



**ANALISIS *RTOP* UNTUK MENGAJARKAN KETERAMPILAN  
*SCIENTIFIC COMMUNICATION* PADA CALON GURU  
DENGAN PENDEKATAN STEM-SDGs**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
program studi Pendidikan Fisika*

**SKRIPSI**

**Oleh**

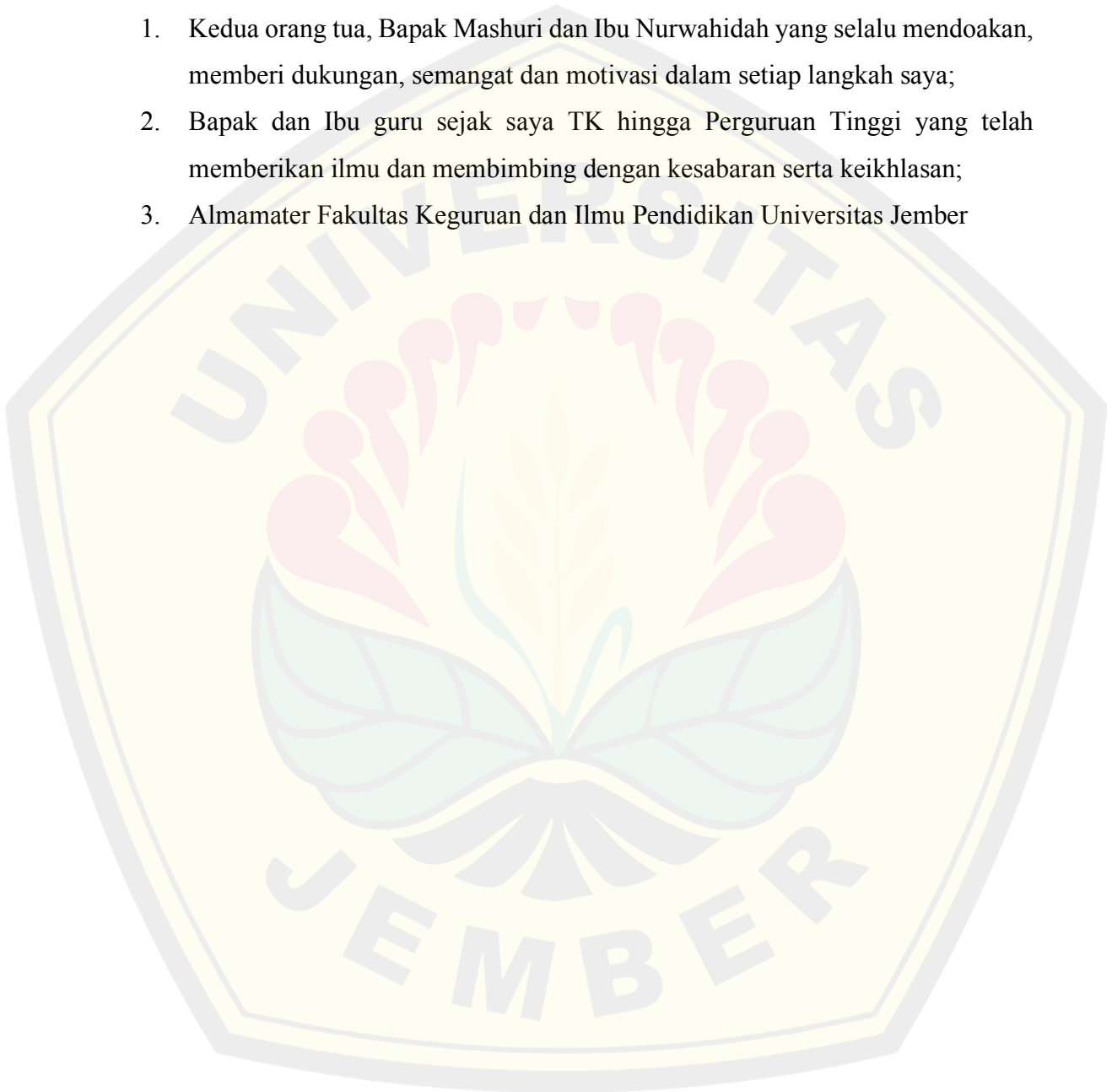
**Annisa Dzikro Afifah  
200210102034**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JEMBER  
2024**

**PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua, Bapak Mashuri dan Ibu Nurwahidah yang selalu mendoakan, memberi dukungan, semangat dan motivasi dalam setiap langkah saya;
2. Bapak dan Ibu guru sejak saya TK hingga Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan kesabaran serta keikhlasan;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember



**MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(QS. Albaqarah : 286)<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup> Al-Qur'an dan Terjemahannya. Yayasan Penyelenggara Penerjemah Al-Qur'an. Departemen Agama RI. 2002

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Dzikro Afifah

NIM : 200210102034

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis RTOP untuk Mengajarkan Keterampilan Scientific Communication pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 8 Februari 2024

Yang menyatakan,

Annisa Dzikro Afifah

NIM 200210102034

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi berjudul *Analisis RTOP untuk Mengajarkan Keterampilan Scientific Communication pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs* telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 23 Februari 2024

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

**Pembimbing**

**Tanda Tangan**

1. Pembimbing Utama

Nama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

NIP : 196412301993021001 (.....)

2. Pembimbing Anggota

Nama : Pramudya Dwi Aristya Putra, S.Pd., M.Pd.,  
Ph.D., M.C.E

NIP : 198704012012121002 (.....)

**Penguji**

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si.

NIP : 198102052006042001 (.....)

2. Penguji Anggota

Nama : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., M.C.E.

NIP : 196807101993021001 (.....)

**ABSTRACT**

*In one of the high schools in the Jember Regency, the focus of education is more on mastering concepts rather than on scientific communication skills. The lack of teacher proficiency in scientific communication skills has a direct impact on the suboptimal mastery of students. To assess the teaching capabilities, an analysis of the RTOP (Reform Teaching Observation Protocol) instrument with a STEM-SDGs approach was conducted to teach scientific communication skills. In this study, the researcher utilized EFA (Exploratory Factor Analysis) and reliability testing using Cronbach's  $\alpha$  with the assistance of SPSS 26. The results of this research revealed four valid and reliable factors, comprising a total of 14 RTOP items. The RTOP instrument can be employed by educators to assess teaching capabilities in the realm of scientific communication skills with a STEM-SDGs approach. Based on the conducted research, improvements in RTOP validity and reliability testing were identified. The RTOP instrument, coupled with the STEM-SDGs approach, consistently measures teaching capabilities related to scientific communication skills.*

*Keywords: RTOP, scientific communication, STEM-SDGs*

## RINGKASAN

**Analisis *RTOP* untuk Mengajarkan Keterampilan *Scientific Communication* pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs;** Annisa Dzikro Afifah, 200210102034; 2024; 37 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pendidikan di Indonesia fokus pada pengembangan sumber daya manusia melalui penguasaan konsep IPTEK, khususnya fisika. Konsep fisika berkaitan dengan teknologi modern, seperti kendaraan listrik hasil dari pemahaman terhadap pemanasan global. Pembelajaran fisika penting karena membangun kemampuan berpikir sistematis, objektif, kreatif, dan keterampilan *scientific communication*. Era revolusi industri 4.0 membutuhkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaboratif. Keterampilan komunikasi, khususnya *scientific communication*, penting dalam ilmu sains. Capaian pembelajaran, seperti argumentasi saintifik, menekankan pentingnya keterampilan ini. Wawancara di salah satu SMA menunjukkan kurangnya fokus guru pada *scientific communication*, mempengaruhi kemampuan siswa.

