

BAB III

METODE PENELITIAN

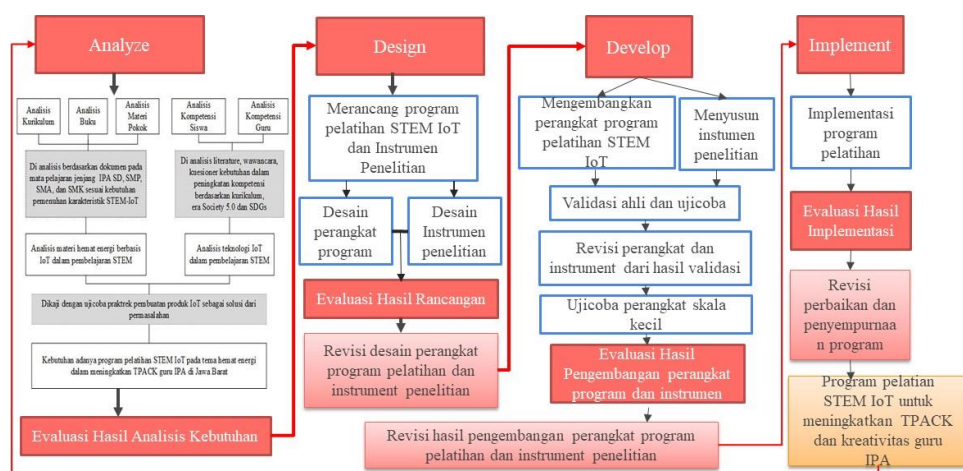
3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian campuran (*mixed-methods*). *Exploratory sequential design* digunakan pada pengembangan model pelatihan guru tentang STEM learning berbasis *Internet of Things* (STEM-IoT). Tujuan melibatkan prosedur pengumpulan data kualitatif untuk mengeksplorasi pengembangan instrumen dan pengumpulan data kuantitatif untuk menjelaskan hubungan yang ditemukan dalam data kualitatif (Creswell, 2012). Metode ini menggabungkan prosedur penelitian kualitatif pada fase kesatu dan kuantitatif pada fase kedua. Diantara fase kesatu dan kedua terdapat tahapan pengembangan program dan instrumen penilaian berdasarkan temuan kualitatif pada fase kesatu dan diimplementasikan secara kuantitatif pada fase kedua. Pada tahap pengembangan dilakukan dengan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu: *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluation* yang terlihat pada Gambar 3.1.

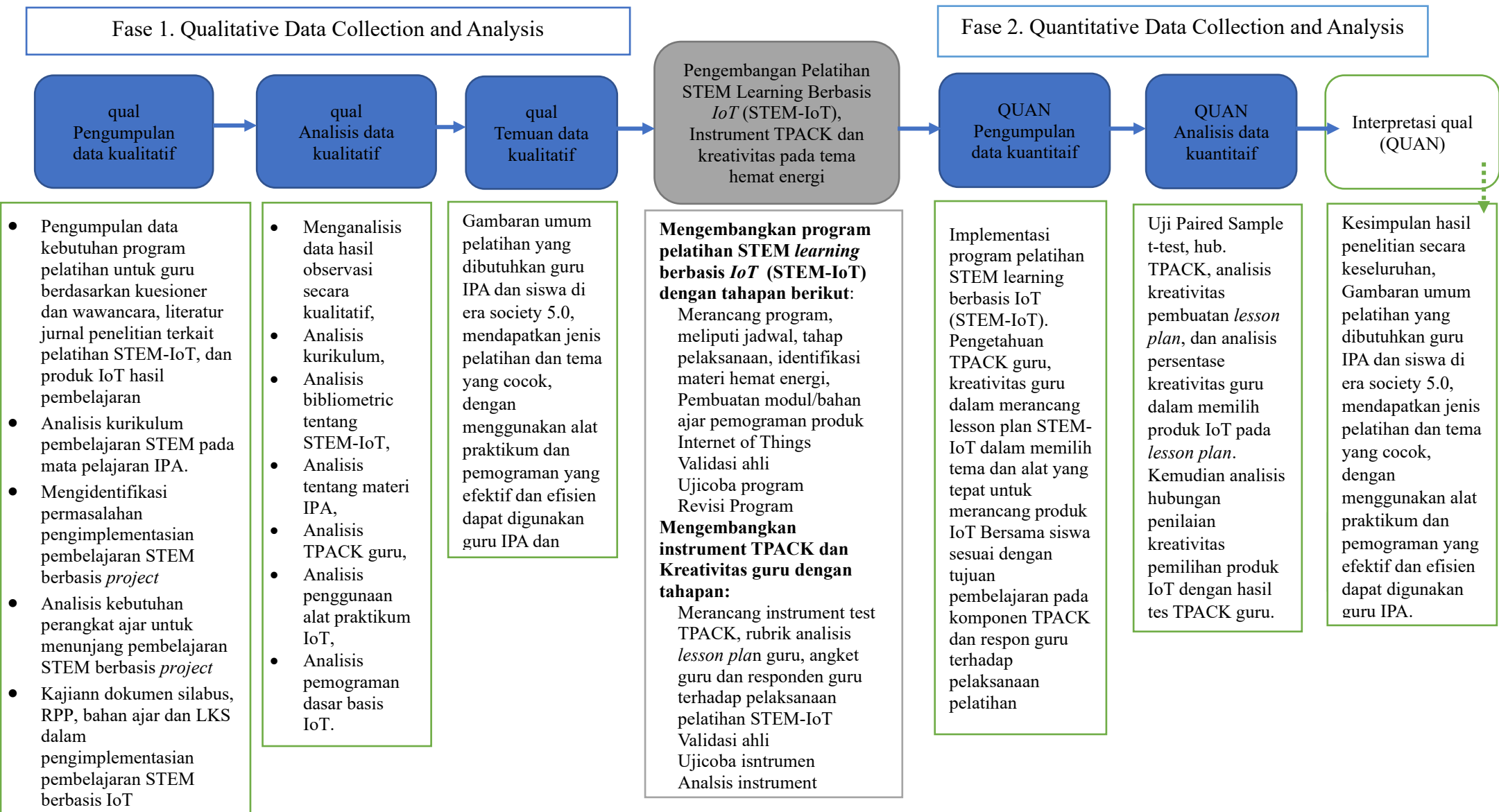
Data kualitatif dalam penelitian ini berupa analisis kebutuhan dari kurikulum, kebutuhan pengembangan kompetensi guru, analisis materi, dan kebutuhan di lapangan dalam meningkatkan keterampilan siswa di sekolah, dan kebutuhan dunia industri. Data kuantitatif terdiri dari hasil *pretest* dan *posttest* TPACK guru yang mengikuti program pelatihan, data penilaian kreativitas guru dalam merancang pembelajaran dan pemilihan produk IoT. Selain itu dilakukan wawancara dan angket yang diberikan kepada guru terhadap respon pelaksanaan pelatihan yang telah diikuti. Data kuantitatif pengetahuan TPACK dalam merancang RPP dan memilih produk IoT yang dinilai menggunakan rubrik penilaian berdasarkan indikator TPACK. Data kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan sehingga dapat disimpulkan tentang peran program pelatihan STEM *learning* berbasis *Internet of Things* (STEM-IoT) pada tema hemat energi bagi guru IPA di Jawa Barat.

Gambar 3.2. menjelaskan bahwa langkah pertama pengumpulan data kualitatif dengan cara menganalisis dari beberapa aspek untuk mendapatkan

informasi yang akurat tentang kebutuhan pengembangan program pelatihan. Adapun analisis yang sudah dilakukan secara kualitatif diambil dari dokumen, wawancara, observasi, catatan lapangan, survey dan ujicoba penggunaan alat. Hasil analisis untuk mengembangkan kebutuhan program pelatihan didasarkan dari beberapa aspek, diantaranya: 1) kurikulum yang sedang digunakan yaitu dari kurikulum merdeka dan kurikulum 2013; 2) analisis berdasarkan materi pokok IPA pada Tingkat SD, SMP, SMA, dan SMK; 3) analisis komponen STEM-IoT pada sumber belajar atau buku yang digunakan dalam pembelajaran IPA mulai dari Tingkat SD pada buku tematik, buku IPA, Fisika, Biologi di SMP, Fisika, Kimia dan Biologi SMA dan buku Fisika, Kimia kompetensi keahlian teknologi rekayasa di SMK; 4) analisis kebutuhan kompetensi siswa yang dilihat berdasarkan SKL, karakteristik kebutuhan di era Society 5.0, kebutuhan melaksanakan SDGs, perbandingan karakteristik IPA dan STEM dalam mengembangkan kompetensi siswa, jenis teknologi yang dibutuhkan di era Society dan SDGs sebagai penunjang pengembangan potensi peserta didik; 5) analisis kebutuhan kompetensi guru IPA yang didasarkan pada komponen TPACK yang harus dikembangkan, dan kreativitas guru dalam merancang pembelajaran STEM; 6) kebutuhan proyek IoT dalam pembelajaran IPA; 7) efektivitas kebutuhan teknologi IoT dalam menunjang pembelajaran STEM yang diujicoba dari aspek perbandingan kelebihan dan kekurangan penggunaan komponen *hardware* dan *software*, daya dukung, dan produk kreativitas IoT yang dirancang siswa; dan 8) analisis materi hemat energi berbasis IoT dalam pembelajaran STEM.



