

BAB III

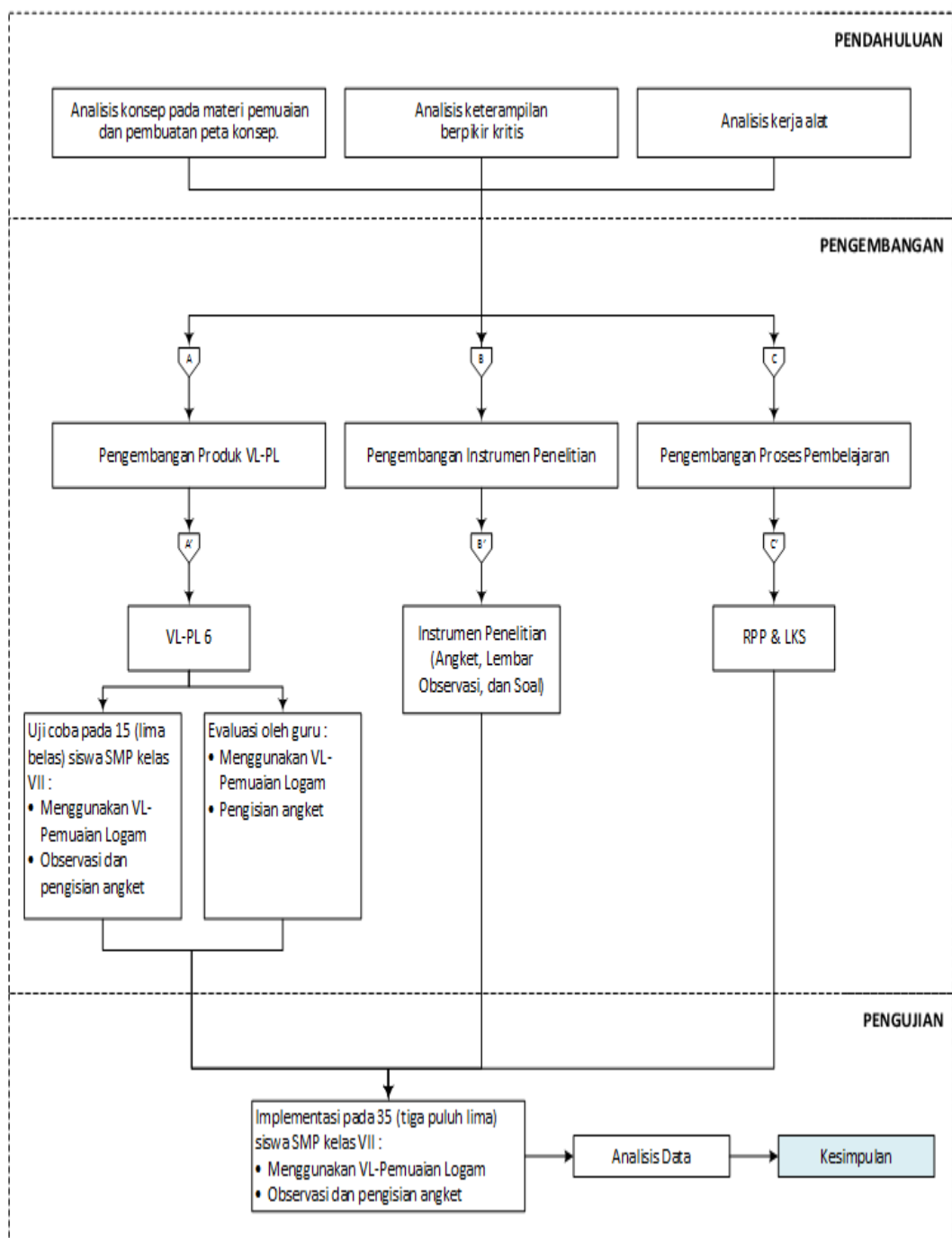
METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

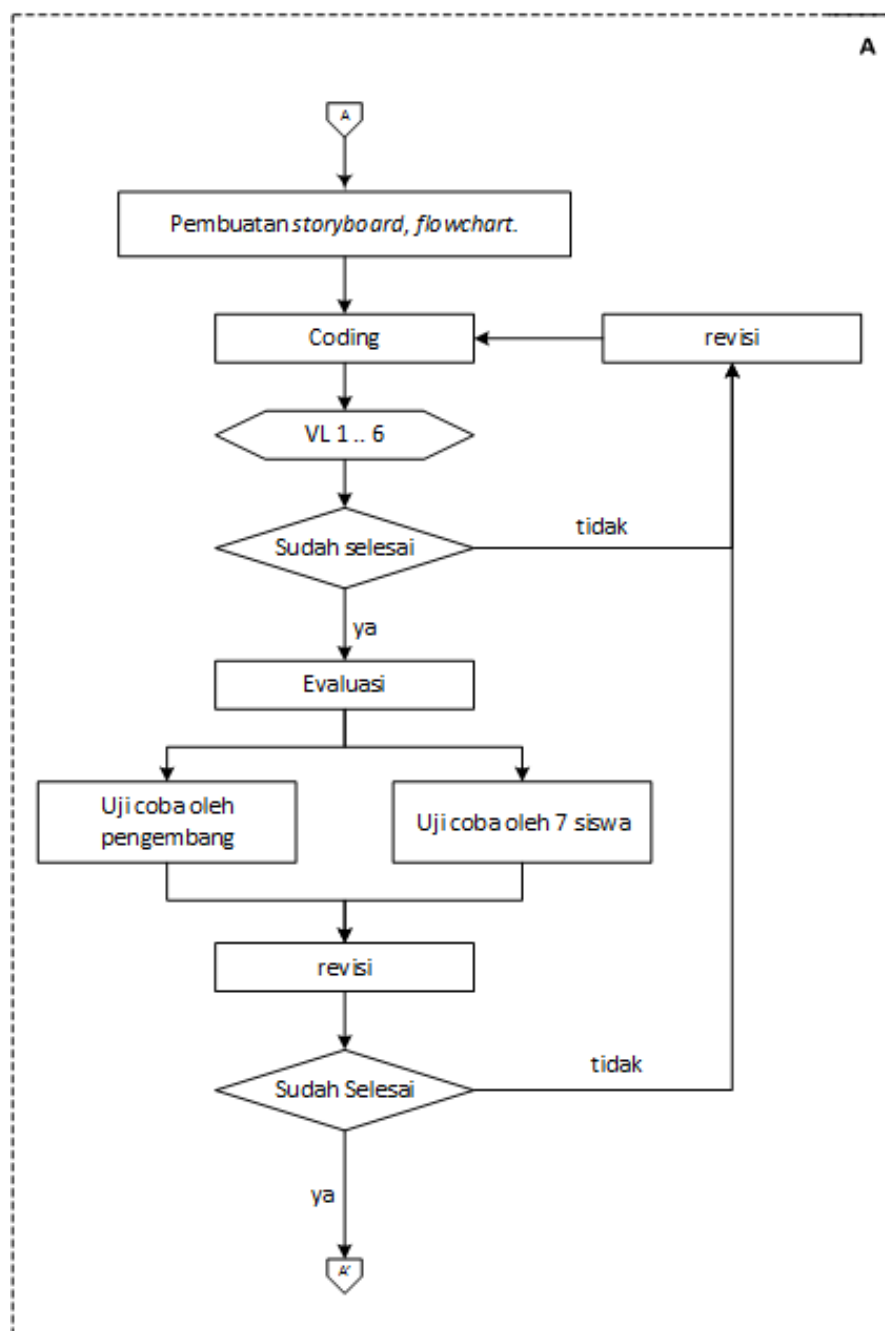
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian R & D adalah suatu langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*). Dalam penelitian ini produk yang dihasilkan berupa *courseware Virtual Laboratory* pada materi pemuaian (Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam).