Sampah plastik sebagai masalah global berkaitan dengan SDGs, dan pendidikan, khususnya STEM, dapat memainkan peran penting dalam mencapai tujuan ini. Keterampilan *scientific communication* menjadi fokus penting dalam pembelajaran fisika. Keterbatasan siswa dan guru dalam keterampilan *scientific communication* dapat diatasi dengan *RTOP* sebagai instrumen observasi. *RTOP* memiliki komponen berbasis standar, berorientasi penyelidikan, dan berpusat pada siswa. Melalui *RTOP*, calon guru dapat mempelajari dan meningkatkan kemampuan *scientific communication* mereka. Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan *RTOP* dengan pendekatan STEM-SDGs untuk mengajarkan keterampilan *scientific communication* pada calon guru fisika.

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksploratori menggunakan desain *exploratory research design*. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN Kalisat pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 dan kelas PPG Universitas Jember. Objek penelitian ini adalah siswa, sedangkan mahasiswa

sebagai validator. Data penelitian diperoleh dari hasil observasi instrumen *RTOP* yang dilakukan oleh validator. Data penelitian hasil validasi akan di analisis menggunakan EFA (*Exploratory Factor Analysis*) dan dilanjutkan dengan uji reliabilitas menggunakan *cronbach's alpha* dengan bantuan SPSS 26.

Hasil analisis EFA menghasilkan 8 faktor baru, penentuan faktor baru ini bergantung pada nilai *factor loading*. Karena sampel yang digunakan sebanyak 60, maka nilai *factor loading* yang digunakan adalah 0,70. Apabila *item RTOP* memiliki nilai *factor loading*  $< 0,70$  maka otomatis akan terhapus. Setelah itu dilakukan uji reliabilitas menggunakan *cronbach's alpha*. Apabila nilai *cronbach's alpha*  $> 0,6$  maka faktor dianggap reliabel. Setelah dilakukan uji reliabilitas, diperoleh 4 faktor yang reliabel atau konsisten. *RTOP* setelah dianalisis terdiri dari 4 faktor dan 14 *item*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen *RTOP* dengan pendekatan STEM-SDGs dapat digunakan untuk mengukur kemampuan pengajaran terkait keterampilan *scientific communication* dengan konsisten. Untuk penelitian lebih lanjut dapat melakukan analisis *RTOP* dengan pemilihan responden  $> 50$  dan memperbanyak *item RTOP* yang ada pada setiap faktornya.



## PRAKATA

Puji sukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Analisis RTOP untuk Mengajarkan Keterampilan Scientific Communication pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan izin penelitian;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memfasilitasi pengajuan ujian skripsi;
3. Bambang Supriadi, M.Sc., M.C.E., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk memberi saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi;
4. Drs. Albertus Djoko Lesmono., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pramudya Dwi Aristya Putra., S.Pd., M.Pd., Ph.D., selaku Dosem Pembimbing Anggota yang telah membimbing penulis selama penyusunan skripsi;
5. Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu untuk memberi saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap pembaca memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

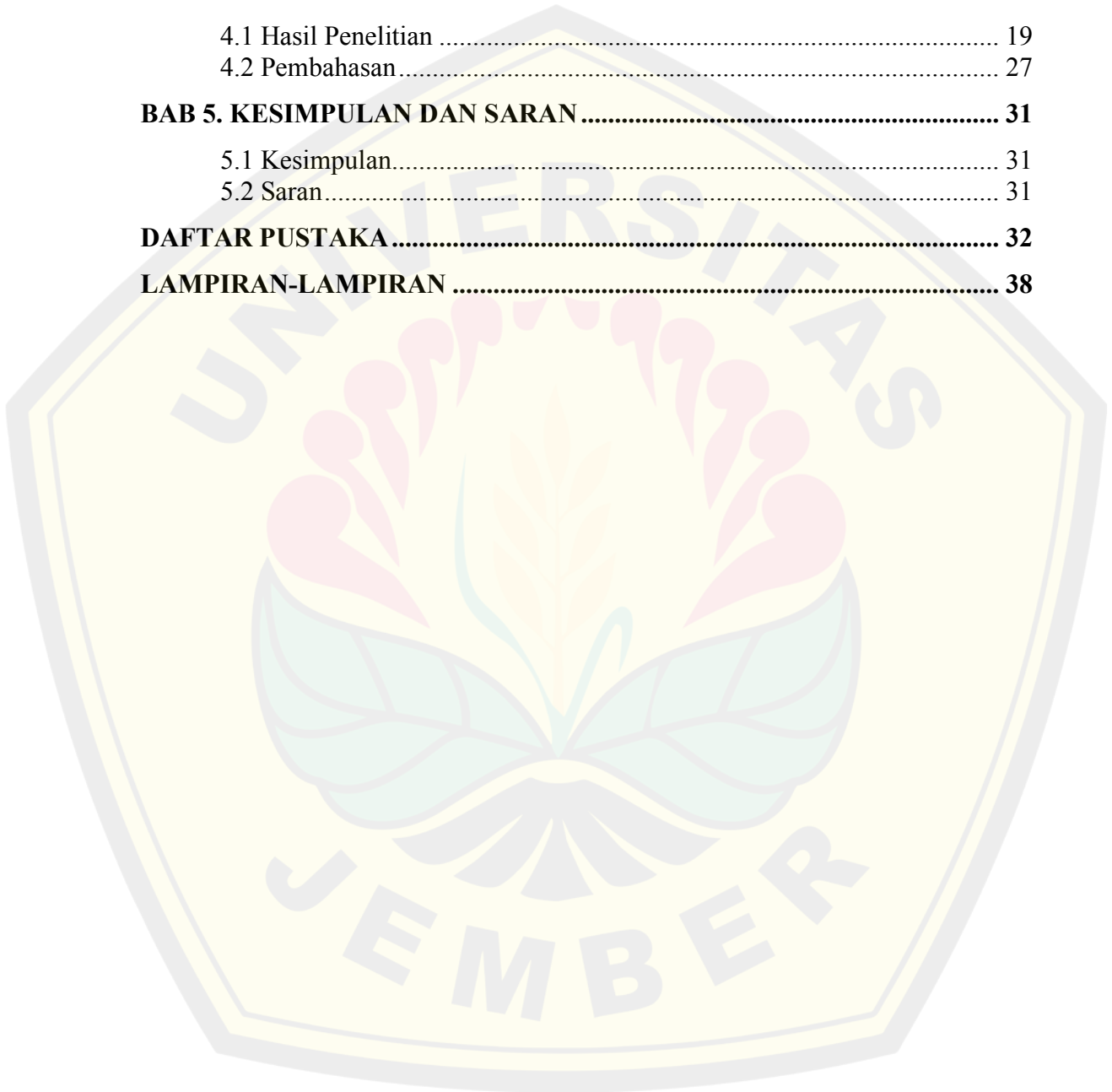
Jember, 12 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
ABSTRACT .....	vi
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Calon Guru Fisika .....	6
2.2 Keterampilan <i>Scientific Communication</i> .....	6
2.3 Pendekatan STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) .....	7
2.4 Prinsip SDGs ( <i>Sustainable Development Goals</i> ) .....	8
2.5 Pendekatan STEM-SDGs .....	9
2.6 <i>RTOP (Reform Teaching Observation Protocol)</i> .....	10
2.7 Pemanasan Global .....	11
2.8 Kerangka Berpikir .....	13
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	14

