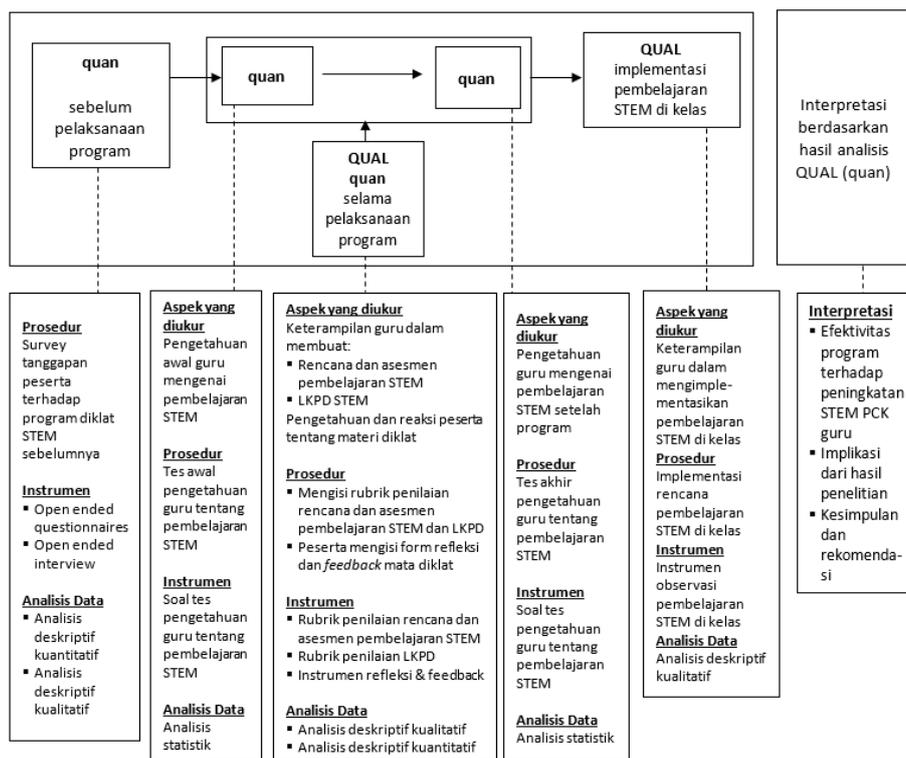


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian campuran atau *mixed methods research*, dimana peneliti mengumpulkan dan menganalisis data, mengintegrasikan temuan, dan menarik kesimpulan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu analisis data kuantitatif dan kualitatif. Metode penelitian ini dipilih karena dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap jika dibandingkan dengan hanya menggunakan satu metode (Creswell, 2012). Dari hasil penelitian ini akan didapatkan produk “Program pengembangan profesionalisme guru dengan strategi STEM-WAT *Hybrid*.” Dalam penelitian ini digunakan desain *embedded experimental design*, dengan prioritas pengumpulan data kualitatif, dan menggunakan data kuantitatif sebagai data sekunder untuk mendukung dan memberikan data tambahan pada data primer. Desain penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, sebelum pelaksanaan program, data kuantitatif diperoleh dari hasil survey terhadap 120 orang alumni diklat STEM yang pernah diselenggarakan oleh Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA). Survey ini bertujuan untuk mendapatkan data mengenai efektivitas pelaksanaan diklat, materi yang mereka pelajari, dan pengaruh diklat terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan guru dalam pembelajaran STEM.

Data kuantitatif (quan) saat pelaksanaan program didapatkan melalui tes pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM. Di awal pelaksanaan program, data kuantitatif diperoleh dari nilai yang diperoleh peserta pada saat tes awal. Data ini dapat memberikan gambaran bagaimana pengetahuan awal guru mengenai pembelajaran STEM. Untuk mengetahui pengaruh intervensi P3G dengan strategi STEM WAT-*Hybrid* terhadap peningkatan pengetahuan guru, data diperoleh dari nilai tes akhir (quan).

Instrumen soal tes dikelompokkan dalam lima indikator pengetahuan pembelajaran STEM, yaitu *content knowledge*, *integration knowledge*, *pedagogical knowledge*, *21st – century skills*, dan *context knowledge*.

Pada saat pelaksanaan program, data kualitatif dan kuantitatif (QUAL-quan) diperoleh dari hasil analisis rencana pembelajaran dan LKPD yang dibuat oleh guru, dengan merujuk pada rubrik yang telah disetujui oleh pembimbing. Dari hasil analisis produk peserta tersebut, akan didapatkan data keterampilan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran STEM.

Pada setiap tuntasnya satu mata diklat, peserta juga mengisi form refleksi dan *feedback* mata diklat. Form ini untuk mendapatkan data pengaruh satu mata diklat terhadap pemahaman peserta mengenai apa yang sudah dipelajari, dan bagaimana perasaan peserta setelah mempelajari mata diklat tersebut.

Keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas dianalisis melalui pengamatan video yang diunggah peserta dalam LMS. Video yang diunggah dianalisis dengan menggunakan rubrik dan instrumen observasi implementasi pembelajaran STEM yang diadaptasi dari *Reform Teaching Observation Protocol* (RTOP) (Piburn et al., 2000a).

Setelah semua data mengenai pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM melalui tes awal dan tes akhir, keterampilan guru dalam membuat perangkat pembelajaran STEM, dan keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas dianalisis, maka efektivitas P3G dengan strategi STEM WAT-*Hybrid* terhadap peningkatan STEM PCK guru dapat diinterpretasikan.

3.2. Partisipan

Salah satu penelitian pendahuluan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu dengan melakukan survey untuk mengetahui efektivitas diklat STEM sebelumnya. Survey ini melibatkan 120 orang alumni diklat STEM sebagai partisipan. Alumni diklat ini berasal dari berbagai wilayah di Indonesia. Survey ini untuk melengkapi data efektivitas diklat STEM yang telah dilakukan untuk melengkapi data kajian empiris

sebagai landasan pengembangan program. Langkah berikutnya adalah dengan melakukan ujicoba program kepada 20 orang guru MGMP di salah satu kabupaten di Jawa Barat.

Partisipan saat pelaksanaan program berjumlah 19 orang, yang merupakan guru-guru IPA SMP, dan berasal dari tujuh Kabupaten/Kota yang ada di wilayah Provinsi Jawa Barat. Rincian data partisipan ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data Partisipan Penelitian

Data Partisipan	Jumlah
Kabupaten/Kota:	
Kabupaten Bandung	2
Kabupaten/Kota Bogor	5
Kabupaten Cianjur	4
Kabupaten Cirebon	4
Kabupaten Garut	2
Kabupaten Subang	2
Latar belakang pendidikan:	
Sarjana Pendidikan Fisika	7
Sarjana Pendidikan Biologi	6
Sarjana Pendidikan Kimia	1
Magister Pendidikan	5
Gender:	
Laki-laki	8
Perempuan	11
Pengalaman Mengajar:	
< 10 tahun	1
10-15 tahun	4
16-20 tahun	11
>20 tahun	3
Pengalaman mengikuti diklat STEM:	Tidak ada

Dari Tabel 3.1 terlihat bahwa partisipan pada penelitian ini berasal dari kabupaten/kota di Jawa Barat. Perwakilan dari setiap kabupaten/kota minimal dua orang. Semua partisipan memiliki latar belakang pendidikan, gender, dan pengalaman mengajar yang berbeda-beda. Kesamaan dari semua partisipan yang terlibat pada pelaksanaan program ini adalah belum pernah mengikuti diklat STEM sebelumnya.