Untuk dapat menghasilkan produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam, ditempuh langkah-langkah penelitian R & D milik Borg dan Gall yang dimodifikasi. Langkah-langkah tersebut meliputi tiga tahap, yaitu: studi pendahuluan, pengembangan, dan pengujian (Sukmadinata, 2012: 184). Studi pendahuluan meliputi studi lapangan dan studi literatur. Pengembangan meliputi pembuatan produk dan pembuatan instrumen. Selanjutnya tahap pengujian meliputi uji coba terbatas dan penerapan produk dalam skala kecil. Gambaran langkah-langkah tersebut disajikan dalam gambar 3.1.

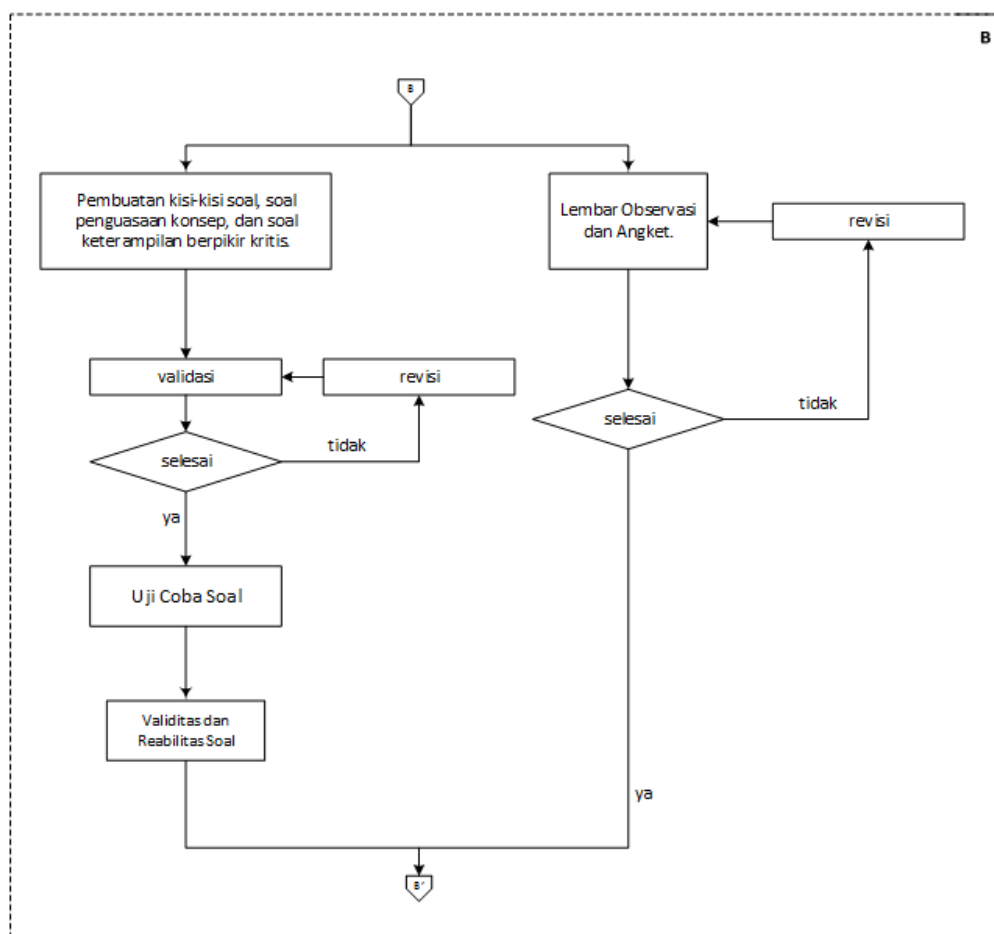
Desain pengujian produk menggunakan *one group pretest-posttest* design pada satu kelas beranggotakan tiga puluh lima (35) orang siswa kelas VII SMPN di Bandung.



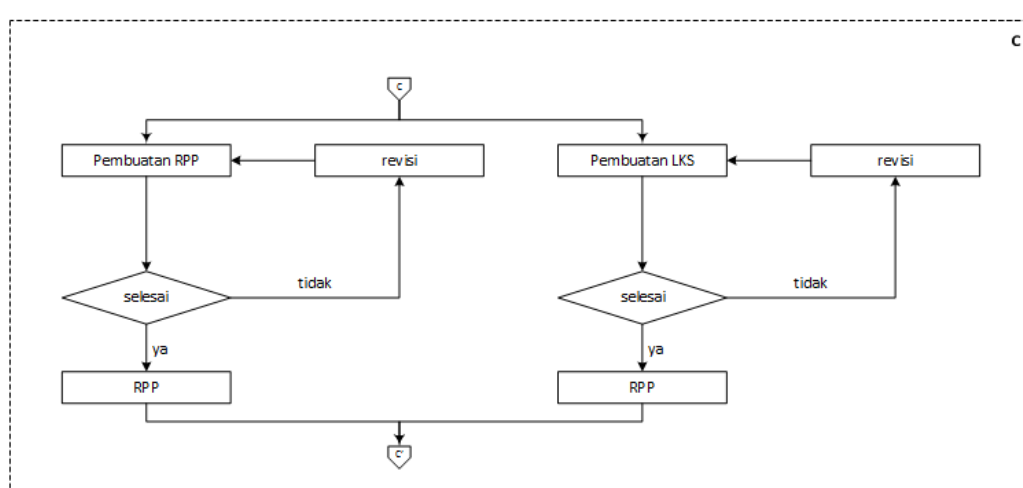
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian dan Pengembangan



Gambar 3.2. Diagram Alur Pengembangan Produk



Gambar 3.3. Diagram Alur Pengembangan Instrumen



Gambar 3.4. Diagram Alur Pengembangan Pembelajaran

B. Prosedur penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui dua cara berupa studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan berupa wawancara kepada beberapa guru IPA di salah satu SMPN kota Bandung. Tema wawancara mengenai kegiatan praktikum dan masalah yang dihadapi dalam kegiatan praktikum. Studi literatur berupa analisis konsep, analisis keterampilan berpikir kritis dan analisis kerja alat.

a. Studi lapangan

Studi lapangan merupakan langkah awal untuk mengetahui potensi dan masalah apa saja yang ada di lapangan. Potensi dan masalah yang dimaksud adalah potensi dan masalah yang berkaitan dengan kegiatan praktikum pemuaiian. Dari studi lapangan dapat diperoleh gambaran keadaan nyata berkaitan dengan kegiatan praktikum pemuaiian.

Studi lapangan dilakukan melalui wawancara kepada enam orang guru IPA di SMPN kota Bandung. Wawancara kepada enam guru tersebut dilakukan secara terpisah. Pertanyaan wawancara meliputi frekuensi kegiatan praktikum, kelengkapan alat praktikum, serta masalah yang dihadapi oleh guru ketika melakukan kegiatan praktikum. Hasil wawancara ditunjang dengan data kelengkapan alat praktikum, serta catatan agenda laboratorium IPA. Hasil studi lapangan ada di dalam lampiran A.1.

b. Studi literatur

Untuk menindak lanjuti hasil studi lapangan, dilakukan studi literatur meliputi: analisis konsep pada materi pemuaiian serta pembuatan peta konsep, analisis keterampilan berpikir kritis, dan analisis kerja alat.

1) Analisis konsep pada materi pemuaiian

Analisis konsep pada materi pemuaiian dilakukan untuk mengetahui konsep apa saja yang terkandung dalam materi pemuaiian. Analisis konsep diharapkan dapat mengarahkan Laboratorium Virtual Pemuaiian Logam yang

dikembangkan agar sesuai dengan konsep yang terkandung dalam materi pemuaihan dan tidak keluar dari jalur kurikulum yang berlaku.