Gambar 3.1. Model ADDIE dalam pengembangan program pelatihan STEM IoT
 Aay Susilawati, 2025
PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI

Gambar 3.2 Desain Penelitian Mixed Methods Exploratory Sequential Design (QUAN Emphasized) (Cresswell, 2018)

Dokumen yang dikumpulkan sebagai pengumpulan data diantaranya: 1) dokumen kurikulum baik landasan kurikulum 2013 maupun kurikulum Merdeka; 2) buku IPA tingkat SD, SMP, SMA, dan SMK; 3) sembilan RPP STEM yang telah dibuat oleh perwakilan guru di Jawa Barat dengan rincian tiga RPP tingkat SMK, tiga RPP tingkat SMA, dua RPP tingkat SMP, dan satu RPP tingkat SD; 4) enam video proses pelaksanaan pembelajaran STEM; 5) wawancara kepada tiga guru perwakilan Jawa Barat yang sering mengikuti pelatihan dan melaksanakan pembelajaran STEM; 6) menyebarkan angket kepada 65 guru dari semua tingkat tentang kebutuhan bahan ajar STEM dan kebutuhan pelaksanaan program pelatihan STEM dan penggunaan IoT; 7) analisis jurnal baik nasional dan internasional tentang perkembangan teknologi di era Society 5.0, perkembangan SDGs, dan beberapa literature lainnya yang menunjang data. Selain data yang diambil dari analisis dokumen, dilakukan juga pengumpulan data yang diambil dari hasil observasi lapangan, diantaranya: 1) mengikuti beberapa kali pelatihan tentang STEM, pembuatan proyek IoT; 2) membimbing dan mengarahkan siswa dalam membuat proyek IoT; 3) mengobservasi dan mengevaluasi pelaksanaan lomba teknologi tepat guna di Jawa Barat dengan menganalisis beberapa produk karya anak bangsa yang berbasis IoT.

Setelah semua data kualitatif di kumpulkan kemudian data dianalisis dan dibuat sebuah temuan sebagai dasar kebutuhan dan landasan pengembangan program pelatihan guru yang dilakukan. Adapun dari hasil analisis didapat sebuah temuan pada Fase pertama untuk *qualitative data collection and analysis* bahwa dibutuhkan pelaksanaan program pelatihan guru dengan menggunakan pendekatan STEM dan ditunjang dengan pengembangan proyek berbasis *Internet of Things*. Hal ini diperlukan sebagai upaya dalam mengembangkan kompetensi guru, agar mampu meningkatkan kompetensi dan keterampilan peserta didik yang dibutuhkan di era Society 5.0 dan sebagai upaya melaksanakan pembangunan berkelanjutan.

Pada tahap pengembangan, dirancang sebuah program pelatihan guru tentang pembelajaran STEM berbasis IoT. Rancangan yang dibuat disertai dengan rancangan instrument yang akan menunjang penelitian baik dalam

mengevaluasi pelaksanaan program maupun mengevaluasi peningkatan kompetensi TPACK guru yang akan dilihat hasilnya dari perlakuan yang diberikan berupa pelatihan STEM IoT. Begitu juga peneliti mengembangkan modul yang akan digunakan pada saat dilaksanakan pelatihan. Setelah seluruh rancangan selesai dilakukan uji validasi oleh ahli dan ujicoba pelaksanaan hingga terbentuklah program yang siap untuk dilaksanakan dan instrumen yang sudah divalidasi dan direvisi hingga dapat digunakan.

Pada proses *QUAN data analysis*, peneliti menganalisis hasil pelaksanaan program STEM IoT terhadap peningkatan TPACK Guru IPA. Data yang telah dikumpulkan dari hasil pengembangan dan pelaksanaan program kemudian diolah dan dianalisis hingga didapatkan hasil sebagai interpretasi data secara kuantitatif. Adapun hasil kuantitatif yang didapat oleh peneliti dari kebermanfaatan pengembangan program pelatihan STEM *learning* berbasis IoT guru IPA pada materi hemat energi di Jawa Barat, kreativitas guru dalam merancang RPP STEM berbasis proyek IoT. Sedangkan *interpretatiuon qual+QUAN* didapat hasil kualitatif dan kuantitatif (data dominan) yang diinterpretasikan untuk memberikan kesimpulan tentang kebermanfaatan program STEM IoT terhadap TPACK dan kreativitas guru IPA di Jawa Barat dan memberikan gambaran secara luas tentang kebutuhan pelatihan yang dibutuhkan guru IPA dan siswa di era society 5.0, mendapatkan jenis pelatihan dan tema yang cocok, dengan menggunakan alat praktikum dan pemrograman yang efektif dan efisien dapat digunakan guru IPA pada saat merancang dan melaksanakan pembelajaran di kelas.

3.2.Partisipan

Partisipan dari penelitian ini adalah guru pada tingkat SD, SMP, SMA dan SMK. Populasi dalam penelitian ini adalah guru mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada tingkat SD, SMP, SMA, dan SMK di Jawa Barat. Sampel pada penelitian ini adalah guru IPA yang mengikuti pelatihan STEM IoT yang diselenggarakan dengan jumlah 79 guru. Sampel yang diambil disesuaikan dengan kebutuhan, dimana pengampilan sampel ini tidak disesuaikan dengan kualifikasi apapun karena tidak dilakukan seleksi, namun

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

sampel yang diambil hanya dilakukan berdasarkan motivasi guru untuk mengikuti pelatihan secara sukarela, selain itu melaksanakan pelatihan ini disesuaikan dengan adanya penawaran atau kerjasama dari tim peneliti kepada MGMP IPA SMK Ciamis, MGMP IPA SMK Garut, program studi Pascasarjan IPA UIN Sunan Gunung Djati, dan Bandung. Dimana total guru IPA yang mengikuti pelatihan seluruhnya adalah 132 guru, namun yang mengikuti acara secara keseluruhan selama dua pertemuan dengan penugasan selama satu minggu hari, dan tidak memenuhi pengumpulan data dengan penuh dari pretest, RPP awal, RPP akhir dan posttest adalah 79 guru IPA. Adapun profil sampel pada penelitian terlihat pada Tabel 3.1. Guru IPA terbanyak diikuti dari jenjang SMK (46%) karena kerjasama yang didapat dari dua MGMP IPA SMK, kemudian didominasi oleh guru IPA Perempuan (77%), dan paling banyak guru IPA dari Ciamis (52%).

Tabel 3.1. Sampel Penelitian

No	Kategori	Jumlah	%	No	Kategori	Jumlah	%
Guru IPA Jenjang				1	Kab. Bandung	5	6%
1	SD	3	4%	2	Kota Bandung	13	16%
2	SMP	24	30%	3	Cianjur	5	6%
3	SMA	6	8%	4	Subang	3	4%
4	SMK	46	58%	5	Sumedang	4	5%
	Total	79	100%	6	Cimahi	1	1%
Jenis Kelamin				7	Garut	3	4%
1	Laki Laki	18	23%	8	Tasikmalaya	2	3%
2	Perempuan	61	77%	9	Ciamis	41	52%
	Total	79	100%	10	Kuningan	1	1%
Daerah (Jawa Barat)				11	Sukabumi	1	1%
					Total	79	100%

3.3. Instrumen

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: 1) lembar analisis dokumen, 2) lembar observasi pelaksanaan STEM melalui video, 3) lembar analisis karakteristik STEM IoT pada buku ajar, 4) lembar analisis STEM pada RPP, 5) lembar wawancara; 6) angket tentang kebutuhan bahan ajar STEM dan kebutuhan pelaksanaan program pelatihan STEM dan penggunaan IoT; 7) lembar observasi lapangan tentang penggunaan IoT; 8)

daftar cek tentang pengujian komponen IoT, 9) tes, berupa soal untuk mengukur kemampuan TPACK guru, 10) lembar penilaian RPP STEM IoT guru, dan 11) angket persepsi guru terhadap respon terhadap pelaksanaan program pelatihan STEM IoT. Tabel 3.2. menunjukkan instrument yang dirancang peneliti dari seluruh kegiatan yang disesuaikan dengan kebutuhan di setiap tahapan, baik untuk mendapatkan data kualitatif maupun kuantitatif.