3.3. Instrumen Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian, telah dikembangkan instrumen-instrumen penelitian yang diperlukan. Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian ini terdiri dari soal tes pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM, untuk memperoleh data kuantitatif peran program terhadap peningkatan pengetahuan guru dalam pembelajaran STEM; rubrik penilaian rencana dan asesmen pembelajaran STEM, rubrik penilaian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) STEM, rubrik penilaian video implementasi pembelajaran STEM, sebagai acuan kategorisasi untuk pengelompokan tingkat keterampilan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran dan mengimplementasikan pembelajaran STEM; refleksi dan *feedback* dari setiap mata diklat, sebagai instrumen *open-ended interview*, untuk mengetahui respon guru setelah kegiatan pembelajaran; instrumen observasi implementasi pembelajaran (yang diadaptasi dari RTOP), dan instrumen evaluasi pelaksanaan program. Instrumen penelitian yang digunakan diuraikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Instrumen Penelitian

No	Fokus penelitian	Aspek yang diukur	Instrumen
1.	Karakteristik program pengembangan keprofesionalan yang dapat meningkatkan STEM PCK bagi guru IPA SMP	a) Struktur Program (lampiran 1) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mata diklat ▪ Alokasi waktu dari setiap mata diklat b) Silabus (lampiran 2) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capaian program ▪ Mata diklat ▪ Capaian pembelajaran ▪ Pengalaman belajar ▪ Alokasi waktu ▪ Output dan penilaian c) Bahan Ajar (LK dan Bahan Tayang) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konten ▪ Keterbacaan d) Instrumen evaluasi program <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaksi peserta terhadap LMS ▪ Reaksi peserta terhadap materi diklat ▪ Jangka waktu pelaksanaan ▪ Testimoni peserta terhadap program 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lembar validasi dari pakar (lampiran 16) ▪ refleksi dan <i>feedback</i> dari setiap mata diklat (lampiran 9) ▪ instrumen evaluasi pelaksanaan program (lampiran 8)
2.	Pengetahuan guru mengenai pembelajaran STEM	a) Pengetahuan materi STEM (STEM <i>Content Knowledge</i>) b) Pengetahuan Integrasi STEM (STEM <i>Integration Knowledge</i>)	Soal tes pengetahuan guru tentang pembelajaran

No	Fokus penelitian	Aspek yang diukur	Instrumen
		c) Pengetahuan Pedagogi (<i>Pedagogical Knowledge</i>) d) Pengetahuan keterampilan abad 21 e) Pengetahuan konteks	STEM (Lampiran 4)
3.	Keterampilan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran STEM (rencana pembelajaran, asesmen pembelajaran STEM, dan LKPD)	a) Rencana Pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tujuan pembelajaran ▪ Aktivitas pembelajaran ▪ Asesmen pembelajaran b) LKPD <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikasi masalah ▪ Bertukar pikiran ▪ <i>Prototipe</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ rubrik penilaian rencana dan asesmen pembelajaran STEM (lampiran 6) ▪ Rubrik penilaian LKPD (lampiran 5)
4.	Keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas	Aktivitas siswa dan guru pada tahap: <ul style="list-style-type: none"> a) <i>reflection</i> b) <i>research</i> c) <i>discovery</i> d) <i>application</i> e) <i>communication</i> 	Rubrik penilaian video implementasi pembelajaran STEM (lampiran 7)

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa poin-poin pada fokus penelitian sesuai dengan rumusan masalah penelitian. Aspek yang diukur melalui instrumen dapat menjawab pertanyaan dalam rumusan masalah penelitian.

Struktur program dan silabus dikembangkan berdasarkan hasil kajian teoritis dan empiris mengenai mata diklat yang diperlukan oleh guru untuk dapat menguasai konsep-konsep penting dan keterampilan dalam pembelajaran STEM, aktivitas pembelajaran, alokasi waktu, dan bahan ajar untuk mencapai hal tersebut. Capaian pembelajaran dalam silabus dikembangkan berdasarkan acuan indikator STEM PCK: yaitu pengetahuan guru mengenai pembelajaran STEM; keterampilan guru dalam mengembangkan rencana pembelajaran STEM, mengembangkan instrumen asesmen untuk mengukur keterampilan abad 21 siswa, dan implementasi pembelajaran STEM di kelas (Chai, 2019; Srikoom et al., 2018; Yildirim & Sahin Topalcengiz, 2018); dan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) pada level kualifikasi 7 (profesi). Struktur program dan silabus yang telah disusun kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing, diperbaiki sesuai

arahan pembimbing, divalidasi oleh ahli (hasil validasi ada pada lampiran 16), dan diujicoba terbatas.

Instrumen soal tes pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM dikembangkan dengan mengacu pada indikator pengetahuan yang harus dikuasai guru tentang pembelajaran STEM, yaitu *content knowledge* (pengetahuan tentang materi STEM), *integration knowledge* (pengetahuan tentang integrasi STEM), *pedagogical knowledge* (pengetahuan pedagogi), *21st – century skills* (pengetahuan tentang keterampilan abad 21), dan *context knowledge* (pengetahuan konteks). Soal tes kemudian divalidasi oleh dua orang yang ahli dalam bidang kediklatan (hasil validasi ada pada lampiran 17). Setelah soal direvisi sesuai masukan dari validator, soal tes tersebut kemudian diujicoba kepada 50 orang responden yang tersebar di berbagai provinsi di Indonesia (hasil ujicoba ada pada lampiran 19).

Rubrik yang dikembangkan dalam penelitian ini ada tiga, yaitu rubrik penilaian LKPD STEM, rubrik penilaian rencana dan asesmen pembelajaran STEM, dan rubrik penilaian video implementasi pembelajaran STEM. Rubrik-rubrik ini dikembangkan untuk mengukur keterampilan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran STEM, dan keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas. Rubrik yang dikembangkan merujuk pada literatur-literatur yang sudah ada dan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing.

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap persiapan penelitian, tahap pelaksanaan penelitian, dan tahap akhir. Ada beberapa langkah yang dilakukan pada tahap persiapan penelitian, yaitu kajian teoritis, penelitian pendahuluan sebagai kajian empiris, penyusunan perangkat P3G dengan strategi STEM WAT-*Hybrid* (struktur program, silabus, pembuatan LMS, validasi dan ujicoba perangkat, revisi perangkat program), dan penyusunan instrumen penelitian (soal tes pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM, rubrik penilaian rencana dan asesmen pembelajaran STEM, rubrik penilaian LKPD STEM, rubrik penilaian video implementasi pembelajaran STEM, dan instrumen evaluasi pelaksanaan program).

Tahap berikutnya adalah tahap pelaksanaan penelitian. Program yang telah disusun diimplementasikan pada tahap ini. Tahap ini juga merupakan tahapan untuk pengambilan data. Setelah semua rangkaian kegiatan selesai diimplementasikan, data dikumpulkan di tahap akhir.

3.4.1. Tahap Persiapan Penelitian

Tahap persiapan dalam penelitian ini berupa penyiapan perangkat pelatihan dan penyiapan instrumen untuk pengambilan dan analisis data. Tahap persiapan penelitian ini dimulai dengan kajian teoritis dan kajian empiris. Hasil kajian teoritis dan empiris digunakan untuk mengembangkan rancangan, perangkat, dan aktivitas program yang akan dilaksanakan, serta instrumen penelitian.

Berdasarkan hasil kajian teoritis, salah satu faktor yang dapat menunjang efektivitas pelaksanaan PPG adalah jangka waktu pelaksanaannya, dan guru harus terlibat aktif dalam proses pelaksanaan dan diskusi (Michael S Garet et al., 2001). Hal ini menyuratkan pentingnya menentukan aktivitas guru yang akan dilaksanakan dalam P3G, sehingga guru dapat terlibat aktif dalam kegiatan diskusi di kelas. Pada tahap kajian teoritis dilakukan pula analisis bibliometrik literatur yang terkait kata kunci STEM PCK dari tahun 2011–2022. Dari hasil analisis terlihat keterkaitan erat antara keterampilan pedagogi, STEM, dan PjBL (Setiani et al., 2022).