Analisis konsep dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi: 1) perumusan definisi konsep; 2) menentukan jenis konsep dan atribut konsep; 3) menentukan hierarki (urutan konsep).

Hasil analisis konsep pada materi pemuaihan berupa tabel yang terdiri dari enam bagian meliputi: 1) label konsep; 2) Definisi konsep; 3) Jenis konsep; 4) Atribut konsep; 5) posisi konsep; 6) Contoh. Tabel analisis konsep tersebut tergambar dalam lampiran A.2.

2) Analisis keterampilan berpikir kritis

Analisis keterampilan berpikir kritis dilakukan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis apa saja yang dapat dibangun atau ditingkatkan pada materi pemuaihan melalui Laboratorium Virtual Pemuaihan Logam yang dikembangkan.

Analisis keterampilan berpikir kritis dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi: 1) Menentukan aspek keterampilan berpikir kritis yang dapat ditingkatkan melalui Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaihan Logam; 2) Menentukan indikator keterampilan berpikir kritis untuk setiap aspek keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan hasil analisis keterampilan berpikir kritis, terdapat tujuh (7) indikator berpikir kritis yang dapat ditingkatkan melalui Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaihan Logam meliputi: 1) Menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan; 2) Mengamati; 3) Mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi; 4) Menginduksi; 5) Mempertimbangkan hasil induksi; 6) Mendefinisikan istilah; 7) Menentukan tindakan. Hasil analisis keterampilan berpikir kritis pada materi pemuaihan tergambar dalam lampiran A.3.

b) Analisis kerja Alat

Analisis kerja alat dilakukan untuk mengetahui bagaimana alat dapat bekerja. Alat yang dimaksud dalam Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaihan Logam adalah alat Muschenbroek dan Bimetal. Alat

Muschenbroek menggambarkan proses pemuaian beberapa batang logam saat dipanaskan. Batang logam mendorong tuas jarum penunjuk. Dalam alat Muschenbroek terdapat perubahan pertambahan panjang yang bersifat linier menjadi perubahan sudut jarum sudut.

Dalam analisis kerja alat ini, dilakukan praktikum menggunakan alat nyata. Praktikum menggunakan alat nyata dilakukan oleh pengembang untuk mengetahui beberapa hal meliputi: 1. Cara kerja alat *Muschenbroek*; 2. Cara kerja alat bimetal; 3. kelebihan dan kekurangan praktikum menggunakan *Muschenbroek*; 4. Kelebihan dan kekurangan praktikum menggunakan bimetal.

Praktikum nyata dilakukan sebanyak dua kali. Praktikum pertama dilakukan dengan menggunakan alat *Muschenbroek* dan bimetal milik pengembang. Praktikum kedua dilakukan dengan menggunakan alat *Muschenbroek* dan termometer di laboratorium Fisika dasar FPMIPA UPI.

Berdasarkan praktikum pemuaian yang dilakukan menggunakan alat nyata tersebut dibuat laporan tertulis yang berjudul Virtual Lab sebagai Optimasi alat nyata. Laporan tersebut terdapat dalam lampiran. A.4.

Untuk mengatasi kendala pada praktikum nyata tersebut dibutuhkan alternatif yang membuat pembelajaran berjalan lebih optimal. Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam sebagai optimasi alat nyata dapat berperan sebagai alternatif untuk melengkapi penggunaan alat nyata.

2. Pengembangan

a. Pengembangan Produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam

1) Pembuatan *flowchart* dan *storyboard* Laboratorium Virtual Pemuaian Logam

Untuk mengembangkan Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam dibuat dua buah *flowchart*. *Flowchart* pertama untuk menggambarkan diagram alur percobaan *Muschenbroek*. *Flowchart* ke dua untuk menggambarkan diagram alur percobaan bimetal. Hasil *flowchart* percobaan

Muschenbroek terdapat dalam lampiran A.6. hasil *flowchart* percobaan bimetal terdapat dalam lampiran A.7. *Storyboard* merupakan penjelasan lebih lanjut dari *flowchart*. *Storyboard* berisi gambaran pekerjaan yang harus dilakukan oleh *programmer* dalam membuat sebuah *courseware* Laboratorium Virtual Pemuaian Logam yang dikembangkan.

Storyboard Laboratorium Virtual Pemuaian Logam yang dikembangkan mengalami delapan kali proses revisi. Proses pengembangan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dilakukan dari tanggal 1 januari 2015 hingga 30 april 2015. Hasil pembuatan *storyboard* berupa tabel meliputi: 1. Gambar yang akan ditampilkan; 2. Keterangan program; 3. Keterangan gambar. *Storyboard* secara lengkap terdapat dalam lampiran A.8.

2) **Coding data oleh programmer**

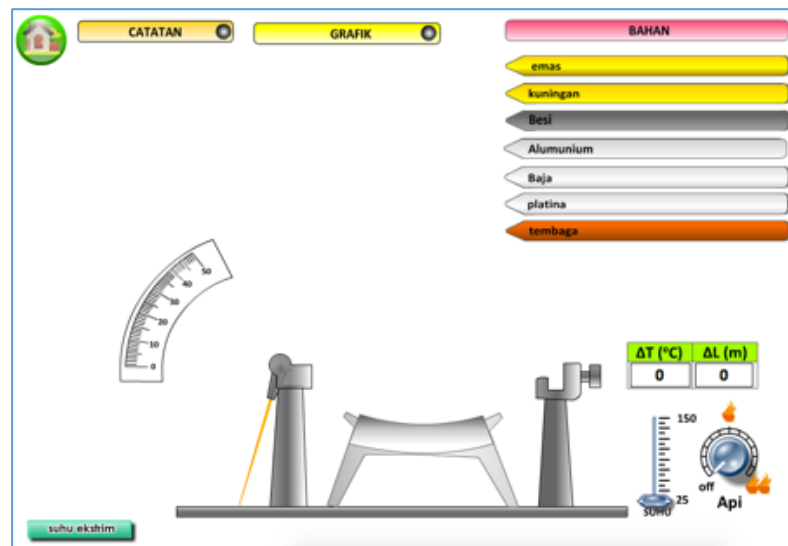
Proses yang sangat menentukan dalam desain produk adalah *coding* data. *Coding* data merupakan proses pembuatan program Laboratorium Virtual Pemuaian Logam yang dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *flash 8*. Kegiatan *coding* data dilakukan oleh *programmer*.

Kegiatan *coding* data dilakukan dalam enam siklus perbaikan. Setelah *coding* data selesai, produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dievaluasi oleh pengembang. Apabila masih terdapat ketidaksesuaian antara *storyboard* dan *courseware*, maka dilakukan perbaikan dengan *coding* data kembali.

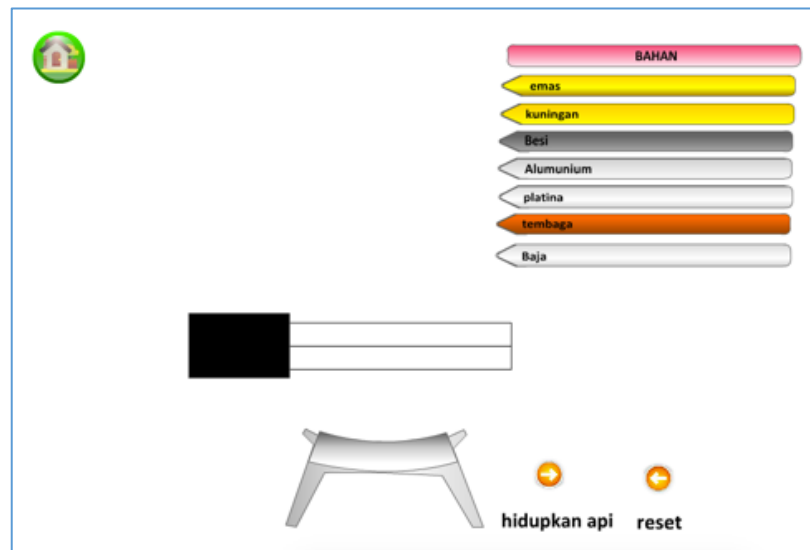
Untuk menghasilkan Produk yang layak digunakan, Laboratorium Virtual Pemuaian Logam yang dikembangkan mengalami proses revisi hingga enam kali. Sebagai acuan proses revisi desain, dibuat lembar evaluasi program yang bertujuan mengecek kesesuaian program Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dengan *storyboard*. Selain itu, lembar evaluasi program bertujuan memastikan setiap tombol dan *frame* berfungsi dengan baik.