Tabel 3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen	Target asesmen	Deskripsi	Waktu	Data
Lembar analisis dokumen	a. Analisis dokumen kurikulum	Dokumen kurikulum yang dilihat aspek kesesuaian dan kebutuhan dalam melaksanakan pembelajaran STEM IoT	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kual
	b. Analisis STEM IoT pada buku ajar	Analisis ketersediaan karakteristik pelaksanaan STEM IoT pada Buku ajar		
	c. Analisis STEM pada RPP awal	Analisis kekurangan adanya karakteristik STEM pada RPP yang sudah dikembangkan		
	d. Analisis SKL	Kompetensi yang dibutuhkan siswa		
	e. Analisis kebutuhan kompetensi siswa dan guru era Society 5.0 dan SDGs	Diambil dari analisis kebutuhan kompetensi dari dokumen RPJPN dan Road map SDGs Indonesia dari Bappenas		
Soal kemampuan TPACK guru	Penguasaan TPACK	Soal digunakan untuk memperoleh data penguasaan pengetahuan TPACK guru dalam konteks hemat energi dengan menggunakan STEM IoT.	Tes sebelum dan sesudah pelatihan (Fase 2)	Kuan
Lembar observasi	a. Aktivitas pelaksanaan pelatihan guru	Observasi keterlaksanaan pelatihan sesuai tahapan dan jadwal yang sudah dirancang	Saat melaksanakan program (Fase 2)	Kuan
	b. Aktivitas pelaksanaan ujicoba proyek IoT	Observasi pembuatan proyek IoT dan efektivitas penggunaan STEM IoT dengan menggunakan beberapa komponen IoT	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kual

Instrumen	Target asesmen	Deskripsi	Waktu	Data
Angket	a. Persepsi guru terkait kebutuhan pelatihan STEM IoT	Item-item akan menggali informasi tentang kebutuhan jenis pelatihan yang diperlukan oleh guru IPA	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kuan dan kual
	b. Persepsi guru terkait kebermanfaatan program	Item-item dalam akan menggali informasi umum tentang pendapat guru selama mengikuti pelatihan	Setelah melaksanakan program (Fase 2)	Kuan dan kual
Lembar penilaian RPP STEM IoT	Penilaian kreativitas pembuatan RPP berdasarkan karakteristik STEM IoT	Penilaian RPP STEM IoT yang sudah dibuat peserta setelah mengikuti pelatihan	Setelah melaksanakan program (Fase 2)	Kual
Lembar Validasi	Validasi program dan instrumen	Validasi program pelatihan STEM IoT dan validasi instrumen yang digunakan	Pada fase pengembangan	Kual
Panduan Wawancara	a. Wawancara awal tentang pembelajaran STEM	Mengetahui respon guru secara langsung tentang kesulitan dalam melaksanakan pembelajaran STEM	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kuan dan kual
	b. Mengetahui respon langsung tentang program pelatihan dan kebutuhan pelatihan selanjutnya	Mengetahui respon guru secara langsung tentang kesulitan selama proses pelatihan dan ketertarikan atau kebutuhan mereka untuk pelaksanaan pelatihan selanjutnya	Setelah melaksanakan program (Fase 2)	Kuan dan kual
Catatan lapangan	Menambah catatan tentang efektivitas penggunaan STEM IoT	Sebagai data tambahan selama pelaksanaan di lapangan tentang menganalisis kebutuhan dan kesesuaian perancangan program dan pelaksanaan program	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kual
Daftar <i>check list</i>	Pengujian efektivitas alat praktek	Sebagai data untuk menganalisis komponen IoT yang sudah diujicoba dan di analisis kelebihan dan kelemahannya	Sebelum merancang program (Fase 1)	Kual

1. Penyusunan Instrumen Penelitian

Instrumen kuantitatif pada penelitian ini diantaranya: soal tes TPACK dalam mengukur kemampuan TPACK guru IPA, lembar penilaian RPP, lembar observasi pelaksanaan pelatihan STEM IoT, angket persepsi guru terhadap pelaksanaan program STEM IoT, dan wawancara serta catatan lapangan sebagai data tambahan dan triangulasi data.

a. Soal TPACK guru IPA

Tes TPACK guru dibuat untuk mendapatkan informasi tentang peningkatan pengetahuan TPACK guru dalam konteks pembelajaran IPA dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis IoT. Perubahan TPACK ini dianalisis dari kemampuan guru dalam memberikan jawaban pada soal terbuka yang diberikan. Instrumen tes TPACK terdiri dari tujuh komponen TPACK yaitu TK (*Technological Knowledge*), PK (*Pedagogical Knowledge*), CK (*Content Knowledge*), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), *Technological Content Knowledge* (TCK) dan *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), dan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Indikator dari setiap komponen seperti pada Tabel 3.3, pengembangan indikator ini diambil dan dimodifikasi dari Gragam dkk, 2009 dan Schmid dkk, 2019). Indikator TPACK disusun sebagai acuan pengembangan soal, analisis dan pembahasannya. Hasil susunan ini dikonsultasikan kepada tim pembimbing, dan setelah sudah disetujui kemudian dilanjutkan pada proses penyusunan soal tes TPACK dan hasil pengembangan soal terdapat 15 soal tes TPACK.

Tabel 3.3. Indikator Komponen Tes TPACK

Komponen TPACK	Indikator
TK (<i>Technological Knowledge</i>)	a) Pengetahuan tentang teknologi yang akan digunakan dalam pelatihan STEM IoT, dalam hal ini segala alat atau bentuk teknologi yang berkaitan dengan IoT
PK (<i>Pedagogical Knowledge</i>)	a. Pengetahuan tentang pendekatan, strategi, model, metode, dan evaluasi pembelajaran yang relevan/sesuai dengan materi pelajaran IPA b. Pengetahuan tentang penggunaan pendekatan STEM pada pembelajaran IPA
CK (<i>Content Knowledge</i>)	a) Pengetahuan tentang konsep IPA yang akan dibahas dalam pembelajaran.

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Komponen TPACK	Indikator
	b) Pengetahuan tentang materi IPA yang berhubungan dengan tema hemat energi
PCK (<i>Pedagogical Content Knowledge</i>)	a. Pengetahuan tentang konsep IPA dalam penggunaan pendekatan STEM berbasis IoT dan bagaimana cara menerapkannya dalam pembelajaran. b. Pengetahuan tentang pendekatan, strategi, model, metode, dan evaluasi pembelajaran yang relevan/sesuai dengan materi pelajaran IPA berbasis IoT c. Pengetahuan merencanakan menerapkan dan mengevaluasi pendekatan, strategi, model, metode, evaluasi pembelajaran yang relevan/sesuai dengan materi pelajaran IPA sehingga membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran
TCK (<i>Technological Content Knowledge</i>)	a) Pengetahuan tentang penggunaan perangkat teknologi IoT sebagai media pembelajaran atau sumber belajar yang relevan/sesuai dengan materi IPA yang akan diajarkan b) Pengetahuan tentang penggunaan aplikasi komputer berbasis IoT yang berkaitan dengan materi IPA c) Pengetahuan tentang penerapan penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran atau sumber belajar yang relevan/sesuai dengan materi IPA; dan d) Pengetahuan tentang evaluasi penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran atau sumber belajar yang relevan/sesuai dengan materi IPA
TPK (<i>Technological Pedagogical Knowledge</i>)	a) Kemampuan untuk memilih dan menggunakan perangkat teknologi IoT yang sesuai dengan pendekatan, strategi, model, metode, evaluasi pembelajaran dan karakteristik siswa; b) Kemampuan untuk merencanakan, menggunakan, menerapkan dan menilai perangkat teknologi sebagai media dan sumber belajar yang sesuai dengan pendekatan, strategi, model, metode, evaluasi pembelajaran dan karakteristik siswa;
TPACK (<i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i>)	a) Pengetahuan tentang integrasi teknologi, pedagogi, dan konten sesuai kurikulum untuk mencapai tujuan pembelajaran secara keseluruhan b) Pengetahuan tentang persiapan teknologi sebagai media pembelajaran atau sumber belajar yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran IPA yang diampu untuk mencapai tujuan pembelajaran c) Pengetahuan tentang perpaduan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten sesuai kurikulum untuk mengajarkan materi IPA untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa d) Mengevaluasi penggunaan teknologi sebagai sumber belajar untuk membuat materi IPA relevan atau sesuai untuk diajarkan e) Pengetahuan tentang kemajuan teknologi dalam pendidikan dan bagaimana mengintegrasikannya dengan metode dan materi IPA

Aay Susilawati, 2025

 PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT
 ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Guru IPA diminta untuk memberikan penjelasan tertulis tentang pengetahuannya selama proses menjawab soal. Peneliti melihat hasil jawaban guru berdasarkan rubrik penilaian tes TPACK yang ada di Lampiran 4. Jawaban yang paling tepat diberi skor 3, jawaban yang tepat walau masih ada yang kurang diberi skor 2, dan jawaban yang kurang tepat diberi skor 1. Nilai total dari semua jawaban untuk tujuh komponen TPACK dijumlahkan dan dihitung kembali untuk menghasilkan nilai rata-rata total. Hasil rata-rata kemudian dikategorisasikan berdasarkan Tabel 3.4

Tabel 3.4. Kategori kemampuan TPACK guru IPA

Rentan Nilai Rata-Rata	Kategori
$0 \leq x < 40$	Sangat Kurang
$40 \leq x < 55$	Kurang
$55 \leq x < 67$	Cukup
$70 \leq x < 84,99$	Baik
$85 \leq x \leq 100$	Sangat Baik

Sumber: (Prihastuti, 2021)

Tabel 3.5 menunjukkan interpretasi kekuatan korelasi antara komponen TPACK. Analisis korelasi kontruks PCK, TCK, dan TPK dalam pembentukan TPACK akan dilakukan. Jika r hitung $>$ dari r tabel, maka ada korelasi antara variabel, tetapi jika r hitung $<$ dari r tabel, maka tidak ada korelasi antara variabel (r tabel untuk $n:79 = 0,370$).

Tabel 3.5. Kategori kekuatan korelasi antara variabel TPACK

Rentan Nilai korelasi (r)	Kategori
0	Tidak ada korelasi
$0 > r < 0,25$	Korelasi sangat lemah
$0,25 > r < 0,5$	Korelasi cukup
$0,5 > r < 0,75$	Korelasi kuat
1	Korelasi sangat kuat

Sumber: (Sarwono, 2006).