Kajian empiris dilakukan dengan melakukan beberapa penelitian pendahuluan untuk mengetahui kebutuhan guru terhadap diklat STEM, pola pelatihan, dan aktivitas-aktivitas dalam LMS yang dapat membantu guru untuk memahami materi pelatihan. Penelitian pendahuluan yang pertama dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menyebarkan instrumen survey efektivitas diklat STEM yang telah dilaksanakan oleh Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Guru Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA) kepada 120 orang alumni program. Aspek efektivitas program yang ingin digali datanya adalah terkait waktu pelaksanaan, pola pelaksanaan diklat, dan bagaimana guru mengimplementasikan hasil pelatihan tersebut dalam pembelajaran di kelas. Hasil survey (Hasanah et al., 2021a) menyatakan bahwa 70% responden merasakan waktu pelaksanaan diklat yang lebih lama, dengan pola pelaksanaan tatap muka dan diikuti oleh kegiatan

online (Hybrid Training) efektif dalam meningkatkan pemahaman mereka mengenai pembelajaran STEM. Kekurangan dari program diklat ini adalah guru-guru belum terampil dalam membuat perangkat pembelajaran STEM untuk diimplementasikan di kelas. Hal ini dikarenakan kurangnya dukungan dari lingkungan sekitar, dan tidak adanya teman diskusi dari teman dalam satu wilayah. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pola *Hybrid* dapat membantu guru dalam memahami materi diklat, dan dapat mengatasi agar guru tidak terlalu lama meninggalkan sekolah. Pemetaan peserta diklat juga perlu memperhatikan jumlah peserta dari setiap kabupaten/kota.

Penelitian pendahuluan kedua dilakukan untuk mengetahui apakah guru memerlukan pelatihan STEM dan bagaimana diklat *online* yang efektif untuk meningkatkan STEM PCK sebagai hasil dari program diklat STEM. Berdasarkan hasil evaluasi CIPP (*Context, Input, Process, Product*), responden menyatakan kebutuhannya terhadap PPG yang dapat melatih pembelajaran STEM. LMS yang digunakan dalam pelatihan mudah untuk diakses dan digunakan (Hasanah et al., 2021b). Nilai tes awal dan tes akhir peserta menunjukkan bahwa diklat *online* dapat meningkatkan pengetahuan STEM PCK guru, namun keterampilan guru dalam membuat perangkat pembelajaran STEM belum sesuai kriteria yang ditetapkan, dan belum melatih siswa untuk dapat menerapkan konsep-konsep sains dalam pembuatan desain *prototipe* (Hasanah et al., 2022). Perangkat pembelajaran yang dihasilkan masih jauh dari kriteria perangkat pembelajaran STEM yang baik. Hal ini menguatkan hasil penelitian pendahuluan bahwa pola *Hybrid* lebih baik daripada hanya diklat *online* atau hanya diklat tatap muka. Pola *Hybrid* pada program ini diterapkan dengan menggunakan diklat tatap muka sebagai sarana untuk memahami materi, berdiskusi, dan berlatih membuat perangkat pembelajaran, dan diklat *online* sebagai sarana untuk mengembangkan perangkat pembelajaran.

3.4.1.1. Penyusunan P3G dengan strategi STEM WAT – *Hybrid*

P3G dengan strategi STEM WAT – *Hybrid* disusun dengan menggunakan tahapan-tahapan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Tahap analisis desain Rangkuman tahapan kegiatan penyusunan P3G dengan strategi

STEM WAT – *Hybrid* disajikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Rangkuman tahapan penyusunan P3G dengan strategi STEM WAT – *Hybrid*

Tahap	Kegiatan	Hasil
<i>Analysis</i>	Pada tahap ini dilakukan kegiatan analisis kebutuhan program pengembangan profesionalisme guru IPA terhadap pembelajaran STEM berdasarkan hasil survey yang dilakukan oleh PPPPTK IPA dan peneliti. Analisis juga dilakukan terhadap hasil kajian literatur terkait program pengembangan profesionalisme guru yang efektif untuk meningkatkan kompetensi guru dalam bidang pembelajaran STEM dan STEM PCK	Data kebutuhan guru dalam P3G dan materi-materi yang dapat mendukung kebutuhan tersebut
<i>Design</i>	Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru dan kajian literatur pada tahap “ <i>analysis</i> ”, disusunlah draft program pengembangan profesionalisme guru STEM WAT – <i>Hybrid</i> , LMS, dan bahan ajar. <i>Draft</i> tersebut kemudian divalidasi oleh ahli dan diuji coba. Data hasil validasi, data kuantitatif, dan data kualitatif berupa catatan lapangan hasil observasi pada saat ujicoba, dan hasil wawancara menjadi landasan perbaikan program, LMS, dan bahan ajar.	<i>Draft</i> P3G dengan strategi STEM WAT – <i>Hybrid</i> , LMS, dan bahan ajar.
<i>Development</i>	Draft program, LMS, dan bahan ajar yang dihasilkan pada tahap “ <i>design</i> ” kemudian direvisi berdasarkan temuan hasil ujicoba.	P3G dengan strategi STEM WAT – <i>Hybrid</i> , LMS, dan bahan ajar.
<i>Implementation</i>	P3G dengan strategi STEM WAT – <i>Hybrid</i> kemudian diimplementasikan pada tahap pelaksanaan penelitian	Data kuantitatif dan kualitatif STEM PCK peserta program; Data respon guru terhadap program; data observasi pelaksanaan program
<i>Evaluation</i>	Hasil implementasi program kemudian dianalisis dan diinterpretasikan sebagai bentuk hasil penelitian	Hasil dan pembahasan implementasi program

3.4.1.2. Penyusunan Instrumen Penelitian

Instrumen-instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) soal tes pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM, 2) rubrik penilaian rencana pembelajaran STEM, 3) rubrik penilaian LKPD STEM, 4) rubrik video implementasi pembelajaran STEM, 5) form refleksi dan *feedback* harian, dan 6) instrumen evaluasi pelaksanaan program.

1) Soal Tes Pengetahuan Guru tentang Pembelajaran STEM

Instrumen ini digunakan untuk memperoleh data kuantitatif terkait informasi mengenai perubahan pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM sebelum dan setelah mengikuti program. Sebelum diujicoba, soal terlebih dahulu divalidasi oleh dua orang pakar kediklatan, yaitu dosen dan widyaiswara. Hasil validasi dan masukan dari kedua orang pakar direkap pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Hasil Validasi Soal

No soal	Pengetahuan pembelajaran STEM	Indikator soal	Validator		Rata-rata	Usulan revisi
			1	2		
1.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menganalisis data hasil percobaan yang memungkinkan untuk membuat pembangkit listrik tenaga angin	4	3	3,5	Tata bahasa dalam soal
2.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menganalisis grafik yang sesuai berdasarkan data hasil percobaan	4	3	3,5	Perbaiki tata letak gambar
3.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menganalisis konsep sains dari solusi permasalahan dalam gambar	3	3	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disebutkan masalahnya apa, tidak hanya dari gambar ▪ Urutan opsi jawaban
4.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menganalisis konsep enjiniring dari solusi permasalahan dalam gambar	3	3	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disebutkan masalahnya apa, tidak hanya dari gambar ▪ Urutan opsi jawaban
5.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh <i>scientific practices</i> dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
6.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menentukan rangkaian yang menghasilkan kuat arus paling besar berdasarkan hasil analisis rangkaian pada gambar	4	4	4	-
7.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menganalisis perubahan suhu benda karena terkena sinar matahari	4	3	3,5	-
8.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menentukan faktor penyebab hujan asam	4	3	3,5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat digunakan jika indikator dan soal disesuaikan terlebih dahulu ▪ Berikan stimulus pada soal
9.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menentukan sifat	3	3	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat dipakai jika

No soal	Pengetahuan pembelajaran STEM	Indikator soal	Validator		Rata-rata	Usulan revisi
			1	2		
	<i>Knowledge</i>	gas rumah kaca				indikator dan soal disesuaikan terlebih dahulu ▪ Berikan stimulus pada soal
10.	<i>STEM Content Knowledge</i>	Dapat menentukan sifat gas rumah kaca	3	3	3	-
11.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh <i>scientific practices</i> dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
12.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh <i>engineering practices</i> dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
13.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh <i>engineering design process</i> (EDP) dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
14.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh keterampilan dalam bidang teknologi dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
15.	<i>STEM Integration Knowledge</i>	Dapat menentukan contoh keterampilan dalam bidang engineering dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
16.	<i>Pedagogical Knowledge</i>	Dapat menentukan kegiatan pembelajaran yang sesuai untuk EDP dalam STEM	4	4	4	-
17.	<i>21st-century skills knowledge</i>	Dapat menentukan hubungan antara pembelajaran STEM dengan keterampilan abad 21	4	4	4	-
18.	<i>21st-century skills knowledge</i>	Dapat memberikan contoh keterampilan abad 21 yang akan dikembangkan dalam pembelajaran STEM	4	4	4	-
19.	<i>21st-century skills knowledge</i>	Dapat menentukan asesmen yang tepat untuk mengukur keterampilan abad 21 siswa	4	4	4	-
20.	<i>Context knowledge</i>	Dapat menentukan kegiatan pembelajaran yang tepat berdasarkan konteks yang diberikan	4	4	4	-