Pada Laboratorium Virtual Pemuaian Logam versi satu masih terdapat banyak kekurangan, di antaranya bentuk tombol *start* untuk menyalakan api

berupa tombol putar masih kurang sensitif. Selain itu, skala suhu tidak terlihat jelas.

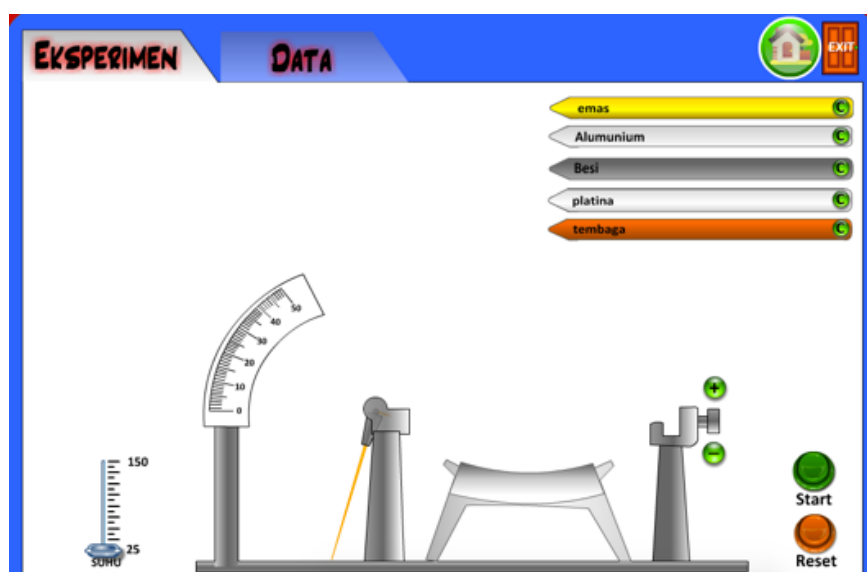


Gambar 3.5a. Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi 1



Gambar 3.5b. Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi 1

Pada Laboratorium Virtual pada Materi Pemuai Logam versi dua terdapat perubahan posisi skala suhu menjadi di kiri agar terlihat lebih jelas. Namun angka pada skala suhu sulit terbaca karena angka yang tertulis hanya angka suhu minimal dan maksimal saja. Tombol start diubah menjadi bentuk tombol tekan. Muncul tombol *zero adjustment* berupa tanda positif dan negatif. Pada bagian praktikum bimetal, sistem navigasi penempatan logam saat *didrag* masih kurang sensitif.

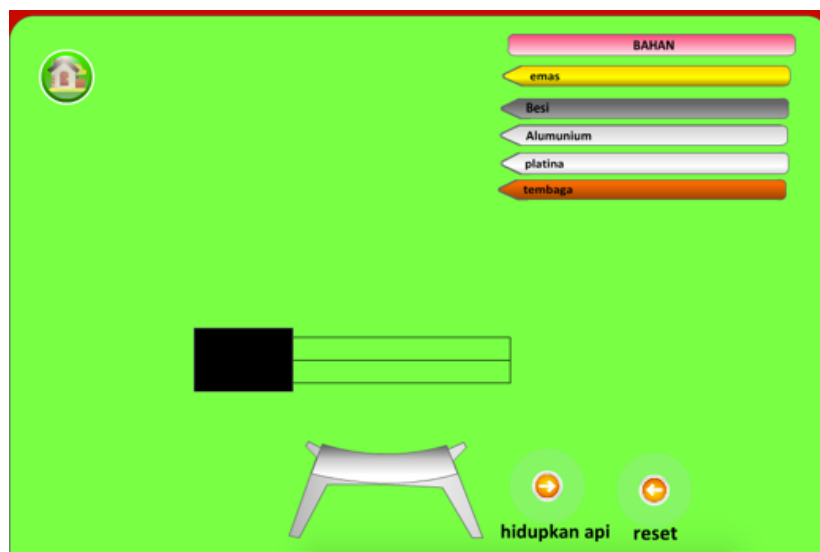


Novi Nurhayati, 2016

PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATERI PEMUAIAN UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

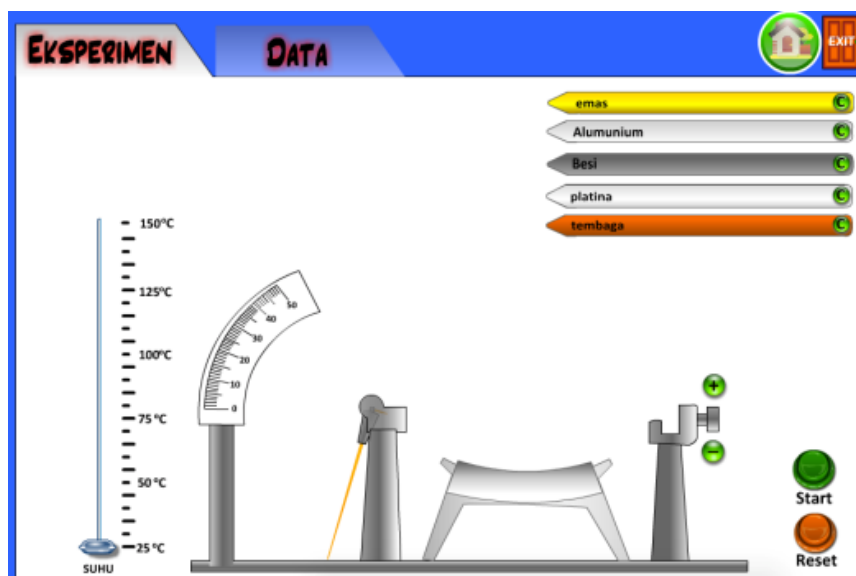
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.6a. Laboratorium Virtual Pemuaian Logam versi 2

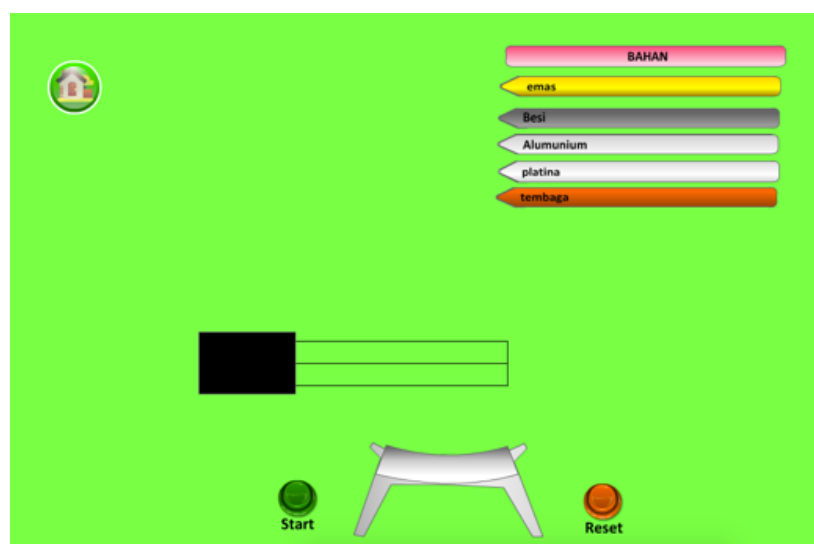


Gambar 3.6b. Laboratorium Virtual Pemuaian Logam versi 2

Pada Laboratorium Virtual Pemuaian Logam versi tiga terdapat perubahan ukuran skala suhu menjadi lebih panjang agar terlihat lebih jelas. Namun angka pada skala suhu sulit terbaca karena angka yang tertulis angka tertulis pada garis skala panjang dan pendek. Pada bagian praktikum bimetal, sistem navigasi penempatan logam saat *didrag* sudah berfungsi baik. Namun api hanya menyala sebentar.