Selama tahap validasi tes TPACK guru IPA, validator menilai kelayakan soal untuk setiap komponen TPACK. Mereka juga menilai masukan dari validator untuk penyempurnaan soal. Tabel 3.6 menunjukkan Hasil dari komentar para ahli adalah bahwa pertanyaan dapat dikomunikasikan dengan baik dan dapat digunakan dengan beberapa perubahan.

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Tabel 3.6. Saran Validator terhadap Instrumen Tes TPACK

Komponen TPACK	Hasil masukan ahli
CK	1. Pertanyaan baiknya secara langsung diarahkan pada materi yang berkaitan dengan hemat energi
PCK	2. Soal yang diberikan harus menggali pengetahuan guru dalam merancang dan merencanakan pembelajaran IPA dengan menggunakan pembelajaran STEM berbasis IoT
TCK	3. Pertanyaan harus berfokus untuk menjawab bagaimana memanfaatkan teknologi IoT dalam memecahkan masalah yang diangkat melalui pembelajaran STEM pada materi hemat energi
TPK	4. Pertanyaan fokus pada bagaimana memanfaatkan IoT yang relevan dengan pendekatan STEM
TPACK	5. Gunakan pertanyaan bagaimana agar dapat menjangkau lebih banyak pengetahuan guru.

Selanjutnya, tahap uji coba dilakukan secara terbatas kepada enam guru IPA untuk mendapatkan masukan tentang perbaikan soal TPACK, dari 18 soal diambil 15 soal yang sudah direvisi berdasarkan hasil masukan para ahli pada Tabel 3.6 untuk siap digunakan pada tahap uji coba. Hasil uji coba tes TPACK disajikan dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Validitas hasil uji coba tes TPACK

Komponen	Soal	Kesimpulan
TK	Butir 1	Valid
TK	Butir 2	Valid
PK	Butir 3	Valid
CK	Butir 4	Valid
CK	Butir 5	Valid
PCK	Butir 6	Valid
TCK	Butir 7	Valid
TPK	Butir 8	Tidak Valid
TPK	Butir 9	Valid
TPK	Butir 10	Valid
TPK	Butir 11	Valid
TPK	Butir 12	Valid
TPACK	Butir 13	Tidak Valid
TPACK	Butir 14	Valid
TPACK	Butir 15	Tidak Valid
TPACK	Butir 16	Valid
TPACK	Butir 17	Valid

TPACK	Butir 18	Valid
-------	----------	-------

Nilai r hitung butir soal yang dinyatakan valid lebih besar dari r tabel. Dari 18 soal yang dibuat, 15 dinyatakan valid. Tabel 3.8 menunjukkan hasil analisis reliabilitas atau keajegan soal tes TPACK yang dapat digunakan.

Tabel 3.8. Reliabilitas Hasil Uji Coba Soal

Komponen	Jumlah item	Cronbach's Alpha	Keterangan
TK	2	0,750	Reliabel
PK	1	0,779	Reliabel
CK	2	0,772	Reliabel
PCK	1	0,750	Reliabel
TCK	1	0,770	Reliabel
TPK	4	0,772	Reliabel
TPACK	4	0,725	Reliabel
Total	15		

Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.9, ketujuh komponen memiliki nilai Cronbach's Alpha yang lebih besar dari 0,60, yaitu TK (0,75), PK (0,75), PCK (0,750 lebih dari 0,60), TCK (0,770 lebih dari 0,60), TPK (0,772 lebih dari 0,60), dan TPACK (0,725 lebih dari 0,60). Lampiran 9 menunjukkan soal tes TPACK sebanyak 15 butir yang pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Soal Kemampuan TPACK

No.	Komponen TPACK	Item Soal
1.	TK	Apakah Bapak/Ibu mengenal istilah <i>Internet of Things</i> ? Jika Ya, mohon jelaskan.
2.	TK	Apakah Bapak/Ibu mengetahui perkembangan teknologi dalam Pendidikan? Jelaskan teknologi baru apa yang Bapak/ibu ketahui.
3.	PK	Apakah Bapak/Ibu mengenal pendekatan STEM?
4.	CK	Apakah Bapak/Ibu menggali konsep hemat energi dari materi IPA di kelas sebagai wujud implementasi dalam kehidupan sehari-hari? jika ya, bagaimana penjelasan konsep hemat energi yang diajarkan?
5.	CK	Apakah Bapak/Ibu mengetahui konsep hemat energi yang bisa dikaitkan dengan materi IPA yang bapak/ibu ajarkan di kelas? Jika ya, sebutkan contohnya.
6.	PCK	Apakah Bapak/Ibu pernah melakukan pembelajaran IPA dengan menggunakan pendekatan STEM tentang topik

No.	Komponen TPACK	Item Soal
		energi? Jika Ya, jelaskan bagaimana Bapak/Ibu melakukannya!
7.	TCK	Apakah Bapak/ibu mengajarkan konsep energi dengan menggunakan bantuan teknologi? Jika ya, menurut Bapak/Ibu teknologi apa yang tepat digunakan sehingga dapat memotivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran?
8.	TPK	Apakah Bapak/ibu pernah melakukan pemograman dasar dalam merancang project untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari? Jika pernah, jelaskan.
9.	TPK	Apakah Bapak/Ibu dapat mengevaluasi kreativitas siswa pada pembelajaran IPA dengan cara merancang <i>project</i> menggunakan pendekatan STEM?
10.	TPK	Apakah Bapak/Ibu dapat menggunakan teknologi dalam berkomunikasi dengan guru lain untuk merancang dan merefleksi pembelajaran di kelas? jelaskan aplikasi apa yang pernah digunakan!
11.	TPK	Apakah Bapak/Ibu mampu memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran sesuai dengan karakteristik siswa? Jelaskan.
12.	TPACK	Apakah Bapak/Ibu pernah merancang dan melaksanakan pembelajaran IPA dengan menggunakan enjineriing proses dalam membuat projek tentang topik energi? Jika Ya, jelaskan bagaimana Bapak/Ibu melakukannya!
13.	TPACK	Apakah Bapak/Ibu dapat mengevaluasi pemahaman konsep siswa tentang energi dengan menggunakan Internet of Things? Jelaskan.
14.	TPACK	Apakah Bapak/Ibu mengetahui konsep energi yang dapat dikembangkan melalui project dengan menggunakan bantuan media <i>Internet of Things</i> ? Jika ya, sebutkan contohnya.
15.	TPACK	Apakah Bapak/Ibu dapat menggunakan perangkat teknologi IoT sebagai media pembelajaran dalam memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan energi dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan

b. Instrumen Penilaian Kreativitas Guru dalam Pengembangan RPP

Kriteria penggunaan tema hemat energi dan pelaksanaan proses EDP dalam STEM yang disertai rancangan menggunakan teknologi IoT digunakan sebagai aspek penilaian RPP yang dibuat oleh guru. Instrumen penilaian RPP untuk mendapatkan informasi tentang perubahan kemampuan guru IPA dalam merancang pembelajaran menggunakan pendekatan STEM IoT dalam komponen TPACK. Proses penilaian dilakukan sebelum dan setelah program pelatihan STEM IoT.

Penilaian difokuskan pada komponen *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dan disesuaikan dengan ketersediaan komponen STEM berbasis IoT. Komponen tersebut kemudian dikembangkan menjadi dua indikator, yaitu indikator tentang TPACK yang merupakan modifikasi dari Schmidt dkk, 2009, dan komponen STEM IoT yang merupakan indikator analisis ketersediaan komponen sains, teknologi, *engineering*, matematika, dan adanya proyek *internet of things* yang dirancang sebagai solusi dari permasalahan. Dimana untuk setiap komponen memiliki masing-masing 5 sub indikator yang menjadi dasar penilaian RPP. Tabel 3.10 menunjukkan indikator-indikator penilaian RPP STEM IoT guru IPA.