Keterangan: 4= Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi; 3= Cukup valid, dapat digunakan namun perlu revisi; 2= Kurang valid, disarankan untuk tidak digunakan karena perlu revisi besar, 1= Tidak valid, tidak

boleh digunakan

Dari Tabel 3.4 terlihat bahwa rata-rata soal dinilai sangat valid dan cukup valid oleh validator. Hal ini berarti semua soal dapat digunakan. Soal tes tersebut kemudian diperbaiki sesuai masukan dari validator. Setelah melakukan perbaikan, soal diujicobakan pada 50 orang guru mata pelajaran IPA yang tersebar di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Bali, dan Papua. Uji asumsi klasik berupa uji normalitas data dengan uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk setiap variabel adalah kurang dari 0,05 (lampiran 19). Hal ini menunjukkan bahwa data pada setiap variabel tersebut tidak berdistribusi normal. Sebagai akibatnya, uji validitas dari setiap item soalnya menggunakan uji korelasi rho Spearman (Winter dkk., 2016). Hasil uji korelasi rho Spearman terhadap item-item soal disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil uji korelasi Rho Spearman

Item	Koefesien Korelasi	Sig.
Soal 1	0,483	0,000
Soal 2	0,326	0,021
Soal 3	0,358	0,011
Soal 4	0,506	0,000
Soal 5	0,307	0,030
Soal 6	0,588	0,000
Soal 7	0,545	0,000
Soal 8	0,308	0,030
Soal 9	0,745	0,000
Soal 10	0,731	0,000
Soal 11	0,555	0,000
Soal 12	0,562	0,000
Soal 13	0,590	0,000
Soal 14	0,597	0,000
Soal 15	0,744	0,000
Soal 16	0,633	0,000
Soal 17	0,751	0,000
Soal 18	0,760	0,000
Soal 19	0,471	0,001
Soal 20	0,594	0,000

Tabel 3.5 menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari setiap item soal adalah kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa setiap item soal pada instrumen tes pengetahuan guru adalah valid. Lebih lanjut, uji reliabilitas dengan Alpha Cronbach dilakukan untuk mengukur konsistensi instrumen tes pengetahuan guru. Nilai Alpha Cronbach untuk 20 item soal adalah 0,895. Beberapa literatur mengungkapkan bahwa nilai Alpha Cronbach yang diatas 0,7 mengindikasikan kereliabelan suatu instrumen (Mohamad dkk., 2015; Oluwatayo, 2012). Hal ini berarti bahwa instrumen tes pengetahuan guru yang dirancang mempunyai reliabilitas yang baik. Lebih lanjut, instrumen tes tersebut dapat mengukur pengetahuan guru IPA dan mempunyai konsistensi yang tinggi untuk diterapkan pada responden manapun. Karena semua soal tes telah valid menurut ahli, serta memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi menurut hasil ujicoba, maka semua soal dapat digunakan pada saat program.

2) Rubrik Penilaian Rencana dan Asesmen Pembelajaran STEM

Instrumen berupa rubrik penilaian rencana dan asesmen pembelajaran STEM digunakan sebagai landasan kategorisasi data kualitatif terkait rencana dan asesmen pembelajaran STEM yang telah dibuat oleh guru, berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Rubrik ini dapat memberikan gambaran klasifikasi tingkat keterampilan guru dalam membuat perangkat pembelajaran STEM. Rencana pembelajaran yang dinilai adalah rencana pembelajaran yang dikembangkan oleh peserta pada saat *on the job training*.

Penilaian difokuskan pada tiga komponen utama dalam rencana pembelajaran, yaitu tujuan pembelajaran STEM, kegiatan pembelajaran STEM, dan asesmen pembelajaran STEM. Penilaian pada tujuan pembelajaran meliputi aspek-aspek: kesesuaian tujuan pembelajaran dengan kurikulum, rumusannya jelas dan dapat diobservasi, dapat menjadi arahan aktivitas pembelajaran STEM, mencantumkan ruang lingkup materi dan capaian pengetahuan berdasarkan taksonomi Bloom. Pada kegiatan pembelajaran STEM, penilaian berdasarkan pada kegiatan pembelajaran yang sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran, sudah mencantumkan semua aktivitas EDP dengan runut, jelas, dan sesuai dengan tahapannya, dan terdapat proses saintifik. Untuk asesmen pembelajaran STEM, penilaian berdasarkan kelengkapan soal/rubrik yang sudah

mengukur ketercapaian semua tujuan pembelajaran, indikator soal sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran, dan terdapat rubrik untuk menilai keterampilan abad 21 siswa.

Dalam rubrik penilaian ditetapkan empat kriteria, yaitu amat baik (rentang nilai 90-95), baik (rentang nilai 85-89), cukup (rentang nilai 80-84), dan kurang (rentang nilai 75-79). Indikator ketercapaian pada masing-masing kriteria berbeda-beda. Keempat kriteria tersebut dijabarkan dalam tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria dan indikator rencana dan asesmen pembelajaran STEM

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
90-95	Amat baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan tujuan pembelajaran yang mengacu pada kurikulum; jelas dan dapat diobservasi; mencantumkan keterampilan abad 21 yang ingin dicapai dalam pembelajaran; dan lingkup materi mencakup semua konsep S, T, E, M. b. Guru sudah dapat merumuskan aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran; mencantumkan semua aktivitas EDP dengan runut, jelas, dan sesuai dengan tahapannya; melatih proses saintifik; melatih keterampilan abad 21 siswa; dan melatih siswa untuk mengembangkan konsep dari yang sedang dipelajari. c. Guru sudah dapat membuat soal/rubrik asesmen pembelajaran STEM yang mengukur ketercapaian semua tujuan pembelajaran; semua soal kognitif sudah dilengkapi stimulus; dan rubrik penilaian keterampilan abad 21 sudah jelas, terukur, dan mudah diobservasi.
85-89	Baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan tujuan pembelajaran yang mengacu pada kurikulum; jelas dan dapat diobservasi; dan mencantumkan keterampilan abad 21 yang ingin dicapai dalam pembelajaran. b. Guru sudah dapat merumuskan aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran; mencantumkan semua aktivitas EDP dengan runut, jelas, dan sesuai dengan tahapannya; melatih proses saintifik; dan melatih keterampilan abad 21 siswa. c. Guru sudah dapat membuat soal/rubrik asesmen pembelajaran STEM yang mengukur ketercapaian semua tujuan pembelajaran; 80% soal kognitif sudah dilengkapi stimulus; dan rubrik penilaian keterampilan abad 21 sudah jelas, terukur, dan mudah diobservasi.
80-84	Cukup	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan tujuan pembelajaran yang mengacu pada kurikulum; jelas dan dapat diobservasi. b. Guru sudah dapat merumuskan aktivitas

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
75-79	Kurang	<p>pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran; mencantumkan semua aktivitas EDP dengan runut, jelas, dan sesuai dengan tahapannya; dan melatih proses saintifik.</p> <p>c. Guru sudah dapat membuat soal/rubrik asesmen pembelajaran STEM yang mengukur ketercapaian semua tujuan pembelajaran; 50% soal kognitif sudah dilengkapi stimulus; dan rubrik penilaian keterampilan abad 21 sudah jelas, terukur, dan mudah diobservasi.</p> <p>a. Guru sudah dapat merumuskan tujuan pembelajaran yang mengacu pada kurikulum; jelas dan dapat diobservasi.</p> <p>b. Guru sudah dapat merumuskan aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran; mencantumkan semua aktivitas EDP dengan runut, jelas, dan sesuai dengan tahapannya.</p> <p>c. Guru sudah dapat membuat soal/rubrik asesmen pembelajaran STEM, namun tidak mengukur ketercapaian semua tujuan pembelajaran; 20% soal kognitif sudah dilengkapi stimulus.</p>

Berdasarkan Tabel 3.6, ada empat kriteria keterampilan guru dalam membuat rencana dan asesmen pembelajaran STEM, yaitu amat baik, baik, cukup, dan kurang, dengan indikator mengacu pada rubrik.

