tahap Pelaksanaan

Setelah melakukan uji coba dan analisis hasil uji coba semua instrumen, maka dilakukan tahap pelaksanaan. Tahap pelaksanaan meliputi *pretest*, menganalisis hasil *pretest*, implementasi model PjBL dalam pembelajaran yang dilakukan selama tiga kali pertemuan sesuai dengan yang telah disusun dalam RPP, dalam kegiatan pembelajaran dilakukan observasi/pengamatan oleh tiga

orang *observer* selama berlangsungnya proses pembelajaran. Terakhir yaitu pelaksanaan *posttest*.

3.5.3 Tahap Pengolahan Data dan Pelaporan

Tahap pengolahan data dan pelaporan meliputi pengolahan data *pretest-posttest* keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* pada materi listrik dinamis, analisis lembar kerja peserta didik serta lembar observasi aktivitas guru dan siswa. Setelah pengolahan data dilakukan pelaporan dengan cara membuat pembahasan dan menarik kesimpulan. Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Penelitian

3.6 Analisis Data

3.6.1 Analisis Instrumen

Tes yang baik diperlukan untuk mendapatkan data yang dapat dipercaya. Oleh karena itu untuk mendapatkan tes yang baik, tes tersebut harus diujicobakan terlebih dahulu. Instrumen yang baik harus memenuhi dua persyaratan yaitu valid dan reliabel (Arikonto, 2009). Analisis yang dilakukan yaitu analisis validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kemudahan.

Validitas isi tes dilakukan dengan validasi melalui ahli. setelah dilakukan validasi ahli kemudian instrumen direvisi dan diujicobakan kepada siswa yang telah mendapatkan materi listrik dinamis yaitu siswa kelas XI di sekolah lain yang telah memasuki materi tersebut. Uji coba instrumen dilakukan disalah satu SMK Negeri di kota Subang. Soal tes kemampuan kognitif yang diujicobakan berjumlah tiga puluh lima soal dengan soal pilihan ganda terstruktur untuk setiap indikator kemampuan kognitif. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis instrumen penelitian beserta deskripsi hasil ujicoba instrumen yang telah dilakukan.

1. Validitas Konstruk

Untuk mengetahui tingkat validitas konstruk dilakukan dengan penilaian melalui *judgement* ahli. Instrumen kemampuan kognitif ini judgement oleh dua ahli pembelajaran fisika dan satu ahli konten fisika. Hasil judgement tiga ahli tersebut dijelaskan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil *Expert Judgement*

Para Ahli	Masukan dan Saran	Tindak lanjut
Ahli I	Instrumen dapat digunakan	Melakukan
Ahli II	Instrumen yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan kognitif sudah sesuai, akan tetapi terdapat beberapa soal yang perlu diperbaiki baik dari segi konstuksi maupun indikator	revisi instrumen sesuai dengan masukan dan saran ahli, serta

Para Ahli	Masukan dan Saran	Tindak lanjut
Ahli III	Istrumen dapat digunakan	dikonsultasikan dengan pembimbing.

2. Validitas Empirik

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen (Arikunto, 2009). Untuk mengetahui validitas suatu instrumen dilakukan dengan cara menghitung koefisien korelasi antara skor hasil tes yang akan diuji validitasnya dengan hasil tes yang terstandar yang dimiliki oleh orang yang sama. Perhitungan ini menggunakan rumus korelasi produk momen menggunakan angka kasar (korelasi produk momen Pearson), yaitu:

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \{N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y
- X = Skor tiap butir soal
- Y = Skor total tiap butir soal
- N = Jumlah siswa

Berikutnya bandingkan nilai r_{xy} hasil perhitungan (r_{hitung}) dengan nilai koefisien korelasi Pearson tabel pearson (r_{tabel}) pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$ dan $n =$ banyaknya data yang sesuai.

Kriteria pengambilan keputusan:

Instrumen valid, jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$

Instrumen tidak valid, jika $r_{hitung} \leq r_{tabel}$

Interprestasi besarnya koefisien korelasi dapat dikategorikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Kriteria Koefisien Korelasi Validitas Instrumen

Batasan	Kategori
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2009)

Hasil uji validitas empirik tes kemampuan kognitif ini secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Adapun rangkuman hasil uji validitasnya disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Hasil Uji Validitas Item Tes Kognitif

Nomor Soal	Koefisien Korelasi	Kategori Validitas
1	2,21	Cukup
2	2,49	Cukup
3	2,19	Cukup
4	2,37	Cukup
5	2,12	Cukup
6	2,68	Cukup
7	2,41	Cukup
8	2,93	Cukup
9	2,76	Cukup
10	3,31	Tinggi
11	2,83	Cukup
12	3,33	Tinggi
13	3,66	Tinggi
14	3,06	Cukup
15	3,45	Tinggi
16	4,88	Tinggi
17	4,23	Tinggi
18	5,87	Sangat Tinggi
19	10,18	Sangat Tinggi
20	8,22	Sangat Tinggi
21	7,65	Sangat Tinggi
22	2,76	Cukup
23	4,84	Tinggi
24	3,10	Tinggi

Nomor Soal	Koefisien Korelasi	Kategori Validitas
25	2,96	Cukup
26	3,57	Tinggi
27	1,35	Rendah
28	2,12	Cukup
29	1,76	Cukup
30	0,58	Rendah
31	3,49	Tinggi
32	1,63	Cukup
33	2,94	Cukup
34	2,37	Cukup
35	-0,68	Sangat Rendah