Tabel 3.10. Indikator dan kriteria kreativitas pada perangkat pembelajaran STEM IoT guru IPA

Komponen	Indikator	Kriteria Kreativitas
TPACK	Kesesuaian penggunaan teknologi dalam metode, model, media, pendekatan yang relevan dengan materi pembelajaran	a. Guru memilih materi IPA yang berhubungan dengan tema hemat energi dengan luwes (<i>fluency</i>) b. Guru menggunakan tema hemat energi yang bervariasi terkait dengan permasalahan yang akan dicari solusinya dengan bantuan IoT (<i>flexibility</i>) c. Guru menggunakan proses EDP dalam pendekatan STEM berbasis IoT dan menggunakan alat berbantuan IoT sebagai solusi dari permasalahan yang berhubungan dengan tema hemat energi (<i>originality</i>).
STEM IoT	Kesesuaian rancangan pembelajaran yang dibuat dengan karakteristik STEM dan terdapat proyek IoT yang dirancang dengan tema hemat energi sebagai solusi dari permasalahan.	a. Proses pembelajaran mencakup semua aspek pada komponen STEM dan mengandung unsur penggunaan IoT (<i>fluency</i>) b. Terdapat komponen Sains dalam hal ini tentang hemat energi yang dibahas pada rancangan pembelajaran (<i>originality</i>) c. Terdapat komponen teknologi IoT yang dibahas pada rancangan pembelajaran (<i>flexibility</i>) d. Terdapat komponen <i>engineering</i> yang dibahas pada rancangan pembelajaran (<i>fluency</i>) e. Terdapat komponen matematika yang dibahas pada rancangan pembelajaran sesuai dengan tema hemat energi (<i>flexibility</i>)

		f. Terdapat komponen pembuatan proyek IoT tentang hemat energi yang dibahas pada rancangan pembelajaran (<i>originality</i>)
--	--	--

Sumber data berasal dari dokumen RPP yang dikembangkan guru IPA sebelum dan setelah mengikuti program pelatihan STEM IoT. Peneliti menganalisis produk berupa RPP atau *lesson plan* yang sudah dibuat untuk kemudian disesuaikan dengan daftar ceklist kesesuaian indikator komponen pada rubrik penilaian RPP seperti pada **Lampiran 5**. Selain itu, RPP yang sudah dibuat, dianalisis juga pemilihan jenis materi IPA yang berhubungan dengan tema hemat energi yang dimasukkan ke dalam rancangan pembelajaran yang mereka buat, serta dianalisis kesesuaian produk IoT yang dikembangkan pada RPP. Berdasarkan hasil analisis tersebut dibuat sebuah interpretasi tentang kreativitas guru IPA dalam merancang pembelajaran sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan STEM IoT.

Pada tahapan validasi instrumen penilaian RPP STEM IoT, validator menilai kelayakan setiap komponen. Komponen yang disusun menggunakan komponen TPACK. Masukan dari para validator untuk penyempurnaan instrumen diantaranya: 1) komponen yang digunakan untuk menilai RPP adalah unsur TPACK, tahapan STEM, dan adanya pengintegrasian dengan teknologi IoT; 2) arahkan pada konteks sains dalam pemberian solusi untuk menghemat energi; 3) penekanan pada pemanfaatan teknologi IoT dalam perancangan produk; dan 4) harus mampu menjaring kemampuan guru mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten sains. Kesimpulan dari masukan ahli adalah instrumen penilaian RPP guru sudah baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi. Selanjutnya, direvisi berdasarkan hasil masukan para ahli untuk siap digunakan pada tahap uji coba.

Tahap uji coba dilakukan secara terbatas kepada enam guru IPA untuk mendapatkan masukan tentang perbaikan instrumen. Hasil ujicoba instrumen penilaian RPP guru ditampilkan pada Tabel 3.10. yang dilakukan dua kali pengulangan oleh enam guru IPA dalam menggunakan penilaian instrumen penilaian RPP. Jika dilihat dari hasil tabel menunjukkan nilai yang konsisten dan dapat disimpulkan bahwa lembar penilaian RPP STEM IoT sudah baik.

Tabel 3.10. Hasil uji coba penilaian RPP STEM IoT

Komponen	Guru 1	Guru 2	Guru 3	Guru 4	Guru 5	Guru 6
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
TPACK	2,4	2,6	2,6	2,8	2,4	2,8	2,6	3	2,4	2,8	2,6	3
STEM	2,8	3	2,6	3	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,6	2,8	3
IoT	2,4	2,6	2,6	2,8	2,4	2,8	2,6	3	2,6	3	2,4	2,6

c. Lembar observasi keterlaksanaan program pelatihan STEM IoT

Penggunaan instrumen lembar observasi keterlaksanaan program pelatihan STEM IoT untuk mendapatkan informasi pelaksanaan pelatihan apakah sudah sesuai dengan tahapan yang sudah dirancang atau adakah tahapan yang terlewat. Proses penilaian dilakukan oleh observer selama pelaksanaan program pelatihan dengan mengisi daftar *cek list* pada instrumen yang tersedia dan memberikan beberapa catatan lapangan jika ada hal yang perlu dibahas dari pelaksanaan program. Penilaian pada lembar observasi difokuskan pada komponen keterlaksanaan program dengan tahapan yang disesuaikan dengan rancangan awal, kemudian dilakukan observasi kemampuan TPACK guru IPA pada saat mempresentasikan rancangan pembelajaran serta kesesuaian komponen STEM IoT yang dirancang saat presentasi. Komponen tersebut dikembangkan menjadi tiga sub-indikator yang menjadi dasar penilaian pelaksanaan pelatihan STEM IoT. Indikator dan subindikator lembar observasi pelaksanaan pelatihan STEM IoT dapat dilihat pada Tabel 3.11. Sumber data berasal dari hasil penilaian observer (2 orang) saat dilaksanakan pelatihan. Peneliti menganalisis hasil penilaian observer mengacu pada rubrik penilaian observasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Setiap langkah yang dilakukan dibuat dalam daftar *cek list* ya (1), tidak (0), kemudian diolah datanya dalam bentuk persentase keterlaksanaan.

Tabel 3.11. Indikator Keterlaksanaan Program Pelatihan STEM IoT

Komponen	Indikator	Sub Indikator
Tahapan Pelaksanaan program STEM IoT	Kesesuaian pelaksanaan dengan tahapan yang sudah dirancang	a. Adanya pelaksanaan <i>pretest</i> dan pengecekan kehadiran peserta di tahap pendahuluan b. Adanya pelaksanaan pemberian materi tentang STEM, IoT dan penerapan IoT dalam pembelajaran IPA c. Adanya pelaksanaan praktek produk IoT pada tema hemat energi d. Adanya pelaksanaan perancangan pembelajaran STEM IoT hingga peserta mempresentasikan hasil rancangannya

Komponen	Indikator	Sub Indikator
		e. Adanya <i>posttest</i> akhir pada tahap penutup
TPACK	Kesesuaian penggunaan teknologi dalam suatu metode, model, media, pendekatan yang relevan dengan materi pembelajaran	Pada saat perancangan pembelajaran dan presentasi produk RPP STEM IoT, terdapat: - Kesesuaian penggunaan teknologi, pemilihan pendekatan dengan materi pelajaran - Kesesuaian penggunaan teknologi, penentuan model, media, dan metode dengan materi pelajaran - Penggunaan teknologi IoT yang relevan dengan prosedur dalam pembuatan produk hemat energi berbasis IoT.
STEM IoT	Kesesuaian rancangan pembelajaran yang dibuat dengan karakteristik STEM dan terdapat proyek IoT yang dirancang dengan tema hemat energi sebagai solusi dari permasalahan.	Pada saat praktek, perancangan pembelajaran dan presentasi produk RPP STEM IoT, terdapat: - komponen sains yang dibahas pada rancangan pembelajaran - Terdapat komponen teknologi yang dibahas pada rancangan pembelajaran - Terdapat komponen <i>engineering</i> yang dibahas pada rancangan pembelajaran - Terdapat komponen matematika yang dibahas pada rancangan pembelajaran - Terdapat komponen pembuatan proyek IoT tentang hemat energi yang dibahas pada rancangan pembelajaran

a. Angket persepsi guru

Dalam penelitian ini, angket persepsi guru digunakan untuk mengumpulkan data persepsi guru tentang program pelatihan STEM IoT yang mereka ikuti serta manfaat bagi mereka sendiri. Data yang dikumpulkan melalui angket mengacu pada kisi-kisi yang terlihat pada Tabel 3.12 dan mengacu pada proses dan hasil yang dihasilkan guru setelah mengikuti program pelatihan STEM IoT. Kisi-kisi dan angket persepsi guru yang lengkap terlihat pada Lampiran 7.

Tabel 3.12. Kisi-kisi angket persepsi guru

Komponen	Sub Komponen	Nomor pernyataan	Jumlah
Materi program	Materi yang diberikan pda saat pelatihan STEM IoT	1,2	2
	Manfaat program pelatihan	3	1

output program pelatihan STEM IoT	Pengetahuan baru yang didapat oleh guru	4,5	2
	Ide baru yang didapat setelah pelatihan yang akan dirancang dalam pembelajaran selanjutnya	6,7	2