3) Rubrik Penilaian LKPD STEM

Untuk melengkapi data mengenai keterampilan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran STEM, maka dianalisis juga keterampilan guru dalam membuat LKPD sebagai salah satu sumber belajar siswa yang dapat memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran. Rubrik ini dapat memberikan landasan kategorisasi data kualitatif terkait LKPD pembelajaran STEM yang telah dibuat oleh guru, berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Komponen yang dinilai dalam LKPD disesuaikan dengan langkah EDP dalam pembelajaran STEM.

Pada tahap identifikasi masalah, ditelaah bagaimana permasalahan yang diangkat oleh guru untuk dipecahkan dalam pembelajaran STEM, apakah berdasarkan fakta yang dilengkapi oleh data; relevan, penting, dan kontekstual; dan masalah yang diangkat spesifik dan dekat dengan lingkungan sekolah. Pada kegiatan bertukar pikiran, proses

saintifik harus jelas terlihat dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, pada tahap ini proses menanamkan konsep melalui kegiatan observasi, studi literatur, atau praktikum harus jelas terlihat. Tahapan yang dianalisis berikutnya adalah bagaimana guru merumuskan *prototype*. Aspek yang diamati pada tahap ini adalah inovasi pada ide proyek, penggunaan konsep dalam penentuan kriteria *prototype*, dan pertimbangan biaya, keamanan, estetika, dan dampak sosial, budaya, dan lingkungan untuk evaluasi *prototipe*.

Dalam rubrik penilaian ditetapkan empat kriteria, yaitu amat baik (rentang nilai 90-95), baik (rentang nilai 85-89), cukup (rentang nilai 80-84), dan kurang (rentang nilai 75-79). Indikator ketercapaian pada masing-masing kriteria berbeda-beda. Keempat kriteria tersebut dijabarkan dalam tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Kriteria dan indikator LKPD pembelajaran STEM

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
90-95	Amat baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan masalah yang: berdasarkan fakta akurat dan dilengkapi tabel/grafik/data; relevan, penting, dan kontekstual; dan spesifik/dekat dengan lingkungan sekolah/rumah b. Guru sudah dapat merancang proses penanaman konsep melalui kegiatan observasi, studi literatur, praktikum, dan membuat kesimpulan. c. Guru sudah dapat membuat ide proyek yang inovatif; sudah merumuskan kriteria <i>prototipe</i> yang mempertimbangkan biaya, keamanan, estetika, dan dampak sosial, budaya, dan lingkungan; dan menerapkan semua konsep yang terkait.
85-89	Baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan masalah yang: berdasarkan fakta akurat; relevan dan kontekstual; dan spesifik. b. Guru sudah dapat merancang proses penanaman konsep melalui kegiatan observasi, studi literatur, dan membuat kesimpulan. a. Guru sudah dapat merumuskan kriteria <i>prototipe</i> yang mempertimbangkan biaya, keamanan, estetika, dan dampak sosial, budaya, dan lingkungan; dan menerapkan semua konsep yang terkait.
80-84	Cukup	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan masalah berdasarkan fakta akurat dan kontekstual. b. Guru sudah dapat merancang proses penanaman konsep melalui kegiatan observasi, studi literatur, dan membuat kesimpulan. c. Guru sudah dapat merumuskan kriteria <i>prototipe</i> yang menerapkan semua konsep yang terkait.

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
75-79	Kurang	<ul style="list-style-type: none"> a. Guru sudah dapat merumuskan masalah berdasarkan fakta akurat dan kontekstual. b. Guru sudah dapat merancang proses penanaman konsep melalui kegiatan studi literatur, dan membuat kesimpulan. a. Guru sudah dapat merumuskan kriteria <i>prototipe</i> yang diharapkan.

Berdasarkan Tabel 3.7, ada empat kriteria keterampilan guru dalam membuat LKPD pembelajaran STEM, yaitu amat baik, baik, cukup, dan kurang, dengan indikator mengacu pada rubrik.

4) Rubrik Video Implementasi Pembelajaran STEM

Perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan dan direvisi kemudian diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas. Karena kapasitas file untuk mengunggah terbatas, maka rubrik penilaian video disesuaikan dengan sintaks dan aktivitas EDP yang ada pada sintaks tersebut. Sintaks yang dipakai adalah sintaks pada model pembelajaran STEM *Project Based Learning* (STEM PjBL), karena model tersebut yang banyak dipakai oleh guru pada saat pembuatan rencana pembelajaran.

Pada tahap *reflection*, aktivitas mendiskusikan rumusan masalah harus jelas terlihat. Aktivitas pada tahap ini juga dapat dimulai dengan menyajikan fenomena yang akan ditelaah, dapat melalui pemutaran video, menyajikan grafik, atau sumber belajar lainnya. Pada tahap *research*, aktivitas siswa dalam melakukan proses saintifik melalui praktikum, observasi, dan studi literatur harus jelas terlihat. Pada tahap *discovery*, siswa mempresentasikan rancangan desain yang telah dibuatnya dan konsep-konsep yang terkait dengan pembuatan rancangan tersebut. Pada tahap *aplication*, kegiatan siswa dalam membuat dan menguji *prototipe* berdasarkan kriteria harus tergambar dengan baik. Pada tahap *communication*, siswa mempresentasikan *prototipe* dan hasil evaluasinya,

Dalam rubrik penilaian ditetapkan empat kriteria, yaitu amat baik (rentang nilai 90-95), baik (rentang nilai 85-89), cukup (rentang nilai 80-84), dan kurang (rentang nilai 75-79). Indikator ketercapaian pada masing-masing kriteria berbeda-beda. Keempat kriteria tersebut dijabarkan dalam tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Kriteria dan indikator video pembelajaran STEM

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
90-95	Amat baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Pada tahap <i>reflection</i>, guru sudah mengaitkan materi baru dengan materi pembelajaran sebelumnya; menyajikan teks/video/grafik terkait konteks permasalahan; dan terdapat aktivitas mendiskusikan rumusan masalah bersama siswa. b. Pada tahap <i>research</i>, guru sudah membimbing proses pemahaman konsep siswa dan melakukan proses saintifik melalui praktikum, observasi, dan studi literatur. c. Pada tahap <i>discovery</i>, guru sudah mengajak siswa untuk menjelaskan konsep dan mempresentasikan desain; dan semua siswa terlibat dengan aktif dalam kegiatan merancang produk. d. Pada tahap <i>aplication</i>, aktivitas siswa dalam membuat, menguji coba, dan mendiskusikan <i>prototipe</i> tergambar dengan baik. e. Pada tahap <i>communication</i>, aktivitas siswa dalam mempresentasikan hasil uji coba dan evaluasi <i>prototipe</i> tergambar dengan baik.
85-89	Baik	<ul style="list-style-type: none"> a. Pada tahap <i>reflection</i>, guru sudah menyajikan teks/video/grafik terkait konteks permasalahan; dan terdapat aktivitas mendiskusikan rumusan masalah bersama siswa. b. Pada tahap <i>research</i>, guru sudah membimbing proses pemahaman konsep siswa dan melakukan proses saintifik melalui praktikum/observasi/studi literatur. c. Pada tahap <i>discovery</i>, guru sudah mengajak siswa untuk menjelaskan konsep dan mempresentasikan desain. d. Pada tahap <i>aplication</i>, aktivitas siswa dalam membuat, dan menguji coba <i>prototipe</i> tergambar dengan baik. e. Pada tahap <i>communication</i>, aktivitas siswa dalam mempresentasikan hasil uji coba dan evaluasi <i>prototipe</i> tergambar dengan baik.
80-84	Cukup	<ul style="list-style-type: none"> a. Pada tahap <i>reflection</i>, guru sudah menyajikan teks/video/grafik terkait konteks permasalahan. b. Pada tahap <i>research</i>, guru membimbing proses pemahaman konsep siswa. c. Pada tahap <i>discovery</i>, guru sudah mengajak siswa untuk mempresentasikan desain. d. Pada tahap <i>aplication</i>, aktivitas siswa dalam membuat, <i>prototipe</i> tergambar dengan baik. e. Pada tahap <i>communication</i>, aktivitas siswa dalam mempresentasikan <i>prototipe</i> tergambar dengan baik.
75-79	Kurang	<ul style="list-style-type: none"> a. Pada tahap <i>reflection</i>, aktivitas identifikasi masalah tidak tergambar dengan baik. b. Pada tahap <i>research</i>, aktivitas guru membimbing proses pemahaman konsep siswa tidak tergambar dengan baik. c. Pada tahap <i>discovery</i>, siswa mempresentasikan desain tidak tergambar dengan baik. d. Pada tahap <i>aplication</i>, aktivitas siswa dalam membuat, <i>prototipe</i> tidak tergambar dengan baik. e. Pada tahap <i>communication</i>, aktivitas siswa dalam