Berdasarkan Tabel 3.9, dapat diketahui bahwa ada dua soal yang memiliki kategori sangat rendah, empat memiliki kategori validitas sangat tinggi, sepuluh soal memiliki kategori tinggi dan delapan belas soal kategori cukup. Hal ini menunjukkan bahwa semua soal yang telah disusun layak digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif dalam penelitian ini.

c). Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat ukur yang digunakan dapat dipercaya dan tetap konsisten jika dilakukan pengukuran berulang. Pada penelitian ini alat ukur yang digunakan berbentuk soal tes pilihan ganda. Untuk mencari reliabilitas soal tes pilihan ganda digunakan rumus Alpha sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_i^2} \right) \quad (3.2)$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas yang dicari

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians skor tiap-tiap item

σ_i^2 = varians total item ke-i

n = jumlah butir pertanyaan

Suatu instrumen dikatakan reliable jika $r_{11} > r_{tabel}$ pada taraf signifikansi 5% (Arikunto, 2009). Interpretasi besarnya koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.10. Adapun kategori koefisien reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Kategori Koefisien Reliabilitas

Nilai r_{11}	Kategori
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$-1,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2009)

Hasil uji reliabilitas tes kognitif ini secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas diperoleh nilai reliabilitas tes yaitu 0,85 dengan kategori sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa soal tes kognitif pada penelitian ini akan memberikan hasil yang hampir sama jika diujikan kembali pada siswa.

d). Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran butir soal menunjukkan kualitas butir soal untuk mengetahui kategori suatu item soal dari sudut pandang kelompok siswa atau peserta ujian yang mengerjakan item tes tersebut. Untuk menghitung tingkat kesukaran suatu item tes, dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{Js} \quad (3.3)$$

Keterangan:

P = Indeks kesukaran

B = Banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

Js = jumlah peserta tes

Adapaun kategori penafsiran tingkat kesukaran item soal disajikan dalam Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Kategori Tingkat Kesukaran

Batasan	Kategori
$0,00 < P < 0,30$	Sukar
$0,30 < P < 0,70$	Sedang
$0,70 < P < 1,00$	Mudah

(Arikunto,2009)

Hasil perhitungan indeks kesukaran (P) soal tes kemampuan kognitif disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel. 3.12. Hasil Uji Indeks Kesukaran (IP) Soal Tes Kemampuan kognitif

Nomor Soal	Indeks Kesukaran	Kategori
1	0,58	Sedang
2	0,85	Mudah
3	0,54	Sedang
4	0,42	Sedang
5	0,69	Sedang
6	0,23	Sukar
7	0,58	Sedang
8	0,38	Sedang
9	0,48	Sedang
10	0,5	Sedang
11	0,38	Sedang
12	0,37	Sedang
13	0,44	Sedang
14	0,52	Sedang
15	0,33	Sedang
16	0,77	Mudah
17	0,27	Sukar
18	0,69	Sedang
19	0,52	Sedang
20	0,48	Sedang
21	0,52	Sedang

Nomor Soal	Indeks Kesukaran	Kategori
22	0,58	Sedang
23	0,46	Sedang
24	0,27	Sukar
25	0,6	Sedang
26	0,37	Sedang
27	0,25	Sukar
28	0,38	Sedang
29	0,67	Sedang
30	0,35	Sedang
31	0,12	Sukar
32	0,23	Sukar
33	0,29	Sukar
34	0,42	Sedang
35	0,02	Sukar

Berdasarkan Tabel 3.13, dapat diketahui delapan soal memiliki indeks kesukaran sukar, dua puluh lima dengan kategori sedang dan dua soal pada kategori mudah. Hal ini menunjukkan bahwa semua soal yang telah disusun layak digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif dalam penelitian ini.

e). Daya Pembeda

Secara umum daya pembeda diartikan sebagai kemampuan suatu butir soal untuk membedakan antara peserta tes yang berkemampuan tinggi dan berkemampuan rendah. Butir soal yang baik akan mampu membedakan siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan siswa yang memiliki kemampuan rendah (Burhan Nurgiyantoro dalam Sujati, 2005). Cara menghitung daya pembeda dalam penelitian ini mengacu pada Arikunto (2013) yang menjelaskan bahwa “seluruh pengikut tes dibagi menjadi dua kelompok yang sama besar, 50% kelompok atas dan 50% kelompok bawah. Seluruh pengikut tes dideretan mulai dari skor teratas sampai skor terbawah, lalu dibagi dua”. Daya pembeda butir soal dapat ditentukan dengan rumusan sebagai berikut:

$$D = \frac{B_B}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B \quad (3.4)$$

Keterangan:

D = Daya pembeda butir soal

B_A = Banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab soal itu dengan benar

B_B = Banyaknya peserta kelompok bawah yang menjawab soal itu dengan benar

J_A = Banyaknya peserta kelompok atas

J_B = Banyaknya peserta kelompok bawah

P_A = Proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

P_B = Proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar

Adapun kategori daya pembeda butir soal yang telah diujicobakan dapat ditentukan berdasarkan interpretasi daya pembeda butir soal pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13. Kategori Indeks Daya Pembeda.