3.4 Definisi Operasional Variabel.....	15
3.5 Desain Penelitian.....	16
3.6 Prosedur Penelitian.....	16
3.7 Instrumen Penelitian.....	16
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	18
3.9 Teknik Analisis Data.....	18
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.2 Pembahasan.....	27
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

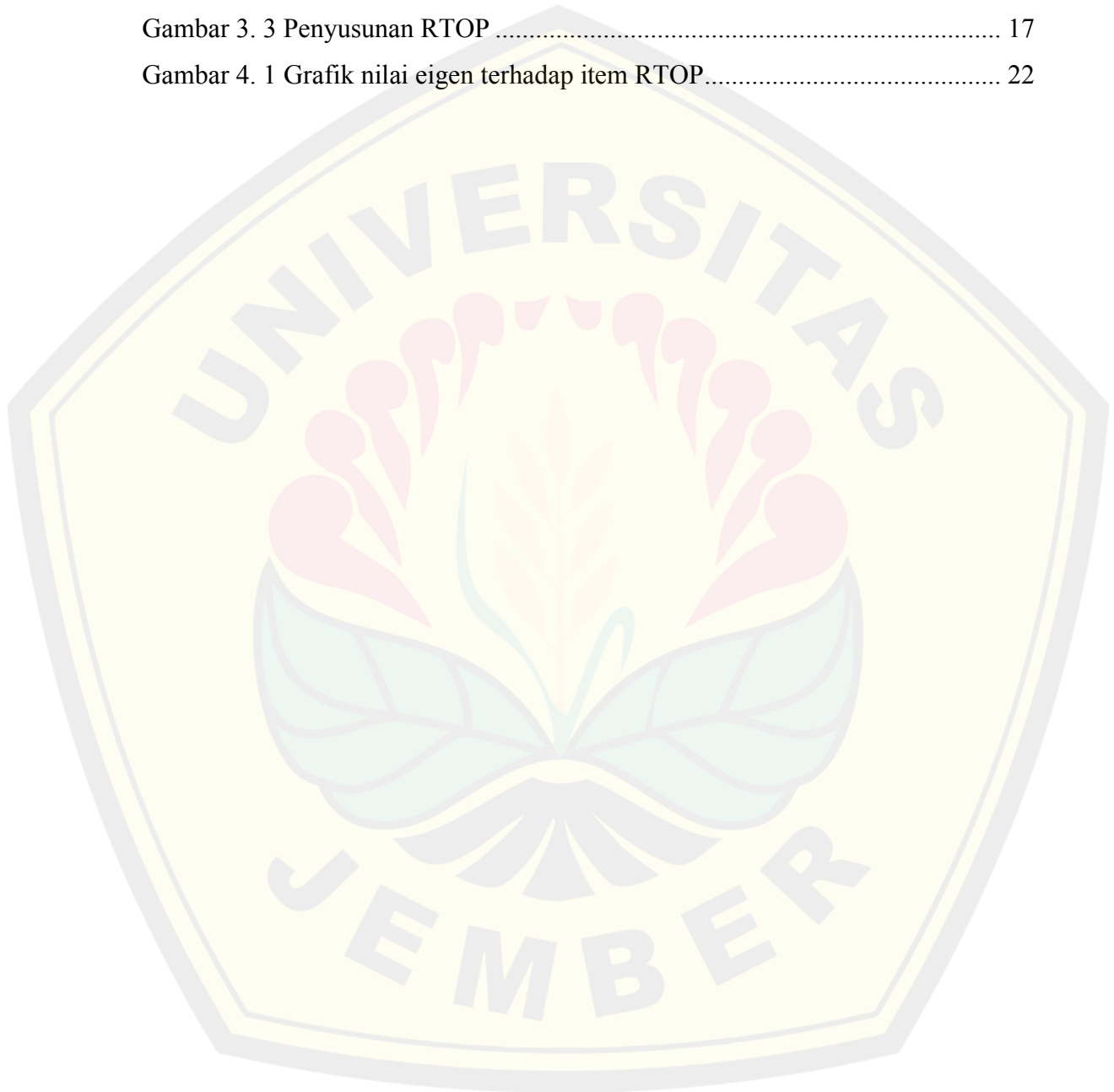


**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 karakteristik utama STEM .....	8
Tabel 3. 1 karakteristik STEM-SDGs .....	15
Tabel 4. 1 Hasil KMO and Bartlett's Test .....	20
Tabel 4. 2 Anti-image Correlation .....	20
Tabel 4. 3 <i>Item RTOP</i> .....	23
Tabel 4. 4 Item RTOP yang tidak termasuk dalam faktor .....	24
Tabel 4. 5 Faktor 1 penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains .....	26
Tabel 4. 6 Faktor 2 STEM-SDGs.....	26
Tabel 4. 7 Faktor 3 Representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah.....	27
Tabel 4. 8 Faktor 4 menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14	27

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir.....	13
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian.....	16
Gambar 3. 3 Penyusunan RTOP.....	17
Gambar 4. 1 Grafik nilai eigen terhadap item RTOP.....	22