Rentang nilai	Kriteria	Indikator
		mempresentasikan <i>prototipe</i> tidak tergambar dengan baik.

Berdasarkan Tabel 3.8, ada empat kriteria keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM, yaitu amat baik, baik, cukup, dan kurang, dengan indikator mengacu pada rubrik.

5) Instrumen Evaluasi Pelaksanaan Program

Instrumen ini digunakan untuk memperoleh data mengenai efektivitas P3G dengan strategi STEM WAT-*Hybrid* dalam meningkatkan STEM PCK guru pada aspek sarana prasarana penunjang kegiatan, bahan ajar (bahan tayang dan LK), materi pelatihan, jangka waktu pelaksanaan program, dan testimoni peserta tentang program ini.

Tabel 3. 9 Hasil validasi instrumen evaluasi program

No.	Deskriptor Penilaian	Validator		Rata-rata
		1	2	
1.	Kalimat yang digunakan singkat namun cukup jelas.	4	4	4
2.	Pernyataan-pernyataan dalam instrumen konsisten mengacu pada tujuan evaluasi pelaksanaan diklat online, yaitu mengukur efektivitas P3G dengan strategi STEM WAT- <i>Hybrid</i> untuk meningkatkan STEM PCK guru IPA SMP	3	4	3.5
3.	Pernyataan-pernyataan dalam instrumen tidak saling berlawanan.	4	4	4
4.	Pernyataan-pernyataan dalam instrumen tidak merupakan pengulangan.	4	4	4
5.	Instrumen dapat menjaring data untuk mengukur efektivitas P3G dengan strategi STEM WAT- <i>Hybrid</i>	3	4	3.5
6.	Data-data dari instrumen dapat mengarahkan pada proses penilaian yang obyektif dan adil terhadap pelaksanaan pelatihan	4	4	4
7.	Format evaluasi mudah dan efektif untuk digunakan oleh peserta.	4	4	4

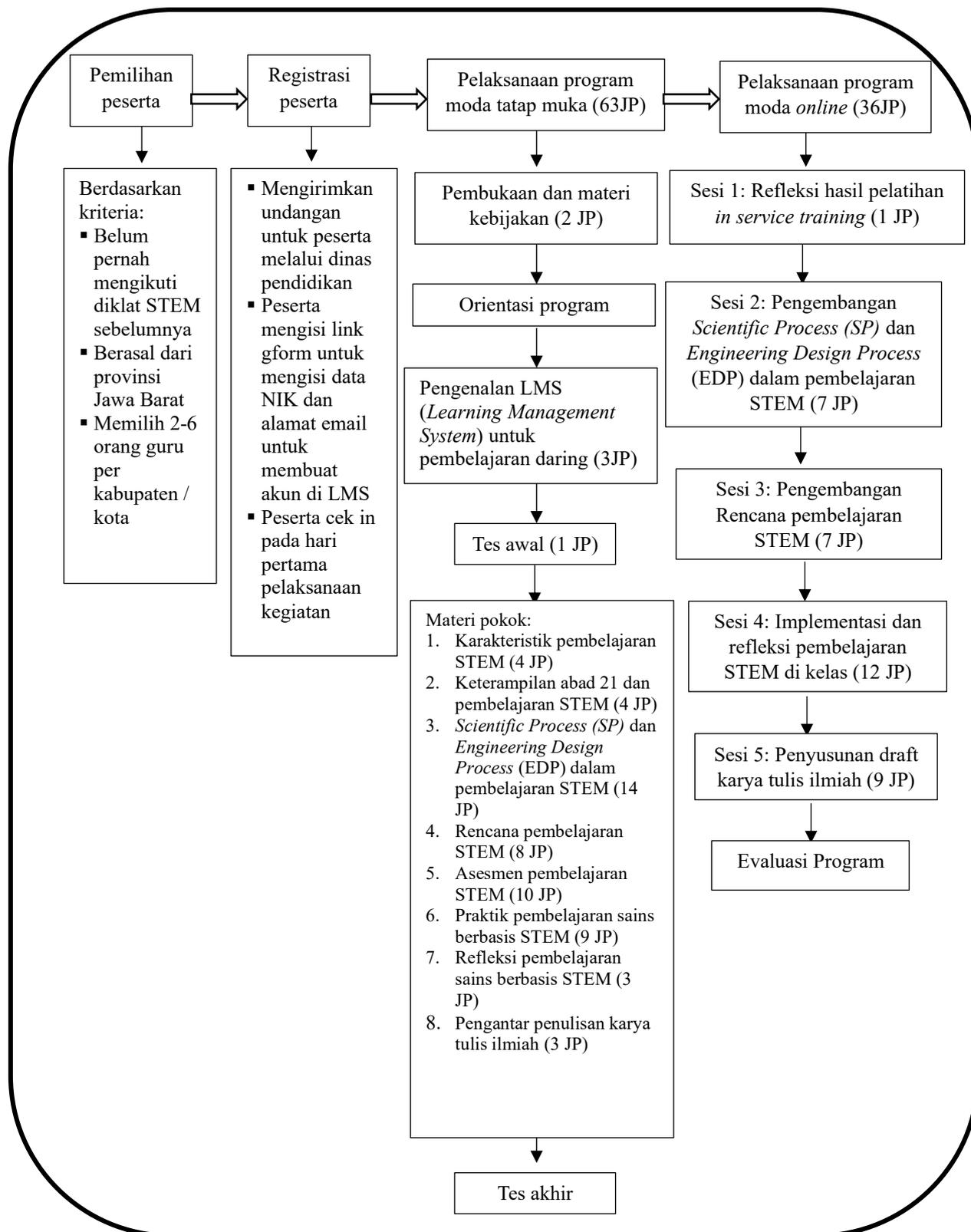
Keterangan: 4: baik sekali; 3: baik; 2: cukup; 1: kurang

Hasil penilaian ahli pada Tabel 3.9 menunjukkan bahwa seluruh pernyataan dalam kuisioner memperoleh nilai baik dan baik sekali. Hal ini berarti instrumen tersebut dapat langsung digunakan untuk memperoleh data.

3.4.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap ini merupakan implementasi P3G SWAT - *Hybrid* dengan menggunakan perangkat dan instrumen yang telah disiapkan dan direvisi pada tahap sebelumnya. Kegiatan pembelajaran secara tatap muka dilaksanakan selama tujuh hari (setara dengan 63 jam pelajaran), yang difasilitasi oleh PPPPTK IPA. Setelah penutupan moda tatap muka, dilanjutkan dengan kegiatan pembelajaran moda *online*. Moda *online* dilaksanakan selama kurang lebih 3 bulan (setara 36 jam pelajaran). Selama kegiatan, peserta didampingi oleh fasilitator, yaitu peneliti sendiri.