Daya Pembeda	Kategori
< 0,20	Jelek
0,20 ≤ D < 0,40	Cukup
0,40 ≤ D < 0,70	Baik
0,70 ≤ D < 1,00	Sangat Baik

(Arikunto, 2009)

Hasil perhitungan daya pembeda (DP) soal tes kemampuan kognitif ditunjukkan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14. Hasil Uji Daya Pembeda Item Tes Kemampuan Kognitif

Nomor Soal	Indeks Daya Pembeda	Kategori
1	0,23	Cukup
2	0,23	Cukup
3	0,31	Cukup
4	0,15	Jelek
5	0,27	Cukup

Nomor Soal	Indeks Daya Pembeda	Kategori
6	0,23	Cukup
7	0,23	Cukup
8	0,31	Cukup
9	0,19	Jelek
10	0,46	Baik
11	0,38	Cukup
12	0,5	Baik
13	0,42	Baik
14	0,42	Baik
15	0,35	Cukup
16	0,46	Baik
17	0,46	Baik
18	0,62	Baik
19	0,88	Sangat Baik
20	0,81	Sangat Baik
21	0,73	Sangat Baik
22	0,31	Cukup
23	0,54	Baik
24	0,23	Cukup
25	0,27	Cukup
26	0,35	Cukup
27	0,08	Jelek
28	0,31	Cukup
29	0	Sangat Jelek
30	0,15	Jelek
31	0,31	Cukup
32	0,08	Jelek
33	0,42	Baik
34	0,31	Cukup
35	-0	Sangat Jelek

Berdasarkan Tabel 3.14 dapat diketahui tiga soal memiliki daya pembeda yang sangat baik, sembilan memiliki daya beda baik, enam belas soal memiliki daya pembeda cukup dan lima buah soal memiliki daya pembeda yang jelek. Untuk soal yang memiliki daya pembeda jelek direvisi cara penyajian soal agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Secara umum semua soal

yang telah disusun mampu membedakan antara siswa yang pandai dengan siswa yang kurang pandai.

3.6.2 Hasil Uji Coba Instrumen

Analisis instrumen kemampuan kognitif mengenai listrik dinamis ini berupa tes pilihan ganda yang terdiri dari 35 soal. Adapun rekapitulasi validitas, reliabilitas, daya pembeda dan tingkat kesukaran ditampilkan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15. Rekapitulasi Hasil Analisis Soal Tes Kemampuan Kognitif

No. Soal	Daya Pembeda		Tingkat Kesukaran		Validitas $r_{\text{tabel}} 0,2816$		Reliabilitas		Keterangan
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	
1	0,23	Cukup	0,58	Sedang	0,30	Cukup	0,85	Sangat Tinggi	Dipakai
2	0,23	Cukup	0,85	Mudah	0,33	Cukup			Dipakai
3	0,31	Cukup	0,54	Sedang	0,30	Cukup			Dipakai
4	0,15	Jelek	0,42	Sedang	0,32	Cukup			Dipakai/Diperbaiki
5	0,27	Cukup	0,69	Sedang	0,29	Cukup			Dipakai
6	0,23	Cukup	0,23	Sukar	0,35	Cukup			Dipakai
7	0,23	Cukup	0,58	Sedang	0,32	Cukup			Dipakai
8	0,31	Cukup	0,38	Sedang	0,38	Cukup			Dipakai
9	0,19	Jelek	0,48	Sedang	0,36	Cukup			Dipakai/Diperbaiki
10	0,46	Baik	0,50	Sedang	0,42	Tinggi			Dipakai
11	0,38	Cukup	0,38	Sedang	0,37	Cukup			Dipakai
12	0,50	Baik	0,37	Sedang	0,43	Tinggi			Dipakai
13	0,42	Baik	0,44	Sedang	0,46	Tinggi			Dipakai
14	0,42	Baik	0,52	Sedang	0,40	Cukup			Dipakai
15	0,35	Cukup	0,33	Sedang	0,44	Tinggi			Dipakai
16	0,46	Baik	0,77	Mudah	0,57	Tinggi			Dipakai
17	0,46	Baik	0,27	Sukar	0,51	Tinggi			Dipakai
18	0,62	Baik	0,69	Sedang	0,64	Sangat Tinggi			Dipakai
19	0,88	Sangat Baik	0,52	Sedang	0,82	Sangat Tinggi			Dipakai
20	0,81	Sangat Baik	0,48	Sedang	0,76	Sangat Tinggi			Dipakai
21	0,73	Sangat Baik	0,52	Sedang	0,73	Sangat Tinggi			Dipakai
22	0,31	Cukup	0,58	Sedang	0,36	Cukup			Dipakai

No. Soal	Daya Pembeda		Tingkat Kesukaran		Validitas $r_{\text{tabel}} 0,2816$		Reliabilitas		Keterangan
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	
23	0,54	Baik	0,46	Sedang	0,56	Tinggi			Dipakai
24	0,23	Cukup	0,27	Sukar	0,40	Tinggi			Dipakai
25	0,27	Cukup	0,60	Sedang	0,39	Cukup			Dipakai
26	0,35	Cukup	0,37	Sedang	0,45	Tinggi			Dipakai
27	0,08	Jelek	0,25	Sukar	0,19	Rendah			Dibuang
28	0,31	Cukup	0,38	Sedang	0,29	Cukup			Dipakai
29	0,00	Sangat Jelek	0,67	Sedang	0,24	Cukup			Dibuang
30	0,15	Jelek	0,35	Sedang	0,08	Rendah			Dibuang
31	0,31	Cukup	0,12	Sukar	0,44	Tinggi			Dipakai
32	0,08	Jelek	0,23	Sukar	0,22	Cukup			Dibuang
33	0,42	Baik	0,29	Sukar	0,38	Cukup			Dipakai
34	0,31	Cukup	0,42	Sedang	0,32	Cukup			Dipakai
35	-0,04	Sangat Jelek	0,02	Sukar	-0,10	Sangat Rendah			Dibuang

Berdasarkan Tabel 3.15, melalui analisis daya pembeda, tingkat kesukaran, validitas dan reliabilitas menunjukkan bahwa semua soal yang telah disusun layak digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif dalam penelitian ini.