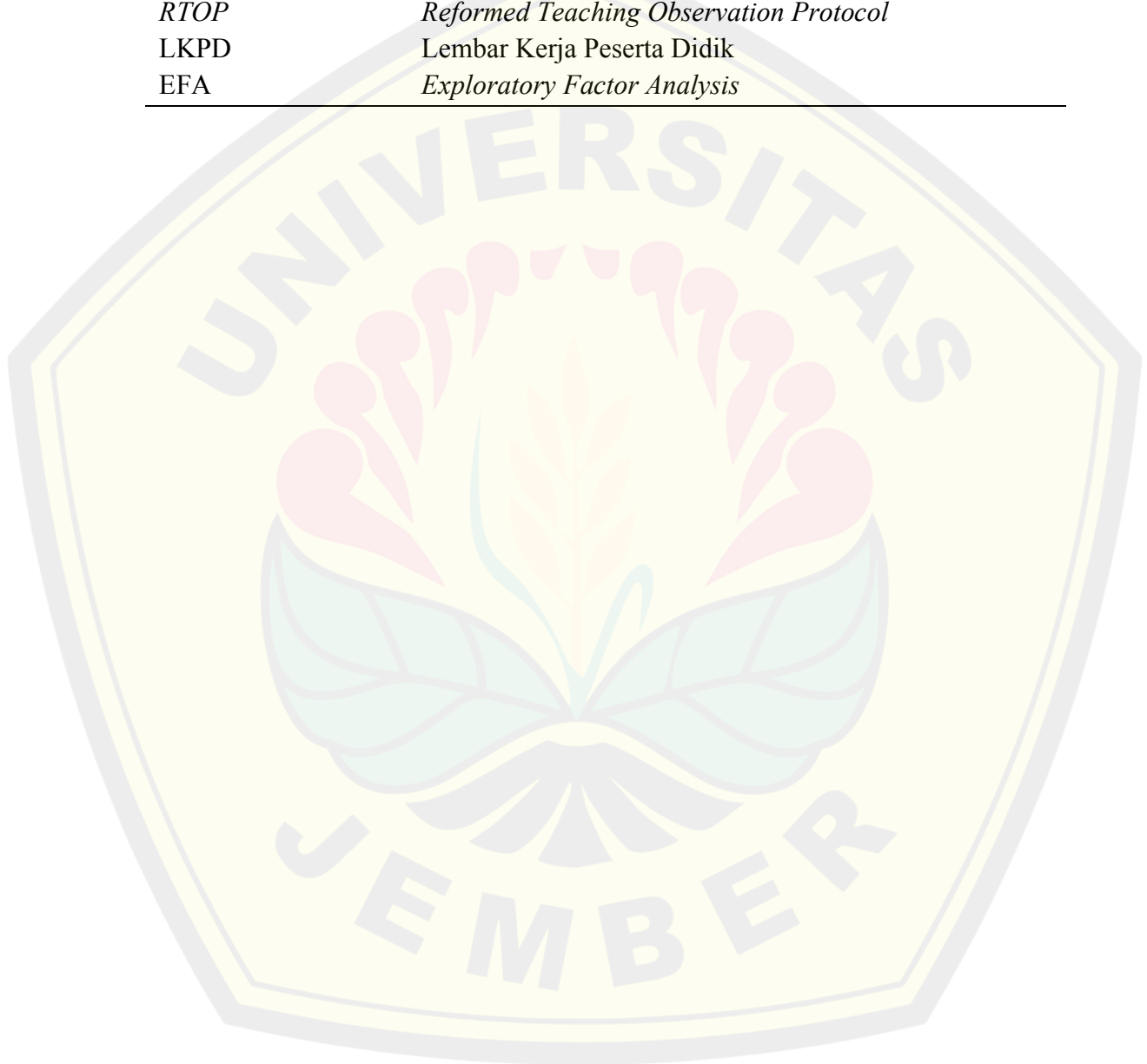


**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Matriks Penelitian.....	38
Lampiran 2 Lembar Wawancara Guru.....	40
Lampiran 3 Panduan Pengisian <i>RTOP</i> .....	42
Lampiran 4 <i>RTOP</i> untuk Mengajarkan Keterampilan Scientific Communication pada Calon Guru Fisika dengan Pendekatan STEM SDGs .....	43
Lampiran 5 Modul Ajar Fisika.....	47
Lampiran 6 Lembar Observasi Pembelajaran .....	62
Lampiran 7 <i>RTOP</i> oleh Piburn & Sawada, (2000).....	76
Lampiran 8 Tabel Hasil Data Validasi <i>Item RTOP</i> .....	78
Lampiran 9 Tabel Hasil Output <i>Communalities</i> .....	81
Lampiran 10 Tabel Hasil Total <i>Variance Explained</i> .....	83
Lampiran 11 Tabel Rotated <i>Component Matrix</i> .....	85
Lampiran 12 <i>RTOP</i> setelah dianalisis .....	88
Lampiran 13 Dokumentasi Kegiatan .....	91
Lampiran 14 Dokumentasi Kegiatan Validasi.....	92
Lampiran 15 Surat Ijin Penelitian .....	93
Lampiran 16 Surat Keterangan Pelaksanaan Penelitian.....	94

**DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN**

<b>Singkatan/Istilah</b>	<b>Arti dan Keterangan</b>
IPTEK	Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
IPA	Ilmu Pengetahuan Alam
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>
RTOP	<i>Reformed Teaching Observation Protocol</i>
LKPD	Lembar Kerja Peserta Didik
EFA	<i>Exploratory Factor Analysis</i>



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan sarana untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia di suatu negara termasuk Indonesia, dengan cara mengikuti perkembangan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) (Suwastini, 2022). Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari alam dan gejalanya melalui proses ilmiah adalah fisika (Safaria & Sangila, 2018). Ketika mempelajari fisika, terdapat berbagai konsep dalam teori yang harus dipahami (Kurinta et al., 2021). Konsep yang ada pada fisika ini dapat dikembangkan menjadi berbagai teknologi saat ini (Harefa, 2019). Salah satu contohnya yaitu konsep pada pemanasan global yang telah dikembangkan menjadi teknologi saat ini berupa kendaraan berbahan bakar listrik, dengan tujuan mengurangi emisi gas rumah kaca di bumi. Di dalam ilmu pengetahuan fisika sendiri, terdapat prinsip-prinsip mengenai penggunaan energi yang berdampak pada perubahan lingkungan sekitar kita (Afrizon et al., 2017). Oleh karena itu, pembelajaran fisika penting untuk dipelajari agar dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir sistematis, objektif, kreatif dan keterampilan *scientific communication* (Pratama & Istiyono, 2015).