Secara umum, tahapan pelaksanaan P3G SWAT – *Hybrid* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2. Tahapan pelaksanaan program

Sesuai Gambar 3.2, secara rinci langkah-langkah pelaksanaan kegiatan pada P3G SWAT - *Hybrid* adalah sebagai berikut:

1) Pembukaan kegiatan P3G SWAT - *Hybrid*

P3G SWAT – *Hybrid* merupakan program yang terselenggara berkat kerjasama dengan PPPPTK IPA. Pada hari pertama, kegiatan dimulai dengan pembukaan oleh Kepala PPPPTK IPA, dan materi kebijakan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan orientasi diklat, yang berisi penjelasan teknis tentang waktu pelaksanaan, capaian program, mata diklat, capaian pembelajaran, moda pelaksanaan kegiatan pembelajaran, dan seluruh aktivitas yang akan dilakukan oleh peserta selama pelaksanaan program. Kegiatan ini untuk memberikan gambaran umum kepada peserta tentang P3G SWAT – *Hybrid*.

2) Kegiatan pembelajaran P3G SWAT - *Hybrid* moda tatap muka

Kegiatan pembelajaran pada moda tatap muka terdiri dari sembilan materi pokok, yaitu: pengenalan LMS (*Learning Management System*) untuk pembelajaran daring; karakteristik pembelajaran STEM; keterampilan abad 21 dan pembelajaran STEM; *Scientific Process (SP)* dan *Engineering Design Process (EDP)* dalam pembelajaran STEM; rencana pembelajaran STEM; asesmen pembelajaran STEM; praktik pembelajaran sains berbasis STEM; refleksi pembelajaran sains berbasis STEM; dan pengantar penulisan karya tulis ilmiah. Kegiatan dilaksanakan setiap hari dari mulai pukul 07.30 WIB dan berakhir pada pukul 17.00 WIB (jadwal terlampir dalam panduan kegiatan pada lampiran 3). Jumlah total jam pelajaran dalam satu hari adalah 10 JP (1 JP = 45 menit).

Pada kegiatan pembelajaran moda tatap muka ini, LMS sudah digunakan oleh peserta untuk mengunduh bahan ajar dan mengunggah tugas yang diberikan pada setiap mata diklat. Tes awal dan tes akhir juga dilaksanakan dengan menggunakan LMS. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka materi pengenalan LMS merupakan materi inti yang pertama dipelajari oleh peserta. Oleh karena itu beberapa data peserta harus diterima sebelum pelaksanaan program, untuk pembuatan akun di LMS, seperti nama lengkap, alamat email, dan Nomor Induk Kependudukan (NIK). Setelah

mendapatkan akun, semua peserta mencoba log in dalam LMS dan mencoba menu-menu dalam LMS, seperti mengunduh bahan ajar, mengunggah file dalam menu assignment, bertanya, menjawab, dan berdiskusi dalam forum diskusi. Kemudian semua peserta mengerjakan tes awal.

Setelah peserta mengerjakan tes awal, peserta menyimak penjelasan fasilitator mengenai karakteristik pembelajaran STEM. Pada materi ini dibahas konsep dan karakteristik pembelajaran STEM, SP dan EDP dalam pembelajaran STEM, dan pola integrasi SP dan EDP ke dalam model-model pembelajaran. Output dari mata diklat ini adalah contoh EDP dalam pembelajaran STEM.

Materi ketiga yang disampaikan dalam program ini adalah keterampilan abad 21 dan pembelajaran STEM. Dalam materi ini dibahas mengenai pengertian, tantangan, dan keterampilan abad 21 yang dapat dilatihkan melalui pembelajaran STEM di kelas. Output dari mata diklat ini adalah contoh kegiatan pembelajaran yang melatih keterampilan abad 21 siswa.

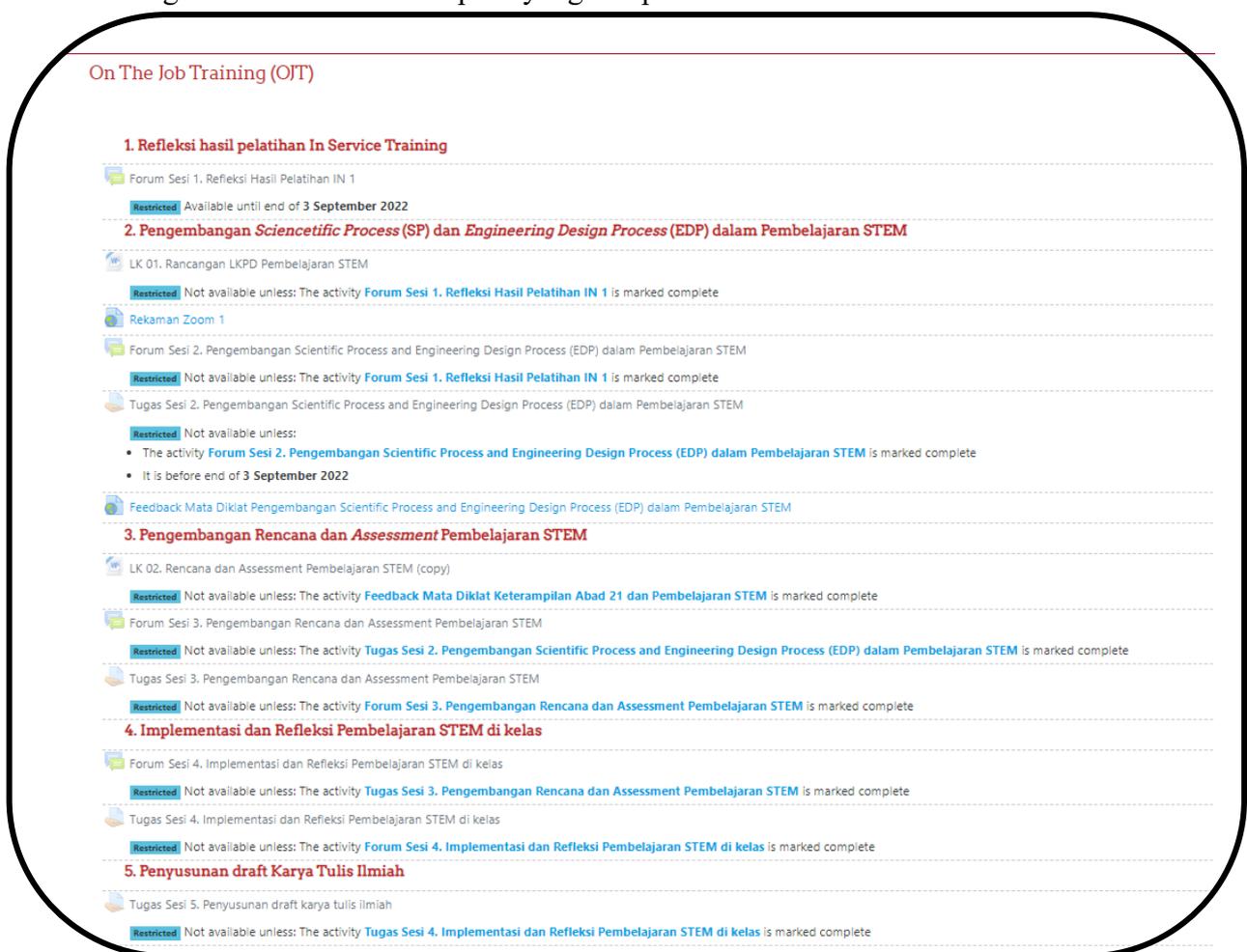
Pada materi *Scientific Process (SP)* dan *Engineering Design Process (EDP)* dalam pembelajaran STEM, guru-guru diberikan pengalaman bagaimana kegiatan siswa dalam pembelajaran STEM. Jadi pada materi ini guru berperan seperti siswa, dan fasilitator berperan menjadi guru. Guru peserta program melakukan semua kegiatan yang ada dalam Lembar Kegiatan (LK). Sistematika LK disesuaikan dengan setiap tahapan yang ada dalam EDP. Pada kegiatan mengidentifikasi masalah, peserta menyimpulkan masalah yang diangkat berdasarkan bahan bacaan dan data yang diberikan. Kemudian pada tahap bertukar pikiran, peserta melakukan percobaan untuk mendapatkan pemahaman konsep-konsep sains yang akan digunakan pada tahap berikutnya yaitu membuat desain. Desain yang dibuat oleh masing-masing kelompok kemudian dipresentasikan dan didiskusikan di dalam kelas. Dalam diskusi ini, setiap kelompok dapat memberikan masukan kepada desain kelompok yang lain. Setelah desainnya direvisi sesuai masukan dari kelompok yang lain dan fasilitator, kemudian dibuat *prototipe*.