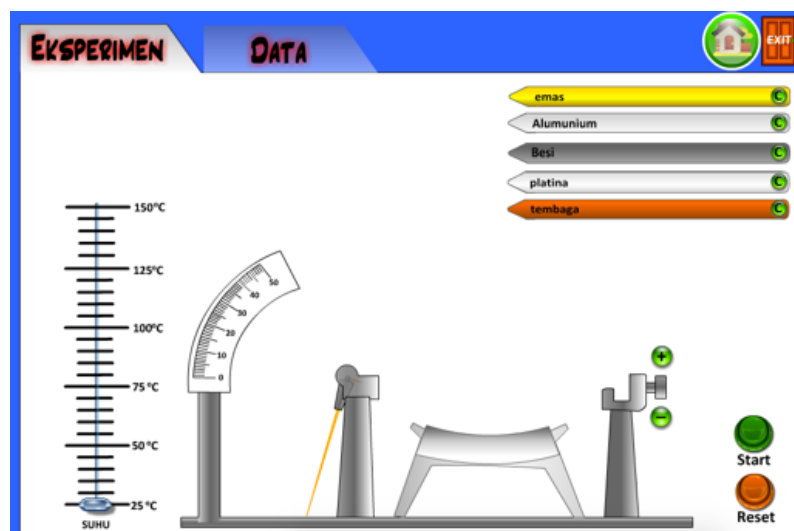


Gambar 3.7a. Laboratorium Virtual Pemuain Logam versi 3

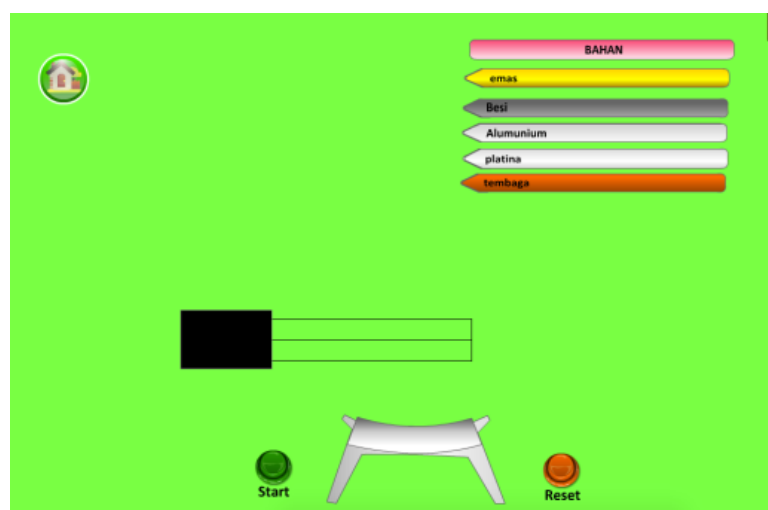


Gambar 3.7b. Laboratorium Virtual Pemuain Logam versi 3

Pada Laboratorium Virtual Pemuain Logam versi empat terdapat perubahan skala pada batang skala suhu. Setiap garis skala dan angka dapat terbaca dan terlihat dengan jelas.



Gambar 3.8a. Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi 4



Gambar 3.8b. Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi 4

Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi lima dan enam tidak terdapat perubahan tampilan. Perbaikan hanya pada sistem navigasi saja. Pada Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi lima sistem navigasi saat mendrag batang logam pada alat muschenbroek dan bimetal diperbaiki sehingga lebih mudah digunakan. Laboratorium Virtual Pemuai Logam versi enam adalah bentuk final dari rangkaian pengembangan.

3) Uji coba Laboratorium Virtual Pemuai Logam

Novi Nurhayati, 2016

PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATERI PEMUAIAN UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

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

Uji coba produk dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu tahap uji coba perorangan (*one-to-one trying out*). Uji coba perorangan ini dilakukan untuk memperoleh masukan awal tentang produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam. Uji coba perorangan dilakukan kepada tujuh (7) orang siswa. Selanjutnya tahap kedua yaitu uji coba kelompok kecil (*small group tryout*). Uji coba ini melibatkan subjek lima belas (15) orang siswa.

4) Revisi produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam

Revisi desain merupakan tindak lanjut dari uji coba produk. Revisi desain didapatkan berdasarkan temuan atau rekomendasi dari uji coba produk. Revisi desain bertujuan untuk mendapatkan desain produk yang terbaik. Revisi desain yang dimaksud dapat berupa warna, bentuk tampilan tombol, tampilan gambar alat, maupun sistem navigasi.

b. Pengembangan Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk memperoleh data guna mengungkap Penguasaan Konsep dan Keterampilan berpikir kritis siswa. Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini tergambar dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Instrumen Penelitian

No	Instrumen	Sumber data
----	-----------	-------------

1	Lembar Evaluasi Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam	Laboratorium Virtual Pemuaian Logam
2	Lembar observasi	Siswa
3	Angket untuk siswa	Siswa
4	Angket untuk guru	Guru
5	Lembar Penilaian Unjuk Kerja	Siswa
6	Tes tertulis berupa soal pilihan ganda untuk mengukur Penguasaan Konsep	Siswa
7	Tes tertulis berupa soal pilihan ganda untuk mengukur Penguasaan Konsep	Siswa

Lembar evaluasi Laboratorium Virtual Pemuaian Logam digunakan untuk mengevaluasi apakah *courseware* Laboratorium Virtual Pemuaian Logam yang dikembangkan sudah sesuai dengan *Storyboard* Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam. Lembar evaluasi program Laboratorium Virtual Pemuaian Logam berupa tabel yang terdiri dari enam (6) bagian utama meliputi: 1) Nomor *frame*/ halaman; 2) Kendali program; 3) Kesesuaian kendali program; 4) Keterangan gambar; 5) Kesesuaian keterangan gambar; 6) Revisi. Lembar evaluasi Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dapat dilihat pada lampiran A.7.

Lembar Observasi digunakan untuk mencatat hasil observasi terhadap siswa saat menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam. Lembar observasi ini memberikan gambaran pelaksanaan uji coba produk Laboratorium Virtual Pemuaian Logam. Lembar observasi siswa berupa daftar ceklis kegiatan siswa selama pembelajaran menggunakan Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam.

Angket untuk siswa berupa skala sikap untuk melihat tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian

Logam. Angket terdiri dari tiga bagian utama meliputi: 1) Kesesuaian Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dengan alat sesungguhnya; 2) Sistem navigasi; 3) Desain Grafis.

Angket untuk guru berupa skala sikap untuk melihat tanggapan guru terhadap proses pembelajaran menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam. Angket terdiri dari empat bagian utama meliputi: 1) Kesesuaian Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dengan alat sesungguhnya; 2.) Kesesuaian konsep; 3) Sistem navigasi; 4) Desain Grafis.