Validitas berhubungan dengan ketepatan suatu tes dalam mengukur apa yang hendak diukur. Untuk mengetahui valid atau tidaknya tes dapat dianalisis dengan validitas isi (*content validity*). Menurut Arikunto (2012) sebuah tes dikatakan memiliki validitas isi apabila mengukur tujuan khusus tertentu yang sejajar dengan materi atau isi pelajaran yang diberikan. Oleh sebab itu validitas tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas isi dengan cara meminta pertimbangan (*judgment*) kepada kelompok ahli untuk mengetahui kesesuaian antara soal dengan indikator serta kunci jawaban dan bahasa penyajian soal. Validasi oleh ahli digunakan selain untuk validasi instrumen tes, digunakan pula untuk instrumen non-tes yaitu validasi lembar kerja peserta didik, observasi aktivitas guru dan siswa.

Validitas ditentukan melalui hasil pertimbangan para ahli (*judgment expert*) yang selanjutnya disebut validator. Instrumen tes penelitian ini divalidasi oleh tiga dosen ahli yang berkompeten dalam bidangnya. Berdasarkan hasil validasi oleh ketiga ahli tersebut, diketahui bahwa instrumen tes kemampuan kognitif masalah layak untuk digunakan dalam penelitian setelah melalui perbaikan yang telah disarankan. Hasil validasi ahli dapat dilihat pada Lampiran.

Jumlah butir soal pada tes kemampuan kognitif sebanyak tiga puluh soal tetap dipertahankan dan lima soal tidak digunakan, masing-masing soal telah disesuaikan dengan indikator yang ditetapkan. Kesimpulan penilaian terkait kelayakan instrumen tes kemampuan kognitif adalah dapat digunakan sesuai dengan saran dan perbaikan yang diberikan.

3.7 Teknik Analisis Data

Ada beberapa jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu *pretest-posttest* kemampuan kognitif, berpikir kreatif, dan *engineering design behaviour*, lembar kerja peserta didik serta observasi aktivitas guru berkaitan dengan keterlaksanaan pembelajaran model PjBL yang disisipi multirepresentasi dinamik dan observasi aktivitas siswa. Langkah-langkah dalam analisis data penelitian ini dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

3.7.1 Peningkatan Kemampuan Kognitif

Instrumen tes penguasaan konsep yang diberikan berbentuk pilihan ganda dengan jumlah soal 30 butir soal. Untuk menentukan nilai *pretest* dan *posttest* dilakukan penyekoran yairu dengan kriteria jawaban benar diberi skor satu, dan jawaban salah diberi skor nol. Peningkatan penguasaan konsep siswa dihitung menggunakan rata-rata gain ternormalisasi (Hake, 1998).

Soal tes penguasaan konsep ini berbentuk pilihan ganda dengan jumlah soal sebanyak 30 butir. Untuk menentukan nilai *pretest* dan *posttest* dilakukan penyekoran dengan kriteria jawaban benar diberi skor satu (1) dan jawaban salah diberi skor nol (0). Peningkatan penguasaan konsep siswa dihitung menggunakan rata-rata gain ternormalisasi (Hake, 1999) yang memiliki persamaan:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{100 - \langle S_i \rangle} \quad (3.5)$$

$\langle g \rangle$ = rata – rata *gain* yang dinormalisasikan

S_f = skor rata – rata tes akhir

S_i = skor rata – rata tes awal

100 = skor maksimal

Hasil perhitungan $\langle g \rangle$ tersebut kemudian akan diinterpretasikan dengan kriteria seperti pada Tabel 3.16 sebagai berikut:

Tabel 3.16 Interpretasi N-gain Ternormalisasi.

Nilai $\langle g \rangle$	Kriteria
$N\text{-gain} < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq N\text{-gain} \leq 0,7$	Sedang
$N\text{-gain} > 0,7$	Tinggi

(Hake, 1999)

3.7.2 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif

Analisis yang dilakukan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif setelah diterapkannya model PjBL yang disisipi multirepresentasi dinamik dengan model PjBL tanpa disisipi multirepresentasi dinamik pada kedua kelas sampel adalah sebagai berikut:

a. Pemberian Skor

Mengingat soal tes keterampilan berpikir kreatif berbentuk soal esai maka penskoran hasil tes menggunakan aturan penskoran tes esai. Pedoman

penskoran dalam penelitian ini mengembangkan pedoman penskoran keterampilan berpikir kreatif menurut Hwang, dkk (2007) yang dijabarkan seperti pada Tabel 3.17 berikut:

Tabel 3.17 Pedoman Penskoran Tes Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif	Kriteria Jawaban	Skor	Skor Max
Berpikir lancar: <i>Fluency</i>	Siswa mampu menemukan lebih dari 3 ide atau lebih gagasan yang mungkin dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan rangkaian listrik	3	3
	Siswa mampu menemukan satu ide atau gagasan yang mungkin dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan rangkaian listrik	2	
	Siswa menemukan sebuah ide atau gagasan namun tidak tepat untuk digunakan dalam memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan rangkaian listrik	1	
	Siswa tidak menemukan sebuah ide atau gagasan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan rangkaian listrik	0	
Berpikir luwes: <i>Flexibility</i>	Siswa mampu menemukan lebih dari satu ide atau gagasan yang mungkin dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait ide rancangan rangkaian listrik dan mampu menghubungkannya dengan permasalahan kerusakan radio	3	3
	Siswa mampu menemukan satu ide atau gagasan yang mungkin dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan saklar dan mampu menghubungkannya dengan kajian disiplin ilmu pada bidang lain	2	
	Siswa mampu menemukan ide atau gagasan yang mungkin dapat digunakan untuk	1	

Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif	Kriteria Jawaban	Skor	Skor Max
	memecahkan masalah terkait ide inovasi rancangan rangkaian listrik dan mampu menghubungkannya dengan permasalahan kerusakan radio		
	Siswa tidak mampu menemukan ide atau gagasan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah.	0	
Berpikir orisinal: Originality	Ide atau gagasan dari jawaban siswa setelah dibandingkan dengan jawaban yang lain termasuk pada golongan 5% dari siswa yang memiliki jawaban yang sama.	3	3
	Ide atau gagasan dari jawaban siswa setelah dibandingkan dengan jawaban yang lain termasuk pada golongan 25% dari siswa yang memiliki jawaban yang sama.	2	
	Ide atau gagasan dari jawaban siswa setelah dibandingkan dengan jawaban yang lain termasuk pada golongan $\geq 25\%$ dari siswa yang memiliki jawaban yang sama.	1	

(Hwang, dkk 2007)

Tabel 3.18 Kategori Tingkat Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

Skor	Kategori
$0 \leq S \leq 1$	Tidak kreatif dalam memecahkan <i>real problem</i>
$1 \leq S \leq 2$	Cukup kreatif dalam memecahkan <i>real problem</i>
$2 \leq S \leq 3$	Kreatif dalam memecahkan <i>real problem</i>
$3 \leq S$	Sangat kreatif dalam memecahkan <i>real problem</i>

(Hwang, dkk 2007)

Skor hasil *posttest-pretest* yang telah didapat kemudian di konversikan kedalam bentuk penilaian dengan skala nilai 0-100. Penilaian yang diperoleh ini selanjutnya dihitung dengan persentase nilai rata-rata seluruh siswa. Perhitungan persentase nilai rata-rata (%) menggunakan persamaan berikut:

$$(\%) = \frac{\langle N \rangle}{Nm} \times 100\% \quad (3.6)$$

Keterangan:

(%) = Persentase nilai rata-rata siswa

(N) = Nilai rata-rata siswa

(N_m) = Nilai maksimum

b). Normalisasi *N-Gain*

Peningkatan keterampilan berpikir kreatif dapat diketahui dengan menghitung *N-Gain*. *N-Gain* dan *Gain* dapat diketahui dari data tes awal dan tes akhir pembelajaran. Bersanya *Gain* didapat dari selisih skor tes awal dan tes akhir (Hake, 1999). Sedangkan *N-Gain* adalah *gain* yang dinormalisasi, perhitungan *N-Gain* bertujuan untuk menghindari kesalahan dalam menginterpretasikan perolehan *Gain* masing-masing siswa. *N-Gain* dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pretest} \rangle}{\langle S_{mid} \rangle - \langle S_{pre} \rangle} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$\langle S_{post} \rangle$: rata-rata skor tes akhir

$\langle S_{pre} \rangle$: rata-rata skor tes awal

$\langle S_{mid} \rangle$: skor maksimum ideal

$\langle g \rangle$: nilai rata-rata *gain* yang ternormalisasi

Besar *gain* yang ternormalisasi (*N-gain*) ini kemudian dirata-ratakan dan diinterpretasikan untuk menyatakan kriteria peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa. Kriteria nilai *gain* ternormalisasi $\langle g \rangle$ mengacu pada Hake (1999).

Tabel 3.19. Kategorisasi Skor *N-Gain*

Rentang	Kategori
$\langle g \rangle > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq \langle g \rangle \leq 0,70$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,30$	Rendah

(Hake, 1999).

3.7.3 Peningkatan *Engineering Design Behaviour*

Engineering design behaviour siswa dianalisis secara deskriptif berdasarkan data yang dikumpulkan melalui pengamatan selama *engineering design process* dan penilaian pada desain yang dibuat oleh siswa yang terdiri dari pikir (*think*), desain (*design*), buat (*create*), dan uji (*test*). *Engineering design behaviour* dari setiap individu diamati sebanyak dua kali yaitu pada fase pertama (*pretest*) dan fase kedua (*posttest*) yang berlangsung pada saat *engineering design process* untuk melihat kategori *engineering design behaviour* yang dimiliki siswa dalam setiap fase dan untuk mengetahui apakah setiap individu mengalami kemajuan atau tidak pada setiap fasenya. Rubrik *engineering design behaviour* akan menjadi dasar pengamatan dalam mengidentifikasi *engineering design behaviour* siswa untuk setiap indikator disetiap fase seperti pada Tabel 3.20.