Saat ini Indonesia telah memasuki era revolusi industri 4.0 yang merupakan kombinasi teknologi dari generasi sebelumnya yang mengakibatkan perubahan diberbagai aspek termasuk pendidikan (Sabaruddin, 2022). Terdapat empat keterampilan yang harus dikuasai siswa pada abad 21 ini yaitu keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaboratif. Keterampilan berpikir kritis merupakan hasil dari pemecahan masalah dengan cara menilai dan mencapai tujuan tertentu. Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk menghasilkan ide baru yang tidak konvensional. Keterampilan komunikasi merupakan kemampuan siswa dalam menyampaikan ide kepada siswa lain dengan cara tertulis ataupun tidak. Keterampilan kolaboratif merupakan kemampuan siswa ketika bekerja sama dengan siswa lain (Wijaya et al., 2022). Pada setiap disiplin ilmu, terdapat cara komunikasi spesifik sesuai dengan ilmu yang perlu dipelajari



oleh siswa (Sing, 2017). Pada ilmu sains, jenis komunikasi yang harus dikuasai oleh siswa adalah *scientific communication* (Lundeberg, 2016). Pada permenristekdikti No.44 tahun 2015 telah dijelaskan capaian pembelajaran yang harus dikuasai oleh calon pendidik salah satunya yaitu argument saintifik. Hal ini sangat berkaitan dengan indicator keterampilan *scientific communication* yaitu keterampilan dalam menyampaikan contoh fenomena alam dan penggunaan istilah bahasa ilmiah. *Scientific communication* menjadi komponen penting dalam pembelajaran fisika karena akan digunakan dalam mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan secara lisan maupun dalam bentuk laporan secara tulis (Saputro, 2020). Oleh karena itu, keterampilan ini harus dimiliki oleh calon guru khususnya fisika, agar siswa dapat terbantu dalam mengembangkan kemampuan *scientific communication* mereka (Permata & Mustadi, 2019).

Sampah plastik merupakan salah satu pencemaran yang merusak ekosistem laut, hal ini menjadi salah satu permasalahan global yang sering diperbincangkan (Mardiyana & Kristiningsih, 2020). Penyebab utama kerusakan ekosistem ini yaitu sampah plastik yang memasuki wilayah laut atau perairan akan terdegradasi menjadi mikroplastik (Dewi, 2022). SDGs (*sustainable development goals*) sendiri memiliki tujuan untuk mengoptimalkan potensi sumber daya alam dalam jangka panjang. Salah satu tujuan SDGs yang ke 14 yaitu mengenai ekosistem laut, hal ini sesuai dengan permasalahan mikroplastik yang merusak ekosistem laut dan mengurangi sumber mata air bersih (Irhamsyah, 2019). Pendidikan menjadi salah satu pijakan untuk memenuhi 17 tujuan SDGs karena dapat berpengaruh dalam pencapaian pembangunan berkelanjutan (Safitri et al., 2022). Topik terkait SDGs akan lebih mudah diterapkan dengan pendekatan STEM karena pembelajaran ini akan berorientasi pada lingkungan sehari-hari dan nantinya berguna dalam kehidupan bermasyarakat (Sari et al., 2022). STEM menjadi salah satu pendekatan yang dapat memecahkan masalah menjadi lebih mudah (Putra & Kumano, 2018). Pendidikan STEM memiliki tujuan pada peningkatan pemahaman siswa dengan menerapkan science, technology, engineering, and mathematics (Septiani et al., 2020). Pendekatan STEM dapat digunakan pada pembelajaran sains termasuk topik SDGs yang diangkat pada penelitian ini (Abdi et al., 2023).

Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada salah satu SMA di Kabupaten Jember, guru menyampaikan bahwa pembelajaran yang dilakukan masih berfokus pada penguasaan konsep daripada keterampilan *scientific communication*. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya penguasaan guru terhadap keterampilan *scientific communication*. Sehingga akan berdampak pada penguasaan keterampilan *scientific communication* peserta didik yang kurang maksimal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fitriah et al., (2020) telah diungkapkan bahwa siswa kesulitan ketika harus berbicara di depan kelas, di depan teman yang cukup banyak dan di depan guru mereka. Terutama dalam hal menyampaikan pendapat, argumentasi, usulan maupun menjawab pertanyaan dari guru. Permasalahan mengenai komunikasi ilmiah juga diungkapkan oleh Angger et al., (2016) di SMAN 1 Sukoharjo pada kelas X, ketika guru memberi pertanyaan, peserta didik hanya menuliskan jawaban di papan tulis namun tidak dapat menjelaskan atau mengkomunikasikan kepada teman yang ada di dalam kelas. Permasalahannya adalah dalam pikiran peserta didik telah memahami materi tersebut, tetapi tidak dapat mengkomunikasikan secara lisan dan berdampak pada kesulitan dalam menerjemahkan persoalan fisika.

*Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP)* digunakan sebagai instrumen observasi untuk meningkatkan dan mengevaluasi kualitas seorang pendidik. *RTOP* memiliki 3 komponen utama yaitu berbasis standar, berorientasi pada penyelidikan dan berpusat pada siswa (Sawada et al., 2002). Lalu terdapat 5 indikator pengajaran yang ada pada *RTOP* yaitu a) rancangan dan pelaksanaan pembelajaran, b) interaksi komunikatif, c) pengetahuan prosedural, d) pengetahuan proposisional, dan e) interaksi siswa-guru (Ndiokubwayo et al., 2020). Penelitian mengenai *RTOP* sendiri masih jarang dilakukan hingga saat ini, hal ini dibuktikan dengan kurangnya literatur berupa jurnal yang membahas ataupun mengembangkan *RTOP* ini.

Pada permasalahan yang telah dijelaskan di atas dapat diketahui bahwa untuk mengatasi kurangnya kemampuan *scientific communication* yang ada pada siswa dan guru, dapat dilakukan dengan menganalisis *RTOP*. Hal ini dikarenakan guru dapat mengukur kemampuan mengajar dalam bidang *scientific*

*communication* melalui penggunaan instrumen *RTOP*. Ketika menggunakan instrumen *RTOP* guru dapat mengetahui apakah dalam pembelajaran tersebut telah menggunakan *scientific communication* dengan baik. Terdapat 2 indikator *RTOP* yang dapat digunakan untuk mengajarkan *scientific communication* pada calon guru yaitu interaksi guru-siswa dan interaksi komunikatif. Setelah melakukan analisis *RTOP*, diharapkan guru dapat menggunakan instrumen *RTOP* untuk mengetahui kemampuan mengajar dalam bidang *scientific communication* dengan pendekatan STEM-SDGs.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti berencana melakukan penelitian yang berjudul “Analisis *RTOP* untuk Mengajarkan Kemampuan *Scientific Communication* pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *RTOP* dengan pendekatan STEM-SDGs untuk mengajarkan keterampilan *scientific communication* pada calon guru fisika.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana *RTOP (Reform Teaching Observation Protocol)* dengan pendekatan STEM-SDGs dapat mengajarkan keterampilan *scientific communication* pada calon guru?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis *RTOP (Reform Teaching Observation Protocol)* dengan pendekatan STEM-SDGs untuk mengajarkan keterampilan *Scientific Communication* pada calon guru.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memahami, mengamati dan menganalisis bagaimana praktik pengajaran yang dilakukan dalam lingkungan pendidikan.
- b. Bagi calon guru, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kemampuan pengajaran pada bidang keterampilan *Scientific Communication* dengan pendekatan STEM-SDGs.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Calon Guru Fisika