Dari uraian kisi-kisi pada Tabel 3.12. Angket guru dikembangkan menjadi tujuh butir pernyataan dengan pilihan yang berbeda-beda sesuai dengan komponen dan sub komponennya. Terdapat dua pertanyaan untuk komponen materi, yaitu: (i) *“Bagaiman pendapat Bapak/Ibu tentang pemaparan dari pemateri?”*, pilihan jawaban untuk pernyataan ini terdapat lima pilihan, “sangat tidak jelas” bernilai 1, “tidak jelas” bernilai 2, “kurang jelas” bernilai 3, “jelas” bernilai 4, dan “sangat jelas” bernilai 5; (ii) *“Bagaiman pendapat Bapak/Ibu tentang materi STEM-IoT?”*, pilihan jawaban untuk pernyataan ini terdapat lima pilihan, yaitu: “sangat tidak menarik” bernilai 1, “tidak menarik” bernilai 2, “kurang menarik” bernilai 3, “menarik” bernilai 4, “sangat menarik” bernilai 5; Pada komponen kebermanfaatan diberikan pertanyaan: (iii) *“Tuliskan Kesan dan Pesan untuk Pelaksanaan Pelatihan STEM-IoT?”*, pilihan jawaban pada pernyataan ini diberikan secara terbuka, sehingga peneliti akan menganalisis jawaban peserta secara keseluruhan; Pertanyaan untuk komponen pengetahuan baru terdapat dua pertanyaan, yaitu: (iv) *“Apakah Bapak/Ibu berhasil merangkai alat arduino dan pemograman dengan baik?”*, pilihan jawaban adalah “ya” bernilai 2, dan “tidak” bernilai 1, namun jawaban peserta akan diperkuat dan dilanjutkan pada pertanyaan selanjutnya yaitu: (v) *“Tuliskan kesulitan yang Bapak/Ibu rasakan selama melaksanakan Pelatihan STEM-IoT”*, pernyataan ini peserta diberikan jawaban terbuka untuk mengungkapkan hal-hal baru yang baru mereka pelajari namun masih mengalami kesulitan dalam melaksanakannya; Terakhir pertanyaan untuk komponen ide baru terdapat dua pertanyaan, yaitu: (vi) *“Apakah Bapak/Ibu tertarik untuk melaksanakan penelitian/pembelajaran dengan menggunakan STEM-IoT?”*, pada pernyataan ini diberikan pilihan jawaban “ya” bernilai 2, dan “tidak” bernilai 1, dimana jika peserta menjawab “ya”, maka pertanyaan akan dilanjutkan dengan pertanyaan selanjutnya (vii) *“Jika ya, silahkan tulis rencana atau ide pembelajaran STEM-IoT (Secara singkat)”*, pertanyaan ini diberikan jawaban terbuka untuk menggali ide yang mereka curahkan setelah mengikuti pelatihan STEM IoT.

b. Panduan wawancara

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Panduan wawancara guru IPA adalah bagian dari evaluasi kegiatan yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang reaksi peserta terhadap program pelatihan STEM IoT secara keseluruhan. Penjaringan data wawancara terdiri dari tiga komponen dan sepuluh subkomponen. Masing-masing komponen terdiri dari 21 pertanyaan. Kisi-kisi pertanyaan yang diajukan selama wawancara disajikan dalam Tabel 3.13. Dilakukan wawancara dengan lima guru IPA yang berpartisipasi dalam program pelatihan STEM IoT. Jawaban mereka dirangkum untuk menghasilkan interpretasi pertanyaan. Selanjutnya, hasil interpretasi ini digunakan untuk mendukung diskusi tentang respon peserta terhadap pelatihan STEM IoT, tantangan yang dihadapi peserta, dan rekomendasi. Instrumen yang digunakan untuk mengatur wawancara guru ini dapat ditemukan di **Lampiran 8**. Pada pertanyaan-pertanyaan di wawancara ada pertanyaan yang sama atau persis dengan angket persepsi guru, namun bedanya jika pertanyaan tersebut dalam bentuk wawancara, maka jawaban akan secara langsung diungkapkan, sedangkan angket diungkapkan hanya dalam tulisan.

Tabel 3.13 Kisi-kisi wawancara guru IPA

Komponen	Sub Komponen	Nomor	Jml
Jadwal dan tahapan pelaksanaan program	Penyusunan jadwal	1	1
	Tahapan pelaksanaan program	2	1
	Kendala dan saran	3,4	2
Kebermanfaatan Program	Peningkatan profesionalisme guru	5,6	2
	Peningkatan kompetensi pedagogi guru	7,8,9,10	4
	Peningkatan kompetensi sosial guru	11	1
	Peningkatan pengetahuan teknologi bagi guru	12,13	2
	Pengetahuan baru yang didapat guru	14,15	2
	Keterampilan baru yang didapat guru	16	1
	Materi dalam modul	17	1
	Penyampaian materi oleh narasumber	18,19,20,21	4
Total			21

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini terdiri dari lima tahapan yaitu tahap analisis kebutuhan, tahap desain dan pengembangan, tahap pelaksanaan, tahap evaluasi dan tahap kesimpulan. Prosedur penelitian program pelatihan STEM *learning* berbasis

IoT pada materi hemat energi dalam meningkatkan TPACK guru IPA. Penjelasan terkait proses yang dilakukan pada setiap tahapan prosedurnya sebagai berikut:

3.4.1. Tahap Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan cara analisis dokumen dan survey untuk mendapatkan beberapa data kualitatif. Tahap ini terdiri dari studi pendahuluan (analisis dokumen, analisis literatur, analisis konten, analisis kebutuhan peningkatan kompetensi, analisis buku ajar). Penyiapan instrumen dan analisis yang dilakukan dari bulan Januari-Desember tahun 2022. Studi pendahuluan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi guru IPA dan kebutuhan pengembangan kompetensi guru IPA Jawa Barat di era Society 5.0 serta pemenuhan pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dapat diperoleh beberapa informasi, diantaranya: 1) adanya relevansi antara karakteristik kurikulum pada pembelajaran IPA dengan karakteristik pembelajaran STEM; 2) guru IPA masih mendapatkan kesulitan dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM dan membutuhkan peningkatan kompetensi guru IPA dalam merancang pembelajaran yang mampu mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan di era Society 5.0 dan pelaksanaan pembangunan berkelanjutan terutama kompetensi integrasi teknologi dan pemilihan materi; 3) keterbatasan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran belum memenuhi kriteria pelaksanaan pembelajaran STEM; 4) kebutuhan peningkatan kompetensi dan keterampilan peserta didik menerapkan teknologi IoT dalam pembelajaran IPA; dan 5) sesuai dengan literatur tentang STEM dan IoT yang merupakan tren penelitian yang sedang dikembangkan dalam pembelajaran IPA (Susilawati dkk, 2022; Susilawati dkk, 2023).

3.4.2. Tahap Desain dan Pengembangan

Pada tahap desain dan pengembangan program pelatihan STEM berbasis IoT, didasarkan dari hasil pendahuluan kemudian dirancang beberapa keperluan pengembangan program pelatihan, diantaranya: 1) panduan pelatihan; rasionalitas pelatihan, evaluasi dan tindak lanjut, tata tertib pelatihan dan *roundown* pelatihan; 2) modul pelatihan atau presentasi materi; mencakup materi tentang STEM,

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Project-IoT, Rancangan pembelajaran STEM IoT pada materi hemat energi; dan 3) instrumen: lembar observasi, angket, tes TPACK, lembar penilaian kreativitas, dan lembar wawancara. kemudian validasi secara konstruk dan validasi ahli untuk instrumen, sedangkan program divalidasi dan dilakukan ujicoba.

1. Penyusunan perangkat program pelatihan STEM IoT

Perangkat program terdiri dari modul materi IoT serta aktivitas atau tahapan peserta selama program pelatihan STEM IoT. Penyusunan modul materi IoT sebagai panduan untuk melaksanakan praktek pembuatan proyek STEM berbasis IoT, karena proyek IoT merupakan penerapan teknologi yang bisa dikembangkan dalam pembelajaran STEM sebagai solusi produk yang ditawarkan dalam memecahkan masalah. Namun, dalam proses pembuatan proyek IoT perlu adanya kompetensi tambahan dalam merancang dan menggunakan pemrograman dasar. Oleh karena itu, modul IoT ini dirancang untuk membantu guru atau peserta pelatihan dalam mengikuti prosedur penggunaan *hardware* atau *software* yang digunakan saat praktikum sesuai dengan kebutuhan. Selama proses penyusunan modul yang dilakukan selama 22 bulan sejak bulan Oktober 2022 – Juli 2024. Modul yang dikembangkan senantiasa dilakukan revisi dan penyempurnaan di setiap waktu sesuai dengan hasil analisis pendalaman materi yang didapatkan oleh penulis dari hasil pelatihan, analisis literatur, ujicoba perangkat, dan penelitian sederhana dalam perancangan pembuatan produk IoT, dan dari hasil masukan dan validasi ahli. Pada penyusunan modul IoT yang dikembangkan, terdapat lima bagian utama yang dibahas dalam modul yang dijelaskan pada Tabel 3.14. pada setiap bagian perangkat IoT hanya membahas beberapa komponen yang dapat digunakan dalam pembuatan produk IoT berdasarkan hasil analisis efektifitas perbandingan komponen IoT yang mudah digunakan bagi pemula atau pembelajar di bidang pemrograman dasar.

Tabel 3.14. Outline modul IoT

Bagian	Komponen	Sub-Bab	Penjelasan
I	<i>Internet of Things</i>	a. Bagaiman sejarah adanya IoT? b. Apa itu IoT? c. Contoh aplikasi IoT	Pada bagian ini dijelaskan pengenalan awal tentang IoT agar peserta memahami dan

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Bagian	Komponen	Sub-Bab	Penjelasan
			mengenai adanya IoT dan penerapannya
II	Perangkat IoT	a. Siapa pengembang perangkat arduino b. Jenis arduino c. Perbedaan arduino dan ESP d. <i>Breadboard connection</i> arduino e. Apa itu sensor	Memberikan pengetahuan tentang komponen-komponen perangkat IoT yang digunakan
III	Kontrol sensor menggunakan ESP 8266 (NodeMCU)	a. Kontrol LED menggunakan ESP8266 (NodeMCU) 22 b. Kontrol motor servo menggunakan ESP8266 (NodeMCU) 23 c. Kontrol sensor ultrasonik menggunakan ESP8266 (NodeMCU)	Tentang pemrograman dalam membuat perintah atau coding dalam menggunakan komponen IoT
IV	IoT dengan Thinger io		Menjelaskan penggunaan software IoT yang digunakan
V	Contoh proyek arduino berbasis IoT		Pemberian contoh-contoh proyek berbasis IoT

Selanjutnya, dilakukan analisis terkait konsep IPA yang bersifat general untuk semua tingkat pendidikan, baik di SD, SMP, SMA, dan SMK, kemudian sesuai dengan kompetensi dasar dalam kurikulum, mudah dikembangkan menggunakan teknologi IoT sebagai pencapaian kompetensi di era Society 5.0 dan dapat memenuhi pelaksanaan pembangunan keberlanjutan.