Tabel 3.20. Rubrik *Engineering Design Behaviour* Siswa

Kategori	Skala				Skor
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4	
<i>Understand the challenge</i>	Bertindak menyelesaikan masalah dengan cepat tanpa diskusi atau mencari informasi terlebih dahulu, sehingga desain yang dibuat tidak memenuhi kriteria yang diinginkan.	Menunda keputusan desain dengan membingkai kriteria keberhasilan yang diinginkan. Desain yang dihasilkan memenuhi kriteria yang diminta namun percaya hanya ada 1 jawaban yang benar/menuliskan 1 prinsip listrik dinamis.	Menunda keputusan desain dengan membingkai kriteria keberhasilan yang diinginkan. Desain yang dihasilkan memenuhi kriteria yang diminta percaya terhadap lebih dari 1 jawaban benar/menuliskan lebih dari 1 prinsip listrik dinamis.	Menunda dalam pembuatan keputusan desain untuk lebih mengeksplorasi, memahami, dan membingkai masalah lebih baik.	1 – 2 – 3 – 4
<i>Build knowledge an do research</i>	Melewati penelitian untuk menghasilkan solusi dengan cepat dan dapat dilihat dari desain rangkaian seri ataupun paralel.	Melakukan sedikit penelitian hingga tahu solusi yang digunakan bukanlah rangkaian seri ataupun paralel, tetapi tidak melakukan penelitian lebih lanjut mengenai solusi yang oaling efektif untuk memecahkan masalah.	Melakukan penelitian hingga menemukan solusi yang paling efektif dengan mencari sekema rangkaian listrik yang digunakan.	Melakukan penelitian hingga menemukan solusi yang paling efektif dengan mencari nilai keuntungan mekanis dari solusi yang ada, hingga melakukan penelitian tentang skema rangkaian listrik yang paling	1 – 2 – 3 – 4

Kategori	Skala				Skor
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4	
				tepat digunakan.	
<i>Generate ideas</i>	Bekerja dengan satu ide, dan menganggap tidak ada sollusi lain.	Bekerja dengan 2 ide/memberikan 2 ide.	Bekerja dengan beberapa ide, namun hanya terpaku dengan solusi sendiri, tanpa berpikir menggabungkan solusi-solusi.	Bekerja dengan banyak ide, dan berpikir divergent sehingga menghasilkan desain gabungan.	1 – 2 – 3 – 4
<i>Represent ideas</i>	Menghasilkan ide-ide dangkal (desain tanpa skala dan tanpa penjelasan bagaimana desain bekerja) yang tidak akan bekerja jika tidak di bangun.	Menghasilkan ide-ide dangkal (desain tanpa skala dan tanpa penjelasan bagaimana desain bekerja) yang akan bekerja jika dibangun	Menghasilkan ide-ide yang disertai dengan skala dan ukuran pada desain.	Menghasilkan ide-ide yang disertai dengan skala dan ukuran-ukuran pada desain dan menyertakan bagaimana sistem bekerja dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam bagaimana fungsi desain yang dibuat	1 – 2 – 3 – 4
<i>Weigh option and make decision</i>	Memilih salah satu ide tanpa alasan.	Memilih ide dengan hanya mempertimbangkan satu aspek, baik positif maupun negatif.	Memilih ide dengan mempertimbangkan aspek positif, dan aspek negatif	Menimbang baik positif dan negatif dari ide desain mereka sebelum	1 – 2 – 3 – 4

Kategori	Skala				Skor
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4	
				memilih desain. Mempertimbangkan berbagai rencan membuat keputusan desain mencari kelemahan bahkan pada ide-ide yang paling baik.	
<i>Conduct experiment</i>	Tidak melakukan percobaan pada prototype.	Melakukan percobaan pada prototype, menjalankan tes yang valid tetapi masih sedikit pemahaman dari tes tersebut tentang solusi terbaik.	Melakukan lebih banyak percobaan pada prototype melakukan percobaan hanya untuk mengetahui bagaimana sesuatu bekerja.	Menjalankan tes berlaku sebagai bagian dari penyelidikan teknologi yang membantu mereka untuk belajar dengan cepat tentang variable desain, bahan-bahan untuk memahami bagaimana sesuatu bekerja, dan untuk mengoptimalkan kinerja prototype mereka dan	1 – 2 – 3 – 4

Kategori	Skala				Skor
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4	
				bagaimana mengembangkannya.	
Troubleshoot	Tidak melakukan eksperimen sehingga tidak mengidentifikasi lebih lanjut mengenai masalah yang mungkin timbul dari desain yang dibuat.	Tidak terfokus pada masalah yang mungkin ditimbulkan dari prototype yang dibuat, hanya untuk mengetahui apakah prototype bekerja atau tidak.	Mempunyai cara non analisis untuk menyelesaikan masalah yang ada pada eksperimen.	Memusatkan perhatian pada daerah bermasalah ketika terdapat masalah pada prototype mereka. Mulai mengamati kinerja produk secara keseluruhan mulai melakukan diagnosa masalah. Memberikan penjelasan mengapa perilaku tersebut terjadi dan mendeteksi kelemahan yang dapat memunculkan ide-ide untuk perbaikan sederhana fitur tambahan. Mengusulkan cara	1 – 2 – 3 – 4

Kategori	Skala				Skor
	<i>Beginning designer</i> 1	<i>Emerged designer</i> 2	<i>Develoving designer</i> 3	<i>Infromed designer</i> 4	
				untuk memperbaikinya.	
Revise	Mendesain dengan cara serampangan dan sedikit perbaikan yang dilakukan. Melakukan desain sebagai satu set strategi yang dilakukan sekali rangkaian.	Mendesain dengan cara serampangan dan lebih banyak pembelajaran atau perbaikan yang dilakukan.	Mendesain dengan cara dikelola dimana ide-ide ditingkatkan. Memperlakukan desain sebagai 2 langkah dalam rangkaian. Meningkatkan ide dan prototype berdasarkan umpan balik.	Mendesain dengan cara dikelola dimana ide-ide ditingkatkan. Meningkatkan ide dan prototype berdasarkan umpan balik. Mengelola waktu dan sumber daya yang strategis.	1 – 2 – 3 – 4

3.7.4 Uji Perbedaan Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif dan *Engineering Design Behaviour*

Alur pengujian hipotesis untuk mengetahui perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif dan *engineering design behaviour* menggunakan serangkaian uji prasyarat, yaitu uji normalitas dan homogenitas. Adapun penjabaran dari uji statistika tersebut adalah sebagai berikut:

a). Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui sebaran distribusi data yang diperoleh terdistribusi normal ataupun tidak. Melalui uji normalitas peneliti dapat mengetahui apakah sampel yang diambil telah mewakili populasi penelitian. Hipotesis yang akan diuji dalam uji normalitas adalah:

H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Kriteria pengambilan keputusannya yaitu:

i). Jika nilai signifikansi (sign.) < 0.05 , maka H_0 ditolak, dengan kata lain data tidak terdistribusi normal

ii). Jika nilai signifikansi (sign.) > 0.05 , maka data H_0 diterima, dengan kata lain data terdistribusi normal.