Mahasiswa keguruan di didik untuk menjadi calon guru. Termasuk mahasiswa pendidikan fisika yang di didik untuk menjadi calon guru fisika. Kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh calon guru fisika adalah melakukan pembelajaran (Damanik et al., 2021). Selain menguasai materi, terdapat 4 kompetensi yang harus dimiliki oleh guru yaitu kompetensi pedagogik, profesional, kepribadian, dan sosial (Nurwahidah, 2020). Guru harus memiliki pemahaman yang lebih dalam mengenai kurikulum, pengajaran, dan penilaian (Sulaeman et al., 2021). Kompetensi pedagogik merupakan keterampilan mengatur pembelajaran yang mencakup pemahaman terhadap peserta didik, perencanaan, pelaksanaan, dan penilaian pembelajaran peserta didik (Rahayu & Mertha, 2017). Dalam kompetensi pedagogik, terdapat komunikasi yang harus dikuasai oleh guru agar dapat mengelola pembelajaran dengan baik (Dudung, 2018).

Pembelajaran merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapat pemahaman dan pembentukan karakter siswa dengan interaksi guru dan siswa serta sumber belajar (Anggraeni & Haryanto, 2022). Fisika adalah salah satu ilmu yang mempelajari mengenai alam dan gejalanya dengan proses ilmiah (Febniani et al., 2022). Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika merupakan kegiatan interaksi antara guru dan siswa dalam mengkaji alam serta gejalanya melalui proses ilmiah untuk menemukan konsep atau teori.

### 2.2 Keterampilan *Scientific Communication*

Komunikasi merupakan hal yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini disebabkan oleh tujuan yang ada pada komunikasi yaitu menyampaikan atau melakukan pertukaran pengetahuan, pemikiran maupun ide ketika pembelajaran berlangsung (Mayani et al., 2019). Sains terdiri dari komponen

yang berkaitan dengan kegiatan ilmiah, dalam kegiatan ilmiah ini diperlukan suatu komunikasi agar mempermudah berjalannya kegiatan tersebut (Fadly, 2017).

Keterampilan *scientific communication* merupakan kemampuan untuk berkomunikasi atau menyampaikan pendapat secara ilmiah yang dilakukan oleh dua orang atau lebih dengan cara ilmiah. *Scientific communication* terdiri dari dua macam yaitu lisan dan tertulis (Pakartiar et al., 2012). Kunci untuk memahami mata pelajaran adalah dengan memahami bahasanya. Karena setiap aktivitas di kelas seperti membaca, menulis, mendengarkan dan berbicara pada dasarnya terkait dengan suatu bahasa. Dalam kelas sains termasuk fisika, bahasa yang digunakan untuk memahami aktivitas di kelas adalah bahasa ilmiah (Mönch & Markic, 2022). Peran guru adalah menjadi penerjemah dengan cara mengajari siswa untuk menyusun kalimat ilmiah. Guru harus siap untuk mengajar bahasa ilmiah dan mengatasi kesulitan siswa saat mempelajari bahasa ilmiah (Taibu & Ferrari-Bridgers, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh Rinaldi et al., (2018) diperoleh bahwa pembelajaran fisika berbasis fenomena alam efektif digunakan dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

*Scientific communication* adalah salah satu pilar fisika, sehingga penting untuk dikuasai oleh siswa agar dapat belajar dengan baik. *Scientific communication* menuntut siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran fisika. Hal ini membuat siswa tidak hanya menghafal rumus dan menulis jawaban, tetapi siswa dapat memahami proses mendapat jawaban tersebut (Auliasari et al., 2019). Berikut ini merupakan indikator keterampilan *scientific communication* pada siswa:

- a. Menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14
- b. Keterampilan dalam menyampaikan contoh fenomena IPA
- c. Penggunaan istilah Bahasa ilmiah dalam bidang IPA
- d. Representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah dalam IPA (Kulgemeyer, 2018).

### **2.3 Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)**

Pendekatan STEM adalah pendekatan yang menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Pendekatan ini melibatkan penerapan

pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis dan terintegrasi. Melalui pendekatan STEM, siswa dapat belajar menjadi *problem solver*, *creator*, dan *collaborator* (Lestari et al., 2018). Manfaat dari pendidikan STEM ini yaitu siswa dapat menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, mandiri, pemikir yang logis, melek teknologi, mampu mengaitkan sejarah dan budaya dengan pendidikan, dan mampu menghubungkan STEM dengan dunia kerja. Untuk memenuhi kompetensi yang sesuai dengan era revolusi industry 4.0, penggunaan pendekatan STEM dalam pendidikan telah sesuai dengan perubahan dan kemajuan saat ini (Mulyani, 2019).

Dalam pembelajaran STEM terdapat beberapa aspek yang perlu ditekankan antara lain: mengajukan pertanyaan (*science*) dan mendefinisikan masalah (*engineering*), mengembangkan dan menggunakan model, merencanakan dan melakukan investigasi, menganalisis dan menafsirkan data (*mathematics*), menggunakan teknologi informasi dan komputer (*technology*), dan memperoleh, mengevaluasi serta mengkomunikasikan informasi (Kartini et al., 2023). Berikut ini merupakan tabel yang berisi karakteristik utama STEM.

**Tabel 2. 1** karakteristik utama STEM

Karakteristik	Deskripsi
Berfokus pada masalah sehari-hari	1. Pembelajaran dikontekskan melalui masalah yang memotivasi dan relevan (Kelley & Knowles, 2016)
	2. Mengembangkan berbagai solusi (Lachapelle & Cunningham, 2014)
Keterlibatan dalam desain teknik	3. Terlibat dalam siklus desain rekayasa penuh (Moore et al., 2014)
	4. Memperhatikan aspek sosial-politik dalam desain teknik (Gunckel & Tolbert, 2018)
Konteks integrasi	5. Memberikan kesempatan untuk menerapkan konten STEM (Reynante et al., 2020)
	6. Kriteria dan kendala harus secara eksplisit dibahas (Watkins et al., 2018)
Konten integrasi	7. Hubungan antar disiplin ilmu STEM harus eksplisit (English, 2016)
	8. Matematika dan teknologi seharusnya tidak terbatas pada alat (Baldinger et al., 2021)
Keterlibatan dalam STEM yang otentik praktik-praktik	9. Siswa harus memiliki kesempatan untuk terlibat dalam praktik-praktik STEM (Kelley dan Knowles, 2016; Reynante et al., 2020)
	10. Penggunaan praktik STEM oleh siswa tidak boleh ditentukan oleh guru (Stohlmann et al., 2014)
Keterampilan abad 21	11. Instruksi STEM terpadu harus mendukung pengembangan keterampilan abad 21 (Sias et al., 2017)
Karier STEM	12. Paparan detail tentang karier STEM (Luo et al., 2021)

(Roehrig et al., 2020)

#### 2.4 Prinsip SDGs (*Sustainable Development Goals*)

Dalam memperbaiki ekosistem alam dan sumber daya alam yang dimiliki oleh suatu negara di dunia ini, maka dibentuklah SDGs yang merupakan suatu

program jangka panjang dengan tujuan pengoptimalan potensi alam di dunia ini (Irhamsyah, 2019). Pembangunan berkelanjutan adalah program yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas hidup saat ini dan yang akan datang, baik dari segi pelestarian sumber daya, lingkungan, dan lain-lain (Emina, 2021).