Kegiatan-kegiatan yang sudah dilakukan kemudian dituangkan menjadi sebuah

rencana pembelajaran, yang dilengkapi dengan asesmen pembelajaran. Rencana pembelajaran ini kemudian disimulasikan pada mata diklat praktik pembelajaran sains berbasis STEM. Agar kegiatan pembelajaran STEM yang pada saat *on the job training* akan diimplementasikan di kelas lebih bermakna, maka peserta dibekali mata diklat pengantar penulisan karya tulis ilmiah.

3) Kegiatan pembelajaran P3G SWAT - Hybrid moda *online*

Semua aktivitas pembelajaran moda online dilaksanakan dengan menggunakan LMS (<https://pkb.p4tkipa.kemdikbud.go.id/pkbpd/course/view.php?id=289>). LMS terbagi ke dalam lima sesi seperti yang ada pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Tampilan LMS moda *online* (*on the job training*)

Sesuai Gambar 3.3, pada kegiatan pembelajaran moda *online*, LMS dibagi ke dalam lima sesi, yaitu:

a) Sesi 1: Refleksi hasil pelatihan *in service training*

Menu LMS pada sesi 1 hanya ada satu, yaitu forum diskusi. Pada forum ini peserta merefleksikan kembali konsep-konsep penting yang telah dipelajari saat *in service training*, yaitu mengenai karakteristik STEM, *scientific process*, *Engineering Design Process* (EDP), dan asesmen pembelajaran STEM untuk melatih dan mengukur keterampilan abad 21 siswa.

b) Sesi 2: Pengembangan SP dan EDP dalam pembelajaran STEM

Pada sesi 2, peserta diminta untuk membuat LKPD pembelajaran STEM dengan sistematika berdasarkan langkah-langkah EDP. SP dikembangkan pada tahap bertukar pikiran, dimana siswa diajak memahami konsep-konsep sains yang melandasi pembuatan desain *prototipe*. Masalah yang diangkat pada tahap identifikasi masalah merupakan topik yang paling dekat dengan lingkungan sekolahnya, yang dilengkapi dengan data berupa Tabel, grafik, atau fakta yang ada. Untuk memperkuat kembali pemahaman peserta mengenai LKPD pembelajaran STEM, maka dalam LMS terdapat kegiatan *synchronous zoom meeting* untuk mendiskusikan hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan LKPD. Setelah peserta membuat LKPD, kemudian diunggah dalam forum diskusi (Forum Sesi 2), dan akan ditanggapi oleh fasilitator dan temannya yang lain untuk diberi masukan. Setelah direvisi, kemudian LKPD tersebut diunggah pada menu assignment (Tugas Sesi 2). Di akhir sesi peserta mengisi *feedback* untuk evaluasi mata diklat.

c) Sesi 3: Pengembangan rencana dan asesmen pembelajaran STEM

Tugas yang diberikan pada sesi 3 adalah merancang rencana dan asesmen pembelajaran sesuai dengan LKPD yang telah dibuat pada sesi 2. Rancangan rencana pembelajaran yang telah disusun kemudian diunggah pada forum diskusi untuk diberi masukan oleh fasilitator dan teman yang lain. Setelah direvisi, rencana pembelajaran kemudian diunggah pada menu *assignment*

(Tugas Sesi 3).

- d) Sesi 4: Implementasi dan refleksi pembelajaran STEM di kelas

Pada sesi 4 peserta program mengunggah video implementasi pembelajaran STEM sesuai rencana pembelajaran yang sudah dibuat pada sesi 3 dalam forum diskusi dan *assignment*.

- e) Sesi 5: Penyusunan draft karya tulis ilmiah

Pada sesi 5 peserta mengunggah draft karya tulis ilmiah pada menu *assignment*.

4) Evaluasi kegiatan

Setelah semua rangkaian pelaksanaan program selesai, peserta diminta mengisi angket melalui gform mengenai sarana prasarana penunjang kegiatan, bahan ajar, materi pelatihan, dan jangka waktu pelaksanaan program.

3.4.3. Tahap Akhir

Pada tahap akhir dilakukan pengumpulan data meliputi data kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari nilai peserta pada saat mengerjakan tes awal dan tes akhir (instrumen pada lampiran 4). Nilai tes awal untuk mendapatkan data tentang pengetahuan awal guru mengenai pembelajaran STEM, dan tes akhir untuk mendapatkan gambaran mengenai peran program terhadap peningkatan pengetahuan guru mengenai pembelajaran STEM. Angket evaluasi kegiatan diberikan di akhir program untuk mendapatkan data mengenai LMS yang digunakan, bahan ajar, materi pelatihan, dan jangka waktu pelaksanaan program. Angket ini untuk melengkapi data karakteristik program dalam meningkatkan STEM PCK guru.

Data kualitatif diperoleh dari hasil kategorisasi perangkat pembelajaran dengan menggunakan rubrik. Aspek yang diukur dengan menggunakan rubrik ini adalah keterampilan guru dalam membuat LKPD, membuat rencana pembelajaran STEM, membuat asesmen pembelajaran STEM yang mengukur keterampilan abad 21 siswa, dan keterampilan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM di kelas. Data ini dikumpulkan selama pelaksanaan program.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini berupa data kuantitatif (quan) dan kualitatif (QUAL). Data kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh dari nilai tes awal dan tes akhir. Di awal P3G dengan strategi STEM WAT – *Hybrid*, peserta diberikan tes awal dan di akhir program diberikan tes akhir. Hasil tes awal dan tes akhir kemudian diuji menggunakan T – Tes, yang digunakan untuk menguji rata-rata perbedaan lebih dari dua sampel, variasi data yang sama, tetapi sampel tersebut tidak berhubungan satu sama lain, dan dihitung menggunakan N – *gain*. Nilai N – *gain* merupakan cara analisis untuk mengetahui tingkat peningkatan pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM sebelum dan setelah P3G dengan strategi STEM WAT – *Hybrid*. Rumus Hake (Fadaei, 2019) yang digunakan adalah:

$$N \text{ Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Dengan kriteria N - *gain*:

$g > 0,7$: tinggi

$0,3 < g < 0,7$: sedang

$g < 0,3$: rendah

Selain analisis deskriptif, data kuantitatif dianalisis secara imperensial. Analisis ini untuk melihat dan menguji signifikansi peningkatan pengetahuan guru tentang pembelajaran STEM melalui program STEM WAT-*Hybrid*. Signifikansi diuji menggunakan uji Wilcoxon berpasangan. Uji ini dipakai untuk uji non-parametrik untuk sampel berpasangan yang datanya tidak berdistribusi normal.

Teknik pengumpulan data kualitatif dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara terbatas, observasi, dan studi dokumentasi. Wawancara terbatas digunakan untuk memperoleh data respon peserta terhadap P3G dengan strategi STEM WAT-*Hybrid*. Observasi dilakukan pada saat pelaksanaan program secara tatap muka dan *online*. Observasi juga dilakukan untuk menganalisis video implementasi pembelajaran STEM di kelas. Studi dokumentasi data kualitatif diperoleh dari dokumen: (1) rencana

dan asesmen pembelajaran STEM yang dirancang oleh guru pada saat *in service training* dan *on the job training*, (2) LKPD pembelajaran STEM yang dirancang oleh guru pada saat *in service training* dan *on the job training*, dan (3) catatan observasi video implementasi pembelajaran STEM di kelas. Semua data ini kemudian dikategorikan menggunakan rubrik, dan dianalisis untuk mendapatkan gambaran efektivitas program terhadap peningkatan STEM PCK guru.