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilks* melalui program IBM SPSS 20 dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0.05$). Jika data berdistribusi normal, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas.

b). Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah data yang didapat dari kelas eksperimen dan kontrol memiliki kesamaan varians. Uji homogenitas dalam kelompok ini menggunakan *Levene Test (Test of Homogeneity of*

Variances) pada program IBM SPSS 24 dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0.05$).

Hipotesis yang akan diuji dalam uji homogenitas adalah:

H_0 : varians kedua data tidak homogen

H_1 : varians kedua data homogen

Kriteria pengambilan keputusan:

- i). Jika nilai signifikansi (sign.) < 0.05 , maka H_0 ditolak, dengan kata lain varians kedua data tidak homogen.
- ii). Jika nilai signifikansi (sign.) > 0.05 , maka data H_0 diterima, dengan kata lain varians kedua data homogen.

Jika data bervariasi homogen, maka langkah uji hipotesis dapat dilakukan secara parametrik menggunakan uji t. Jika data bervariasi tidak homogen, maka pengujian hipotesis menggunakan uji t'.

c). Uji Hipotesis

Uji normalitas dan uji homogenitas yang sebelumnya telah dilakukan digunakan sebagai prasyarat dalam penggunaan statistik parametrik atau non parametrik yang akan digunakan untuk uji hipotesis. Penjelasan terkait statistik parametrik dan non-parametrik adalah sebagai berikut:

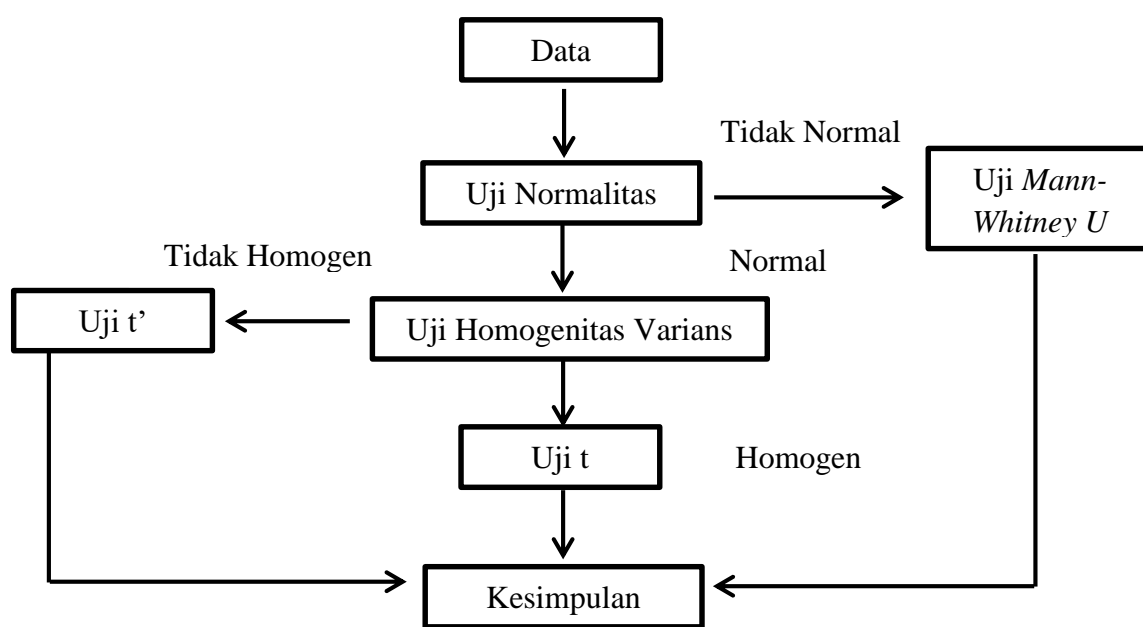
1). Uji Statistik Parametrik

Uji statistik parametrik digunakan jika data memenuhi asumsi statistik, yaitu jika data terdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen. Dan jika terdistribusi normal tetapi memiliki varian tidak homogen. Untuk menguji hipotesis pada data statistik parametrik dapat menggunakan Uji-t (*independent sample test*). Untuk menguji hipotesis pada data statistik parametrik dapat menggunakan Uji-t (*t-test*). Pengambilan keputusannya yaitu apabila nilai sig $< \alpha$, dengan $\alpha = 0.05$ maka H_0 diterima.