Lembar penilaian unjuk kerja siswa digunakan untuk mengukur keterampilan siswa melakukan pengamatan menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam. Lembar penilaian unjuk kerja ini berisi enam belas pernyataan. Masing-masing pernyataan memiliki tiga opsi penilaian, yaitu: baik, sedang, kurang. Indikator penilaian baik, sedang, kurang dijelaskan dalam rubrik penilaian. Lembar penilaian unjuk kerja siswa terdapat di lampiran B.8.

Jenis tes tertulis adalah tes pilihan ganda yang digunakan untuk mengukur Penguasaan Konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Agar instrumen merupakan alat ukur yang baik, maka disusun langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membuat kisi-kisi soal Penguasaan Konsep dan kisi-kisi soal keterampilan berpikir kritis

Kisi-kisi soal Penguasaan Konsep dibuat dalam bentuk tabel yang tersusun dari kolom indikator soal, ranah kognitif, banyaknya soal tiap indikator. Hasil kisi-kisi soal Penguasaan Konsep terdapat dalam lampiran B.1. Kisi-kisi soal keterampilan berpikir kritis dibuat dalam bentuk tabel yang tersusun dari aspek berpikir kritis, indikator berpikir kritis, banyaknya soal dan nomor soal.

- b. Menyusun soal tes berdasarkan kisi-kisi yang telah dibuat

Berdasarkan kisi-kisi soal yang telah dibuat, disusun soal tes Penguasaan Konsep dan soal tes keterampilan berpikir kritis. Soal Penguasaan Konsep terdiri dari sebelas soal pilihan ganda. Soal keterampilan berpikir kritis terdiri dari tujuh soal pilihan ganda. Soal Penguasaan Konsep terdapat dalam lampiran B.2 sedangkan soal Keterampilan Berpikir Kritis terdapat dalam lampiran B.4.

c. Validasi Soal

Validasi soal dilakukan untuk memastikan setiap soal yang digunakan telah tepat mengukur apa yang hendak diukur. Validasi soal dilakukan oleh ahli bidang konten yaitu seorang dosen. Hasil Lembar *Judgment* soal terdapat dalam lampiran D.2.

d. Revisi

Berdasarkan saran atau masukan dari *validator*, dilakukan revisi soal berupa perbaikan penulisan soal dan tampilan gambar pada soal.

e. Uji coba Soal

Uji coba soal dilakukan untuk mengetahui validitas dan realibilitas soal yang akan dijadikan instrumen penelitian. Uji coba soal diberikan pada tiga puluh (30) orang siswa kelas delapan (8). Berdasarkan hasil uji coba soal diketahui bahwa validitas soal termasuk kategori tinggi. Reliabilitas soal uji coba pun tergolong kategori tinggi. Dengan demikian soal Penguasaan Konsep dan keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan layak digunakan sebagai instrumen penelitian. Perhitungan validitas dan reliabilitas soal terdapat pada lampiran.

Data yang diperoleh dari hasil tes setelah pembelajaran, selanjutnya diolah dan dianalisis untuk menguji hipotesis penelitian menggunakan teknik statistik inferensial. Statistik analitik/inferensial dalam penelitian ini digunakan untuk uji validitas, uji reabilitas, uji normalitas, dan uji hipotesis statistik. Menurut pendapat Nana sudjana dan Ibrahim (1998:127) "...statistik analitik/inferensial merupakan kelanjutan dari

statistik deskriptif yang digunakan untuk menguji hipotesis dan syarat-syaratnya, serta untuk keperluan generalisasi hasil penelitian.

a) Menentukan Validitas

Validitas yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah validitas empiris atau pengalaman, menurut Suharsimi (2002: 66) menyatakan bahwa “Sebuah instrumen dapat dikatakan dapat memiliki validitas empiris apabila sudah diuji dari pengalaman”, jenis validitas empirik yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas konstruksi, karena sesuai dengan pendapat Suharsimi (2002: 67) “Sebuah tes dikatakan memiliki konstruksi apabila butir-butir soal yang membangun tes tersebut mengukur setiap aspek berpikir seperti yang disebutkan dalam Tujuan Instruksional Khusus”.

Soal dikatakan valid apabila dapat mengukur apa yang hendak diukur. Untuk mengetahui valid atau tidaknya tes dapat dianalisis dengan validitas isi (*content validity*). Untuk mengetahui validitas isi dilakukan dengan meminta pertimbangan ahli terhadap soal keterampilan berpikir kritis dan Penguasaan Konsep. Hasil pertimbangan tersebut baik berupa saran maupun koreksi yang disampaikan, direvisi oleh peneliti baru kemudian soal tersebut digunakan untuk di uji coba. Untuk menentukan perhitungan validitas butir soal digunakan rumus korelasi produk momen pearson yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

(Erman, 2003 : 120)

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel x dan variabel y

x = skor siswa pada tiap butir soal

y = skor total tiap responden (siswa)

n = jumlah peserta tes

Tolak ukur untuk menginterpretasikan derajat validitas di atas menggunakan kriteria menurut Guilford (dalam Suherman dan Sukjaya, 1990) seperti tercantum dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2
Klasifikasi Koefisien Validitas

Koefisien validitas r_{xy}	Interpretasi
$0,90 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,70 \leq r_{xy} < 0,90$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,70$	Cukup
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat Rendah
$r_{xy} < 0,00$	Tidak valid

(Erman, 2003: 113)

Hasil uji coba soal dianalisis dengan bantuan program *Anates V4*. Validitas butir soal dilihat melalui hubungan korelasi butir soal terhadap skor total.

b) Menentukan Reliabilitas

Reliabilitas merupakan ketepatan suatu tes apabila digunakan pada subyek yang sama. Pengujian reabilitas menggunakan formula Spearman-Brown dengan rumus produk moment dengan angka kasar dari Karl Pearson yaitu:

$$r_{11} = \frac{n \sum x_1 x_2 - (\sum x_1)(\sum x_2)}{\sqrt{(n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2)(n \sum x_2^2 - (\sum x_2)^2)}}$$

(Erman, 2003: 139)

Keterangan:

- $r_{\frac{11}{22}}$ = koefisien realibilitas bagian
 x_1 = kelompok belahan pertama
 x_2 = kelompok data belahan kedua
 n = jumlah peserta tes

untuk menghitung koefisien reliabilitas alat evaluasi keseluruhan (satu perangkat), Spearman-Brown mengemukakan rumus:

$$r_{11} = \frac{2r_{\frac{11}{22}}}{1 + r_{\frac{11}{22}}}$$

(Erman, 2003 : 140)

Hasil uji coba soal dianalisis dengan bantuan program *Anates V4*. Kriteria untuk reliabilitas instrumen dapat dinyatakan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.3
Kriteria Reliabilitas

Koefisien reliabilitas r_{11}	Interpretasi
$0,90 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,70 \leq r_{11} < 0,90$	Tinggi
$0,04 \leq r_{11} < 0,70$	Cukup
$0,20 \leq r_{11} < 0,40$	Rendah
$r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Erman, 2003: 139)

c) Indeks Kesukaran

Arikunto (2001) mengungkapkan bahwa soal tes hasil belajar dapat dinyatakan sebagai butir-butir soal yang baik, apabila butir-butir soal

tersebut tidak terlalu sukar dan tidak pula terlalu mudah. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang siswa untuk memecahkannya, dan soal yang terlalu sukar akan menyebabkan siswa putus asa dan tidak bersemangat untuk mencoba lagi karena di luar jangkauannya.