Setelah dilakukan analisis materi dan konsep IPA dikaitkan dengan teknologi IoT didapatkan materi hemat energi yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan pelatihan STEM untuk guru IPA. Disamping jenis energi yang lebih luas dapat mencakup banyak konsep yang terkait di semua jenjang, keterkaitan dengan SDGs juga sangat relevan dan efektivitas komponen IoT yang dapat menggunakan

komponen hemat harga dan dasar pemograman yang sederhana. Salah satu contoh SDGs yang terkait untuk materi hemat energi dan IoT yaitu SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*), dimana dengan menggunakan IoT dapat Membantu menciptakan kota pintar yang efisien dalam pengelolaan energi, pengurangan kemacetan, dan pemantauan infrastruktur, kemudian SDG 12 (*Responsible consumption and production*), Mendukung pemantauan dan pengelolaan sumber daya alam dan energi secara lebih efisien untuk mengurangi limbah dan pemborosan, sedangkan dalam penghematan energi yang dilakukan juga dapat dikaitkan dengan SDG 13 (*Climate action*), mengurangi emisi gas rumah kaca melalui penggunaan sumber energi yang lebih ramah lingkungan.

Hasil analisis kemudian disesuaikan setiap materi yang diperlukan ke dalam modul yang dikembangkan, baik dalam hal penjelasan komponen IoT secara *hardware* dan *software* yang akan digunakan dalam proyek tema hemat energi. Modul juga memberikan gambaran tahapan dalam menggunakan perangkat saat melakukan pemograman dasar. Berdasarkan hasil analisis proses koding yang disajikan dalam modul pelatihan ini diberikan pemograman dasar yang sangat sederhana sehingga dapat dipahami oleh pemula. Modul juga memberikan gambaran contoh proyek STEM IoT yang dapat dikembangkan dan beberapa penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari. *Outline* atau garis-garis besar modul pelatihan tersebut disusun dikonsultasikan kepada pembimbing secara bertahap dan setelah susunan *outline* sudah disetujui kemudian dilanjutkan pada proses penyusunan modul. Setelah seluruh modul telah lengkap dibuat, kemudian digunakan dalam praktikum saat pelatihan STEM IoT, dan seterusnya akan terus dilakukan evaluasi dan pengembangan pada modul sesuai kebutuhan di penelitian selanjutnya.

2. Program pelatihan STEM *learning* berbasis IoT pada materi hemat energi

Program pelatihan STEM IoT dalam penelitian ini menggunakan pendekatan inovasi STEM-IoT berlandaskan teori andragogi dan dengan tehnik *learning by doing*. Teknik ini digunakan agar dapat meningkatkan kompetensi TPACK dan kreativitas guru dalam membuat rancangan pembelajaran STEM-IoT dengan tema budaya hemat energi yang akan diimplementasikan di kelas. Keberhasilan program

iniilah yang ingin dicapai dalam mengatasi permasalahan yang terjadi pada guru IPA di Jawa Barat untuk semua jenjang. Adapun tiga tahapan proses pelaksanaan pelatihan STEM *learning* berbasis IoT terlihat pada Gambar 3.3. Proses pelatihan dilaksanakan melalui tiga tahap, antara lain: Tahap pemaparan materi, dimana pada tahap ini peserta memulai dengan mengisi *pretest* sekaligus mengisi daftar hadir, kemudian dilakukan serangkaian pembukaan dan pemaparan materi umum tentang pembelajaran STEM, *Internet of things* dan penerapan STEM-IoT dalam pembelajaran IPA secara lengkap, selain itu pada tahap ini dilakukan pembagian kelompok untuk mengerjakan tugas pembuatan LK keesokan harinya. Tahap kedua yaitu praktik perancangan STEM-IoT, pada tahap ini peserta melaksanakan praktikum penerapan STEM-IoT, mulai dari *instalasi software*, pengenalan perangkat keras atau KIT STEM-IoT, dan pemrograman. Kemudian, tahap ketiga yaitu evaluasi berupa *posttest* dan perancangan rencana pembelajaran dengan pendekatan STEM berbasis IoT dengan tema hemat energi, rencana pembelajaran yang telah dirancang kemudian dipresentasikan dan dilakukan rencana tindak lanjut kegiatan pelatihan.



Gambar 3.3. Alur pelaksanaan pelatihan STEM-IoT

3. Validasi dan uji coba
 - a. Validasi dan ujicoba modul

Semua perangkat yang dibutuhkan pada saat pelaksanaan pelatihan, seperti modul yang dapat memandu pelaksanaan program pelatihan STEM IoT divalidasi kelayakan oleh ahli. Validator ini memvalidasi kelayakan isi pada aspek-aspek yang

akan digunakan dalam program pelatihan STEM IoT. Masukan validator diberikan untuk penyempurnaan modul pelatihan, dimana rangkuman catatan validator terlihat seperti pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15. Catatan validator terhadap modul pelatihan STEM IoT

Komponen Modul	Catatan Validator
Bagian I: Internet of Things	1. Pada bagian IoT sebaiknya diberikan contoh aplikasi secara spesifik yang berhubungan dengan materi IPA dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari 2. Definisi IoT yang dijelaskan dalam modul dibuat lebih sederhana dan dapat dipahami oleh pemula atau umum.
Bagian II: Perangkat internet of things	3. Batasi penjelasan komponen IoT yang diperlukan dalam materi hemat energi
Bagian III: Kontrol sensor menggunakan ESP8366 (NodeMCU)	Tidak ada catatan
Bagian IV: IoT dengan Thinger.io	4. Berikan Langkah dan prosedur yang jelas pada saat penggunaan Thinger io
Bagian V: Contoh proyek Arduino berbasis IoT	5. Berikan tambahan contoh lebih banyak yang disertai dengan proses pemograman dasar dan penjelasan produk 6. Buat semua gambar secara original dan dengan bahasa yang ringan dibaca oleh semua kalangan atau umum

Kesimpulan dari seluruh catatan dan masukan ahli, bahwa modul sudah baik dan layak digunakan namun terdapat hal yang perlu dilakukan revisi berdasarkan catatan yang diberikan. Selanjutnya, setelah modul direvisi maka dilakukan tahap uji coba keterbacaan modul secara terbatas kepada lima guru. Hasil ujicoba keterbacaan ditampilkan pada Tabel 3.15. pengujian yang dilakukan oleh lima guru dengan initial G1, G2, G3, G4, dan G5.

Tabel 3.15. menjelaskan bahwa modul yang dikembangkan sudah baik dan dapat dipahami oleh guru yang menggunakannya dengan rata-rata nilai 3,57 – 3,86 termasuk pada kategori sangat baik. Ada beberapa catatan sebagai masukan dari peserta yang membaca yang pada umumnya terdapat pada kelengkapan informasi pada contoh produk yang diberikan pada modul. Menurut guru IPA, setiap prosedur

yang dijelaskan pada modul sangat membantu pelaksanaan praktik pembuatan produk IoT terutama pada saat pengkodean, prosedur yang diberikan lebih sederhana sehingga dapat dipahami oleh orang yang tidak mahir dalam pemrograman dasar.

Tabel 3.15. Hasil uji keterbatasan modul pelatihan STEM IoT

No	Pernyataan	G1	G2	G3	G4	G5
1.	Tampilan gambar dalam modul sangat jelas dan menarik sehingga membuat saya tertarik membacanya	3	4	4	3	4
2	Jenis dan ukuran huruf sudah sesuai dengan kenyamanan pembaca	4	4	4	3	4
3	Tata letak bagian-bagian pada modul bagus sehingga mudah dibaca dan dipahami isinya	4	4	3	4	3
4	Dengan menggunakan modul, saya dapat langsung memahami proses praktik pembuatan proyek IoT	4	4	4	4	3
5	Bahasa yang digunakan dalam modul secara umum mudah dipahami	3	3	4	4	3
6	Contoh proyek IoT yang dipaparkan dalam modul memberikan saya gambaran tentang produk IoT yang dapat dikembangkan dari materi IPA sebagai solusi permasalahan	3	4	4	4	4
7	Setelah membaca modul pelatihan saya jadi tertarik untuk mengikuti pelatihan	4	4	4	4	4
Rata-rata		3,57	3,86	3,86	3,71	3,57

b. Validasi program pelatihan STEM IoT

Validasi program pelatihan STEM IoT ini validator menilai kelayakan pada setiap tahapan yang akan dilakukan peserta pelatihan STEM IoT. Catatan validator untuk penyempurnaan pelaksanaan pelatihan yang dijelaskan sebagai berikut: (i) materi pelatihan disesuaikan dengan tema hemat energi dan disesuaikan dengan prosedur dan komponen yang dibutuhkan pada modul pelatihan, (ii) pada tahap pemberian materi diberikan gambaran pelaksanaan praktikum yang akan dilakukan di pertemuan selanjutnya, sehingga peserta dapat mempersiapkan tahap selanjutnya dengan baik dan memberikan ketertarikan kepada peserta agar

mengikuti seluruh kegiatan pelatihan, (iii) pada tahap praktik produk IoT dijelaskan dengan *learning by doing*, praktik secara langsung untuk memberikan pengalaman secara kontekstual kepada guru dalam pembuatan produk IoT, dan (iv) pada tahap akhir diadakan presentasi dari peserta tentang rancangan pembelajaran yang sudah dibuat saat pelatihan agar pengerjaan RPP yang dirancang dalam pelatihan dapat dikerjakan dengan tuntas, dan peserta lain dapat saling berdiskusi.