2). Uji Statistik Non-Parametrik

Uji statistik non-parametrik digunakan jika tidak memenuhi persyaratan uji parametrik dalam arti data terdistribusi tidak normal dan tidak homogen. Uji statistik non-parametrik yang digunakan jika asumsi parametrik tidak terpenuhi adalah uji *Mann-Whitney U*. Pengambilan keputusan dilihat dari nilai $\text{sig} < \alpha$, dengan $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima

Alur pengolahan data untuk membuktikan hipotesis secara umum ditunjukkan oleh Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alur Pengolahan Data untuk Pembuktian Hipotesis

3.8 Definisi Operational

3.8.1 Kemampuan Kognitif

Kemampuan ini mengukur penguasaan konsep siswa dalam memaknai isi (pesan) dan memahami suatu materi yang dipelajari dalam suatu pembelajaran. Proses kognitif dari kemampuan memahami dalam penelitian ini terdiri atas empat aspek yang meliputi: C2 memahami, C3 aplikasi, C4 analisis, C5 evaluasi. Instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan

memahami ini adalah tes pilihan ganda pada materi listrik dinamis yang dikembangkan berdasarkan aspek kognitif kemampuan memahami. Sedangkan perbedaan peningkatan kemampuan memahami diketahui melalui rata-rata nilai *N-Gain* dengan menggunakan uji statistik.

3.8.2 Keterampilan Berpikir Kreatif

Penelitian ini mengukur kreatifitas saintifik (*the natural of scientif creativity*) untuk kategori *creative person*. Keterampilan berpikir kreatif yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan untuk berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), dan berpikir orisinal (*originality*) dalam mengajukan gagasan, ide atau penyelesaian masalah kontekstual. Instrumen untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif fisika siswa dalam penelitian ini menggunakan instrumen tes dengan bentuk esai. Analisis peningkatan keterampilan berpikir kreatif dilihat dari perbandingan skor *pretest* dan *posttest* siswa yang dianalisis menggunakan rubrik penilaian. Kategori peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa ditentukan dengan menghitung gain ternormalisasi (*N-Gain*) kemudian diinterpretasikan dengan kriteria Hake.

3.8.3 Engineering Design Behaviour

Penelitian ini mengukur siswa dalam proses *engineering design*. Keterampilan ini mengukur siswa bagaimana dalam berpikir, mendesain, membuat, dan menguji suatu proyek dalam hal ini menyangkut kedalam pembelajaran pada materi listrik dinamis. Instrumen untuk menganalisis *engineering design behaviour* siswa pada materi fisika dalam penelitian ini menggunakan instrumen tes dengan bentuk esai. Analisis peningkatan proses *engineering design behaviour* selain dilihat dari nilai skor *pretest* dan *posttest* siswa yang dianalisis menggunakan rubrik *engineering design behaviour*, ditentukan juga dengan menghitung gain ternormalisasi (*N-Gain*) kemudian diinterpretasikan dengan kriteria Hake.

3.9 Uji Efektivitas Pembelajaran Model Project Based Learning (PjBL) yang disisipi Multirepresentasi Dinamik

Uji yang digunakan untuk mengetahui efektivitas model PjBL yang disisipi multirepresentasi dinamik menggunakan rumus *effect size* atau uji dampak. Ukuran dampak adalah pengukuran sederhana untuk mengkuantifikasi perbedaan antara dua kelompok atau kelompok yang sama dari waktu ke waktu. Dalam lingkungan pendidikan, ukuran dampak adalah salah satu cara untuk mengukur efektivitas intervensi tertentu. Ukuran dampak dihitung dengan mengambil perbedaan dua nilai rata-rata dan kemudian membagi angka ini dengan standar deviasi nilai siswa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung d Cohen (Cohen, 2002) yaitu:

$$d_{\text{cohen}} = \frac{|M_E - M_C|}{SD_{\text{pool}}} \quad (3.8)$$

$$SD_{\text{pool}} = \sqrt{\frac{(N_1 - 1)SD_E^2 + (N_2 - 1)SD_C^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (3.9)$$

Keterangan:

- d_{cohen} = *effect size*
- M_E = nilai rata-rata kelas eksperimen
- M_C = nilai rata-rata kelas kontrol
- SD_{pool} = standar deviasi untuk kedua kelas partisipan
- SD_E^2 = standar deviasi kelas eksperimen
- SD_C^2 = standar deviasi kelas kontrol
- N_1 = jumlah siswa kelas eksperimen
- N_2 = jumlah siswa kelas kontrol

Nilai koefisien ukuran dampak dapat diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria Cohen (Becker, 2000) yang tercantum pada Tabel 3.21.

Tabel 3.21 Interpretasi Ukuran Dampak

Ukuran Dampak (d)	Kategori
$0,8 < d < 2,0$	Besar
$0,5 < d < 0,8$	Sedang
$0,2 < d < 0,5$	Kecil

(Becker, 2000)

3.10 Analisis Hasil Angket Tanggapan Siswa Terhadap Model Project Based Learning (PjBL) yang disisipi Multirepresentasi Dinamik

Menghitung persentase hasil angket tanggapan siswa dan guru terhadap penggunaan startegi pembelajaran dilakukan dengan melihat jawaban setiap siswa terhadap pernyataan-pernyataan kuesioner yang diberikan menggunakan rumus:

$$\% \text{ persetujuan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh pada tiap item}}{\text{jumlah skor ideal untuk seluruh item}} \times 100\% \quad (3.10)$$

Kemudian menganalisis tanggapan yang diberikan siswa tersebut dengan menentukan kategori persentase tanggapan sesuai dengan Tabel 3.21

Tabel 3.21 Kategori Persentase Tanggapan

Batasan	Kategori
Tanggapan $\geq 85\%$	Sangat setuju
$70\% \leq$ Tanggapan $< 85\%$	Setuju
$50\% \leq$ Tanggapan $< 70\%$	Kurang setuju
Tanggapan $< 50\%$	Tidak setuju