Taraf kesukaran bertujuan untuk mengetahui bobot soal yang sesuai dengan kriteria perangkat soal yang diharuskan. Penentuan siswa kelompok atas dan siswa kelompok bawah dilakukan dengan cara mengurutkan terlebih dahulu skor siswa dari yang tertinggi hingga terendah. Arikunto (2001) menyatakan bahwa untuk kelompok kecil, ambil sebanyak 50% siswa yang skornya tertinggi dan 50% siswa yang skornya terendah. Sedangkan untuk kelompok besar, ambil sebanyak 27% siswa yang skornya tertinggi dan 27% siswa yang skornya terendah. Selanjutnya masing-masing kelompok disebut kelompok atas dan kelompok bawah:

$$IK = \frac{JB_A + JB_B}{JS_A + JS_B}$$

(Erman, 2003: 170)

Asumsi yang digunakan untuk memperoleh kualitas soal yang baik adalah keseimbangan dari tingkat kesulitan soal tersebut. Keseimbangan yang dimaksudkan adalah adanya soal-soal yang termasuk mudah, sedang, dan sukar secara proporsional. Tingkat kesukaran suatu butir soal dihitung dengan menggunakan bantuan program *Anates V4*. Dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 3.4

Klasifikasi Indeks Kesukaran Soal

Indeks kesukaran	Klasifikasi
$IK = 0,00$	Terlalu Sukar
$0,00 < IK \leq 0,30$	Sukar
$0,30 < IK \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < IK < 1,00$	Mudah

$IK = 1,00$	Sangat Mudah
-------------	--------------

(Erman, 2003: 170)

d) Menghitung Daya Beda

Daya pembeda adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan kemampuan siswa. Angka yang menunjukkan besarnya daya pembeda disebut indeks diskriminasi atau *Discriminatory Power* (DP) yang berkisar antara 0,00 sampai dengan 1,00. *Discriminatory Power* (DP) atau daya pembeda dihitung dengan membagi siswa ke dalam dua kelompok yaitu: kelompok atas (*the higher group*) merupakan kelompok siswa yang tergolong pandai dan kelompok bawah (*the lower group*) merupakan kelompok siswa yang tergolong rendah. Untuk menentukan daya pembeda digunakan rumus:

$$DP = \frac{S_A - S_B}{J_A}$$

Keterangan:

 DP = indeks daya pembeda suatu butir soal S_A = jumlah skor kelompok atas S_B = jumlah skor kelompok bawah J_A = jumlah skor ideal kelompok atas

Kriteria penafsiran Daya Pembeda (DP) suatu butir soal menurut Suherman dan Sukjaya (1990) adalah sebagai berikut:

Tabel 3.5

Klasifikasi Daya Pembeda

Indeks DP	Klasifikasi
$DP \leq 0,00$	Sangat jelek
$0,00 < DP \leq 0,20$	Jelek
$0,20 < DP \leq 0,40$	Cukup

$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$0,70 < DP \leq 1,00$	Sangat baik

(Erman, 2003: 161)

Hasil uji coba soal diketahui bahwa soal Penguasaan Konsep dan soal Keterampilan Berpikir Kritis telah Valid dan Reliabel. Perhitungan validitas dan reliabilitas soal terdapat dalam lampiran D.1.

c. Pengembangan Proses Pembelajaran

Untuk mendapatkan proses pembelajaran yang optimal dilakukan pengembangan proses pembelajaran meliputi pembuatan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan pembuatan Lembar Kerja Siswa (LKS).

RPP Pemuaian ini terdiri dari delapan bagian meliputi: 1) Standar Kompetensi; 2) Kompetensi Dasar; 3) Indikator; 4) Tujuan Pembelajaran; 5) Materi; 6) Metode Pembelajaran; 7) Media dan Sumber Belajar; 8) Kegiatan Pembelajaran; 9) Penilaian. Bentuk RPP tergambar dalam lampiran C.1.

LKS merupakan panduan bagi siswa melakukan praktikum menggunakan Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam. LKS Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam terdiri dari dua bagian meliputi LKS Percobaan Muschenbroek dan Percobaan Bimetal. Masing-masing percobaan meliputi: 1) Tujuan; 2) Alat dan Bahan; 3) Fenomena; 4) Langkah kerja; 5) Pengolahan Data; 6) Pertanyaan. Bentuk LKS secara lengkap terdapat dalam lampiran C.2.

1. Pengujian

Setelah didapat prototipe Laboratorium Virtual Pemuaian Logam sebagai produk pengembangan, dilakukan pengujian implementasi dalam skala kecil. Uji coba pemakaian yaitu kegiatan uji coba penggunaan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam dalam pembelajaran di kelas yang terdiri dari tiga puluh lima (35) orang siswa.

Siswa duduk berpasangan menggunakan satu komputer di laboratorium komputer. Setiap siswa diobservasi selama pembelajaran menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam berlangsung. Untuk melakukan kegiatan praktikum menggunakan Laboratorium Virtual Pemuaian Logam, siswa menggunakan LKS.

C. Teknik pengolahan data

1. Uji hipotesis

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data untuk uji hipotesis adalah sebagai berikut:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal atau tidak normal. Uji normalitas dilakukan terhadap skor pre-tes dan post-tes, dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data sampel berasal dari populasi terdistribusi normal.

H_1 : Data sampel berasal dari populasi terdistribusi tidak normal.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (*p-value*) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (*p-value*) $\leq \alpha$.

1) Uji Normalitas Skor Pre-tes Penguasaan Konsep

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Pasangan hipotesis yang akan diuji yaitu:

H_0 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

H_1 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (*p-value*) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (*p-value*) $\leq \alpha$.

Berdasarkan hasil uji *Shapiro-Wilk* untuk skor pretes Penguasaan Konsep diperoleh nilai Sig. (*p-value*) = 0,056. Nilai ini lebih dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 diterima. Jadi data skor pre-tes Penguasaan Konsep berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

2) Uji Normalitas Skor Post-tes Penguasaan Konsep

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Pasangan hipotesis yang akan diuji yaitu:

H_0 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

H_1 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (*p-value*) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (*p-value*) $\leq \alpha$.

Berdasarkan hasil uji *Shapiro-Wilk* untuk skor post-tes Penguasaan Konsep diperoleh nilai Sig. (*p-value*) = 0,058. Nilai ini lebih dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 diterima. Jadi data skor post-test Penguasaan Konsep berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

Tabel 3.6

Hasil uji normalitas pre-test dan post-test Penguasaan Konsep

Test	Shapiro-Wilk	
	df	Sig
Pre-test	35	0,056
Post-test	35	0,058

3) Uji Normalitas Skor Pre-tes Keterampilan Berpikir Kritis

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*.

Pasangan hipotesis yang akan diuji yaitu:

H_0 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

H_1 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (p-value) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (p-value) $\leq \alpha$.

Setelah dilakukan analisis data dengan menggunakan bantuan *software* SPSS versi 22 diperoleh hasil sig = 0,024. Nilai tersebut kurang dari 0,05 sehingga H_0 ditolak. Artinya skor pre-test keterampilan berpikir kritis **tidak** berdistribusi normal.

4) Uji Normalitas Skor Pos-test Keterampilan Berpikir Kritis

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Pasangan hipotesis yang akan diuji yaitu:

H_0 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang terdistribusi normal.

H_1 : Data skor pre-tes berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (p-value) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (p-value) $\leq \alpha$.

Setelah dilakukan analisis data dengan menggunakan bantuan *software* SPSS versi 22 diperoleh hasil sig = 0,024. Nilai tersebut kurang dari 0,05 sehingga H_0 ditolak. Artinya skor post-test keterampilan berpikir kritis **tidak** berdistribusi normal.

Oleh karena data kedua sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal maka selanjutnya tidak dilakukan uji homogenitas melainkan langsung uji non-parametrik *Wilcoxon*.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari populasi yang terdistribusi homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan terhadap skor pre-tes dan post-tes.

H_0 : Data sampel berasal dari populasi yang variansnya homogen.

H_1 : Data sampel berasal dari populasi yang variansnya tidak homogen.

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (*p-value*) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (*p-value*) $\leq \alpha$.