Program SDGs berisi 17 tujuan yang mencakup berbagai aspek, antara lain: 1) mengatasi kemiskinan di seluruh dunia dan menghentikan penyebarannya, 2) mengakhiri kelaparan dan meningkatkan akses terhadap pangan yang bergizi, 3) memastikan kesehatan dan kesejahteraan bagi semua usia, 4) menyediakan pendidikan yang berkualitas, adil, dan merata sepanjang kehidupan, 5) mencapai kesetaraan gender, 6) memastikan akses universal terhadap air bersih dan sanitasi, 7) membangun infrastruktur yang terjangkau, handal, dan berkelanjutan, 8) mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan pekerjaan yang layak, 9) menggalakkan inovasi industri dan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan, 10) mengurangi ketimpangan dalam dan antara negara, 11) membuat perkotaan dan pemukiman manusia menjadi aman, inklusif, dan berkelanjutan, 12) mendorong konsumsi dan produksi yang berkelanjutan, 13) mengatasi perubahan iklim dan dampaknya, 14) menjaga keberlanjutan sumber daya laut, 15) melindungi dan mengelola ekosistem daratan dan laut serta menghentikan kerusakan keanekaragaman hayati, 16) memastikan akses keadilan yang inklusif dan efektif bagi semua, 17) memperkuat kerjasama global dan membangun kemitraan yang kuat untuk implementasi tujuan-tujuan ini, terdapat 169 target yang harus dicapai dalam waktu 15 tahun dari 2016-2030 dengan tujuan mengurangi kemiskinan, melindungi lingkungan, meningkatkan kualitas pendidikan, dan mengurangi kesenjangan. Pendidikan menjadi sarana untuk memenuhi tujuan SDGs karena dapat berpengaruh dalam pencapaian pembangunan berkelanjutan (Safitri et al., 2022). Tujuan SDGs yang ke-14 menjelaskan mengenai ekosistem laut, dan salah satu permasalahan yang ada didalamnya adalah mikroplastik (Irhamsyah, 2019).

## **2.5 Pendekatan STEM-SDGs**

Pendekatan STEM merupakan rancangan kegiatan pembelajaran melalui desain berbasis proses pemecahan masalah yang langsung diterapkan dalam dunia



nyata untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari seperti seorang ilmuwan (Winarni et al., 2016). Prinsip SDGs merupakan agenda pembangunan berkelanjutan yang memiliki tujuan untuk mengembangkan lingkungan sosial-ekonomi dan mengatasi permasalahan global seperti perubahan iklim serta keaneragaman hayati (Aswirna et al., 2022). Dalam hal ini, tujuan SDGs yang sesuai dengan pembelajaran fisika adalah perubahan iklim. Sehingga pendekatan STEM-SGDs merupakan pembelajaran berbasis proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari seperti seorang ilmuwan dengan menambahkan aspek dari SDGs didalamnya (Sari et al., 2022).

### **2.6 *RTOP (Reform Teaching Observation Protocol)***

*RTOP* merupakan instrumen observasi untuk mengetahui pengajaran yang direformasi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Matthew T. Hora *RTOP* merupakan salah satu contoh protokol evaluatif dan berfokus pada sejauh mana kesesuaian pengajar atau guru ketika melakukan pembelajaran sesuai literatur berbasis standar. *RTOP* terdiri dari 5 faktor meliputi desain dan implementasi pelajaran, pengetahuan proposisional, pengetahuan prosedural, interaksi yang komunikatif dan hubungan antara siswa dan guru. Setiap faktor *RTOP* telah dijabarkan dengan jumlah keseluruhan 25 *item* yang dirancang untuk mengukur sejauh mana berbagai praktik dilakukan di kelas. Terdapat 5 skala yang digunakan disetiap *item RTOP* yaitu, skala 1-tidak pernah terjadi hingga 5-sangat deskriptif (Piburn & Sawada, 2000). Hasil serupa juga diperkuat oleh penelitian David & Amey (2020) yang mengadopsi *RTOP* milik Piburn & Sawada (2000). *RTOP* sendiri dirancang untuk menyesuaikan gerakan reformasi saat ini, terutama karakteristik yang mendefinisikan “pengajaran yang direformasi”. Reformasi menandakan adanya perubahan dari kelas yang berpusat pada guru menjadi pembelajaran yang berpusat pada siswa dan mencakup banyak kolaborasi antar siswa.

*RTOP* telah banyak dikembangkan untuk digunakan dalam berbagai konteks pembelajaran. Pada penelitian yang dilakukan oleh Jong et al., (2010) *RTOP* digunakan untuk mengkaji praktik pengajaran matematika oleh guru sekolah

dasar. Pada penelitian Lute, (2023) *RTOP* digunakan untuk mengetahui sejauh mana praktik *student-centered learning* digunakan di kelas. Selain itu terdapat pengembangan dan validasi berkelanjutan *RTOP* pada praktik pengajaran dan pembelajaran tradisional dan direformasi di Georgia yang dilakukan oleh Ellett et al., (2012). Pada penelitian tersebut diperoleh penyederhanaan dari 5 faktor menjadi 3 faktor. Terdapat 6 skala yang digunakan yaitu 1 = tidak ada penekanan hingga 6 = penekanan yang sangat kuat, penekanan ini dilakukan oleh guru pada setiap aktivitas belajar di kelas mereka. Setelah dilakukan analisis, 31 *item* bertahan dari 45 *item* yang telah disediakan. Karena *item* dinyatakan terlalu sedikit oleh peneliti, maka peneliti mengembangkan 21 *item* baru yang berasal dari konsep dan indikator pembelajaran berbasis inkuiri, pengajaran berbasis standar praktik, dan lingkungan pengajaran pembelajaran tradisional. Setelah dilakukan analisis ulang, diperoleh 48 *item* yang bertahan dari total 52 *item*.

Pelajaran sains yang direformasi akan menghormati pengetahuan awal siswa dan dibangun sedemikian rupa untuk menantang ide mereka. Lalu prinsip reformasi lainnya adalah perkembangan pembelajaran biasanya dari yang konkret ke abstrak. Faktanya dalam kelas sains yang sukses, guru dan siswa berkolaborasi dalam mencari ide, dan siswa sering memimpin kegiatan baru yang relevan dengan penelitian (Piburn & Sawada, 2000). Peneliti menggunakan *RTOP* yang disusun oleh Piburn & Sawada (2000) terdiri dari 25 *item RTOP* dengan 5 skala sebagai acuan dalam pengembangan *item RTOP*, terlampir pada Lampiran 6.