Kesimpulan masukan ahli adalah aktivitas yang dirancang dalam pelaksanaan program sudah baik dan program yang dikembangkan layak digunakan namun dengan dilakukan revisi terlebih dahulu. Selanjutnya, dilakukan revisi pada aktivitas pelatihan berdasarkan masukan ahli agar siap digunakan pada program pelatihan STEM IoT.

4. Revisi hasil validasi dan ujicoba

Proses revisi yang dilakukan, pertama dengan merevisi modul pelatihan berdasarkan catatan dan saran validator pada proses validasi dan ujicoba keterbacaan. Isian modul pelatihan telah disesuaikan dengan masukan. Terutama dalam memperbaiki prosedur, bahasa dan contoh produk IoT, dan spesifikasi komponen IoT yang dibahas lebih menekankan pada tema hemat energi. Hasil perbaikan modul pelatihan STEM IoT berdasarkan saran ahli dan hasil ujicoba terbatas yang telah direvisi oleh peneliti digunakan sebagai modul pelatihan pada penelitian (**Lampiran 1**).

Selanjutnya program pelatihan STEM IoT direvisi langsung sesuai masukan dan catatan validator. Adapun hasil revisi yang sudah disesuaikan terlihat pada susunan acara yang dikemas dan dijelaskan secara rinci pada **Lampiran 2**. Program pelatihan STEM IoT dilaksanakan pada tiga tempat yang merupakan kerjasama dengan beberapa Universitas dan MGMP untuk melaksanakan pelatihan. Koordinasi kepada Universitas sebagai kontribusi dalam mempersiapkan narasumber dan bentuk pengabdian kepada masyarakat dan melakukan koordinasi persiapan pelaksanaan kegiatan dengan bekerjasama kepada MGMP IPA yang ada di lingkungan.

a. Tahap Implementasi

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

Pada tahap pelaksanaan Pelatihan STEM learning berbasis IoT (STEM IoT), diimplementasikan selama tiga kali pelatihan, dari bulan April sampai bulan September 2025. Pelatihan ini dilakukan dalam tiga waktu dan lokasi pelatihan: 1) Pelatihan pertama dilaksanakan bekerjasama dengan Pascasarjana Universitas Islam Negeri Bandung Prodi Pendidikan IPA yang turut memberikan lokasi pelatihan pada tanggal 19-20 April 2024 di Kota Bandung, 2) Pelatihan kedua bekerjasama dengan Pendidikan IPA UIN dan MGMP IPA SMK Kabupaten Garut pada tanggal 21 Mei 2024 di Kab. Garut, dan 3) pelatihan ketiga bekerjasama dengan kegiatan PKM Pendidikan IPA UPI dan MGMP IPA SMK Kabupaten Ciamis, pada tanggal 5 dan 7 September 2024 di Kab. Ciamis. Semua pelaksanaan pelatihan menggunakan perangkat dan instrument yang sudah disiapkan. Dokumentasi dan proses pelaksanaan program yang dilakukan terdapat pada **Lampiran 3**.

Penelitian ini menggunakan desain *quasi-experimental* dengan menggunakan satu kelompok *pretest posttest* desain. Desain yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.16.

Tabel 3.16. One group pre-test post-test design

O ₁	X	O ₂
<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>

Tabel 3.16. menunjukkan peserta sebelum melaksanakan pelatihan di awal pertemuan diberikan *pretest* terlebih dahulu. Selanjutnya, pada program pelatihan diberikan *treatment* yaitu pelatihan STEM *learning* berbasis IoT (STEM IoT) pada tema hemat energi. Di akhir program sebelum penutupan, diberikan sebuah *posttest*. Alur yang dilakukan selama pelaksanaan pelatihan yang setiap prosesnya dilakukan evaluasi dan diperbaiki.

Analisis data ini bertujuan untuk mengetahui kebermanfaatan program pelatihan STEM IoT dalam meningkatkan TPACK dan kreativitas guru IPA, dimana data yang dianalisis adalah *pretest* dan *posttest* pada sampel yang sama. Peningkatan pengetahuan interdisipliner dianalisis dengan menggunakan N-Gain. Rumus N-gain tersebut adalah

$$N - gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ Pretest}{skor\ maksimum - skor\ pretest}$$

Menurut Hake (1998) menyatakan bahwa interpretasi nilai N-Gain dapat dikategorikan seperti pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17. Kategori N-gain

N gain	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sebelum dilakukan uji statistik terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas dari data tersebut. Karena hasil menunjukkan nilai Sig (2-tailed) atau probabilitas untuk uji normalitas $> 0,05$ dan uji homogenitas $< 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal dan tidak homogen.

2. Tahap Analisis

Pada tahap interpretasi penelitian, data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan uji statistik. Sedangkan, data kualitatif digunakan untuk menggali informasi tentang pengembangan program pelatihan STEM IoT untuk meningkatkan TPACK guru IPA. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Concurrent Data Analysis* yang mana masing-masing data baik kuantitatif dan kualitatif di analisis secara terpisah. Kemudian pada tahapan selanjutnya kedua data disatukan untuk ditransformasikan dengan menghubungkan dan membandingkan data dan menginterpretasi hasil dari kedua data tersebut. Untuk menjawab pertanyaan penelitian, data kuantitatif dianalisis dan dibandingkan antara sebelum dan setelah program. Data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh sebelum maupun setelah program pelatihan STEM IoT dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif.

Dengan menggunakan analisis data korelasi digunakan untuk melihat kebermanfaatan program pelatihan STEM IoT terhadap peningkatan TPACK dan kreativitas guru IPA. Data kuantitatif berupa hasil tes TPACK sebelum dan sesudah mengikuti program pelatihan STEM IoT dan data dalam merancang perencanaan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis IoT pada materi hemat energi. Data hasil tes TPACK guru IPA dinilai dalam bentuk skor (1-3)

Aay Susilawati, 2025

PELATIHAN STEM LEARNING BERBASIS INTERNET OF THINGS (STEM-IOT) PADA TEMA HEMAT ENERGI UNTUK MENINGKATKAN TPACK DAN KREATIVITAS GURU IPA DI JAWA BARAT

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

kemudian dikonversi dalam nilai 0-100. Data kreativitas guru dalam merancang, melakukan pembelajaran STEM IoT dalam indikator TPACK diperoleh dalam bentuk skor (1-5) yang dikonversi dalam nilai 0-100. Data ini kemudian dikategorikan ke dalam lima kategori untuk pengetahuan TPACK guru, kemampuan guru dalam merancang pembelajaran STEM IoT dalam tema hemat energi pada indikator TPACK dan indikator ketersediaan komponen STEM IoT seperti pada Tabel 3.18. (Sumber: Prihastuti, 2021).

Tabel 3.18 Kreativitas merancang RPP pada indikator TPACK dan ketersediaan komponen STEM IoT

Persentase (%)	Kategori
$85 \leq x \leq 100$	Sangat Baik
$70 \leq x \leq 85$	Baik
$55 \leq x \leq 70$	Cukup
$40 \leq x \leq 55$	Kurang
$0 \leq x \leq 40$	Sangat Kurang

Analisis data kualitatif dimaksudkan untuk menjawab rumusan masalah mengenai pendapat guru tentang program yang dijalankan serta kendala-kendala yang dihadapi selama mengikuti program. Analisis data kualitatif yang dianalisis secara deskriptif ini, dilakukan pada data persepsi guru setelah mengikuti program, dan hasil wawancara guru terhadap evaluasi program. Adapun analisis data yang sudah dikumpulkan dinilai sesuai dengan kategori pada pertanyaan, kemudian dibuat dalam bentuk persentase. Sedangkan data hasil wawancara dianalisis dengan cara mengkategorikan informasi yang didapatkan sehingga memperoleh kesimpulan terhadap aspek atau indikator yang diamati. Dan didukung dengan hasil deskripsi observasi yang dilakukan oleh observer selama pelaksanaan program.

Selanjutnya untuk melakukan uji statistik terkait kebermanfaatan program pelatihan STEM IoT pada tema hemat energi terhadap TPACK guru IPA terlebih dahulu dirancang hipotesis penelitian sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada perbedaan antara hasil tes TPACK awal dengan tes akhir yang artinya tidak ada kebermanfaatan program pelatihan STEM *learning* berbasis IoT pada materi hemat energi terhadap TPACK guru IPA
- H_1 : Ada perbedaan antara hasil tes TPACK awal dengan tes akhir yang artinya ada kebermanfaatan program pelatihan STEM *learning* berbasis IoT pada materi hemat energi terhadap TPACK guru IPA