Uji Homogenitas Skor Pre-test dan Post-test Penguasaan Konsep

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data memiliki varians yang sama atau berbeda. Pada penelitian ini digunakan uji ANOVA (Analysis of Varians) dengan bantuan *software* SPSS 22.

Hasil uji homogenitas ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 3.7

Hasil uji homogenitas pre-test dan post-test Penguasaan Konsep

Test	sig
Pre-test dan Post-test PK	0,247

Berdasarkan hasil uji homogenitas diketahui bahwa nilai sig 0,247. Nilai sig 0,247 lebih besar dari 0,05. Artinya skor pre-test dan post-test Penguasaan Konsep memiliki varians yang sama, dengan kata lain data homogen. Karena data terdistribusi normal dan homogen maka dilakukan uji-t untuk mengetahui perbedaan rata-rata pre-test dan post-test Penguasaan Konsep.

c. Uji Perbedaan Dua Rata-Rata

Uji perbedaan dua rata-rata yang digunakan bergantung pada hasil uji normalitas dan homogenitas yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil uji tersebut diperoleh kesimpulan bahwa data sampel berasal dari populasi terdistribusi normal dan dilanjutkan pengujian homogenitas variansnya. Selanjutnya karena data sampel berasal dari populasi yang variansnya

homogen maka dilanjutkan uji perbedaan dua rata-rata dengan menggunakan uji-t.

$$H_0 : \text{Post-test} \leq \text{Pre-test}$$

$$H_1 : \text{Post-test} > \text{Pre-test}$$

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai Sig. (*p-value*) $> \alpha$, atau

H_0 ditolak jika nilai Sig. (*p-value*) $\leq \alpha$.

Data sampel yang berasal dari populasi yang terdistribusi tidak normal selanjutnya tidak dilakukan uji homogenitas dan kemudian menggunakan uji statistik non-parametrik yaitu uji *Wilcoxon*.

1) Uji-t Skor Pre-tes dan Post-test keterampilan berpikir kritis

Untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata pre-test dan post-test Penguasaan Konsep, dilakukan uji hipotesis dua sisi sebagai berikut:

$$H_0 : \text{Post-test} \leq \text{pre-test Penguasaan Konsep}$$

$$H_1 : \text{Post-test} > \text{pre-test Penguasaan Konsep}$$

Kriteria uji:

- Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima
- Jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak

Dengan menggunakan bantuan *software* pengolahan SPSS 22 diperoleh:

$$t_{\text{hitung}} = 17,190$$

$$t_{\text{tabel}}(0,05;34) = 1,690.$$

Karena $t_{\text{hitung}} (17,190) > t_{\text{tabel}} (1,690)$ maka H_0 ditolak. Sehingga rata-rata post-test lebih besar dari pre-test Penguasaan Konsep siswa

2) Uji *Wilcoxon* Skor Pre-tes dan Post-test keterampilan berpikir kritis

Pasangan hipotesis yang akan diuji yaitu:

$$H_0 : x = y$$

Rata-rata peringkat skor pre-tes keterampilan berpikir kritis siswa sama dengan rata-rata peringkat skor post-test keterampilan berpikir kritis.

$$H_1 : x \neq y$$

Rata-rata peringkat skor pre-tes keterampilan berpikir kritis siswa tidak sama dengan rata-rata peringkat skor post-test keterampilan berpikir kritis.

Keterangan:

x : rata-rata peringkat skor pre-tes keterampilan berpikir kritis siswa

y : rata-rata peringkat skor posttest keterampilan berpikir kritis siswa

Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\alpha = 5\%$, dengan kriteria pengujian yaitu:

H_0 diterima jika nilai $Z_{hitung} < Z_{tabel}$

H_0 ditolak jika nilai $Z_{hitung} > Z_{tabel}$

Hasil uji Wilcoxon dengan menggunakan bantuan *software* SPSS versi 22 yaitu:

Tabel 3.8

Hasil Uji Wilcoxon Pre-Test dan Post-Test Penguasaan Konsep

	Post-test KBK dan Pre-test KBK
Z	-5,215

Berdasarkan tabel diketahui bahwa nilai z hitung = -5,215. Z tabel untuk taraf kesalahan 0,025 adalah $\pm 1,96$. Nilai z hitung 5,215 lebih dari z tabel 1,96 H_0 ditolak. Artinya rata-rata skor pretest keterampilan berpikir kritis siswa berbeda secara signifikan dengan rata-rata skor post-test keterampilan berpikir kritis siswa.

2. Hasil tes tulis Penguasaan Konsep

Data hasil tes tulis Penguasaan Konsep berupa jawaban siswa. Peningkatan Penguasaan Konsep diperoleh dengan menghitung N_{Gain} dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

S_f = skor final (skor postes)

S_i = skor initial (skor pretes)

Interpretasi nilai rata-rata N_Gain (*Normalize Gain*) ditunjukkan oleh Tabel 3.6

Tabel 3.9

Interpretasi Nilai Rata-Rata N_Gain

Nilai (N_Gain)	Klasifikasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

Setelah dihitung N_Gain nya, dilakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui Penguasaan Konsep apa saja yang meningkat melalui Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam yang dikembangkan. Jumlah siswa yang menjawab benar untuk masing-masing soal dihitung. Kemudian jumlah siswa yang menjawab benar tiap nomor dibandingkan antara pre-test dan post-test. Peningkatan per indikator dihitung dengan peningkatan persentase jumlah siswa yang menjawab benar. Interpretasi nilai perentase ditunjukkan oleh tabel 3.7

Tabel 3.10

Interpretasi Persentase Peningkatan Jumlah Siswa Menjawab benar

Nilai (%)	Kategori
81-100	Sangat tinggi

61-80	Tinggi
41-60	Sedang
21-40	Rendah
<20	Sangat rendah

(Arikunto, 2009)

3. Hasil tes tulis keterampilan berpikir kritis

Data hasil tes tulis Penguasaan Konsep berupa jawaban siswa. Peningkatan Penguasaan Konsep diperoleh dengan menghitung rata-rata N_Gain dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

S_f = skor final (skor postes)

S_i = skor initial (skor pretes)

Interpretasi nilai rata-rata N_Gain (*Normalize Gain*) ditunjukkan oleh Tabel 3.11.

Tabel 3.11

Interpretasi Nilai Rata-Rata N_Gain

Nilai (N_Gain)	Klasifikasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

Setelah dihitung N_Gain nya, dilakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui Keterampilan Berpikir Kritis apa saja yang meningkat melalui Laboratorium Virtual pada Materi Pemuaian Logam yang dikembangkan. Jumlah siswa yang menjawab benar untuk masing-masing soal di dihitung.

Kemudian jumlah siswa yang menjawab benar tiap nomor dibandingkan antara pre-test dan post-test. Peningkatan per indikator dihitung dengan peningkatan persentase jumlah siswa yang menjawab benar. Interpretasi nilai perentase ditunjukkan oleh tabel 3.12

Tabel 3.12

Interpretasi Persentase Peningkatan Jumlah Siswa Menjawab benar

Nilai (%)	Kategori
81-100	Sangat tinggi
61-80	Tinggi
41-60	Sedang
21-40	Rendah
<20	Sangat rendah

(Arikunto, 2009)

4. Uji Korelasi

Untuk melihat hubungan antara dua kemampuan yaitu Penguasaan Konsep dan keterampilan berpikir kritis maka dilakukan penghitungan koefisien kontingensi terhadap hasil tes Penguasaan Konsep dan keterampilan berpikir kritis setelah mendapatkan perlakuan pembelajaran.

$$c = \frac{x^2}{N + x^2}$$

$$\text{dengan } x^2 = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \frac{(OP_{ij} - E_{ij})^2}{EP_{ij}}$$

Keterangan:

c = koefisien kontingensi

x^2 = chi kuadrat

N = jumlah subjek