## 2.7 Pemanasan Global

Pemanasan global merupakan peningkatan suhu rata-rata bumi yang mengakibatkan ekosistem tidak seimbang. Peningkatan suhu ini diakibatkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, CFC, HCFC dan O<sub>3</sub>. Emisi ini banyak dihasilkan pada proses pembakaran bahan bakar fosil yaitu minyak bumi dan batu bara. Selain itu penggundulan serta pembakaran hutan juga menjadi salah satu penyebab banyaknya emisi gas rumah kaca. Pemanasan global yang kebanyakan diakibatkan oleh kegiatan manusia ini diprediksi telah menyebabkan perubahan iklim pada bumi (Utina, 2007).

Emisi merupakan kegiatan manusia yang menghasilkan dan meningkatkan gas rumah kaca. Salah satu kegiatan ini yaitu pada mesin kendaraan yang menggunakan bahan bakar dari bumi, hasil pembakaran bahan bakar fosil ini menghasilkan unsur karbon monoksida dan karbon dioksida. Peningkatan gas ini akan menaikkan efek rumah kaca yang berakhir dengan peningkatan suhu permukaan bumi. Kegiatan atau siklus yang terjadi seperti ini dapat disebut sebagai pemanasan global (Ramlan, 2002).

Plastik merupakan suatu produk yang berasal dari bahan bakar fosil. Dalam proses terbentuknya plastik, terdapat kontribusi dari emisi gas rumah kaca yang menyebabkan kenaikan suhu di bumi. Setiap tahun sekitar 8 juta ton plastik telah memasuki lautan dan berubah menjadi mikroplastik, lalu mengakibatkan emisi gas rumah kaca pada atmosfer meningkat. Pada akhirnya peningkatan emisi GRK akan mengakibatkan perubahan iklim pada bumi (Sharma et al., 2023).

Banyaknya dampak dari pemanasan global di bumi terhadap seluruh dunia mengharuskan adanya penanganan yang serius dan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan ini menyesuaikan dengan kebutuhan generasi sekarang tanpa merugikan kebutuhan generasi yang akan datang. Untuk mengatasi permasalahan pemanasan global ini, terdapat beberapa kegiatan yang dapat kita terapkan dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa kegiatan tersebut yaitu mengurangi pemakaian AC, memisahkan sampah organik dan non organik, mengurangi penggunaan plastik dan mengurangi penggunaan kendaraan bermotor (Riyanto, 2007).

## 2.8 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memiliki tujuan untuk memberi gambaran kegiatan yang dilakukan oleh peneliti agar sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut merupakan kerangka berpikir pada penelitian ini.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian *exploratory*. Tujuan penelitian *exploratory* yaitu merangkai gagasan atau hipotesis, bukan menguji hipotesis. Jenis penelitian ini berfokus untuk mendapat suatu pemahaman yang nantinya dapat menjadi arahan pada penelitian selanjutnya (Noor, 2020).

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian akan dilaksanakan pada 2 tempat yaitu sekolah dan kampus. Sekolah yang digunakan sebagai tempat penelitian untuk membuat video pembelajaran adalah SMAN Kalisat. Waktu yang digunakan untuk membuat video pembelajaran yaitu semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 pada bulan Oktober.

Tempat dan validator yang digunakan peneliti untuk validasi adalah mahasiswa Pendidikan Profesi Guru Universitas Jember. Waktu yang digunakan untuk mengambil data penelitian pada bulan November.

#### **3.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

Penelitian ini menggunakan populasi dan sampel sebagai berikut.

a. Populasi

Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh mahasiswa pendidikan fisika dan pendidikan profesi guru IPA di Universitas Jember.

b. Sampel

Metode pemilihan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling* mahasiswa pendidikan profesi guru IPA. Pemilihan sampel pada mahasiswa pendidikan fisika dipilih berdasarkan Pendidikan profesi guru IPA yang ditempuh sebanyak 2 kelas.

### 3.4 Definisi Operasional Variabel

*RTOP* adalah instrumen observasi untuk mengukur pengajaran yang direformasi. Pada instrument ini, pengajaran berfokus pada keterampilan *scientific communication* dengan pendekatan STEM-SDGs

#### a. Variabel bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *item RTOP* keterampilan *scientific communication* dengan pendekatan STEM-SDGs. Karena pada karakteristik STEM yang diungkapkan oleh Roehrig et al. (2020) tidak menyebutkan keterampilan *scientific communication* dan SDGs, maka terdapat modifikasi dalam karakteristik STEM-SDGs sebagaimana pada tabel.

**Tabel 3. 1** karakteristik STEM-SDGs

Karakteristik	Deskripsi
Berfokus pada masalah sehari-hari	1. Pembelajaran dikontekskan melalui masalah yang memotivasi dan relevan (Kelley & Knowles, 2016) 2. Mengembangkan berbagai solusi (Lachapelle & Cunningham, 2014)
Keterlibatan dalam desain teknik	3. Terlibat dalam siklus desain rekayasa penuh (Moore et al., 2014) 4. Memperhatikan aspek sosial-politik dalam desain teknik (Gunckel & Tolbert, 2018)
Konteks integrasi	5. Memberikan kesempatan untuk menerapkan konten STEM (Reynante et al., 2020) 6. Kriteria dan kendala harus secara eksplisit dibahas (Watkins et al., 2018)
Konten integrasi	7. Hubungan antar disiplin ilmu STEM harus eksplisit (English, 2016) 8. Matematika dan teknologi seharusnya tidak terbatas pada alat (Baldinger et al., 2021)
Keterlibatan dalam STEM yang otentik praktik-praktik	9. Siswa harus memiliki kesempatan untuk terlibat dalam praktik-praktik STEM (Kelley dan Knowles, 2016; Reynante et al., 2020) 10. Penggunaan praktik STEM oleh siswa tidak boleh ditentukan oleh guru (Stohlmann et al., 2014)
<i>Scientific Communication</i>	11. Komunikasi yang berkaitan dengan penelitian atau penyelidikan (Siswandi, 2009) 12. Kemampuan menyampaikan pesan ilmiah yang dilakukan antara dua orang atau lebih secara ilmiah (Sapriati et al., 2013)
SDGs	13. Pembangunan berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan masa depan (Boonchai & Beeton, 2016)

#### b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil analisis *RTOP* keterampilan *scientific communication* dengan pendekatan STEM-SDGs pada calon guru fisika berdasarkan *item* yang disediakan.

### 3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan *exploratory research design* sebagai berikut.

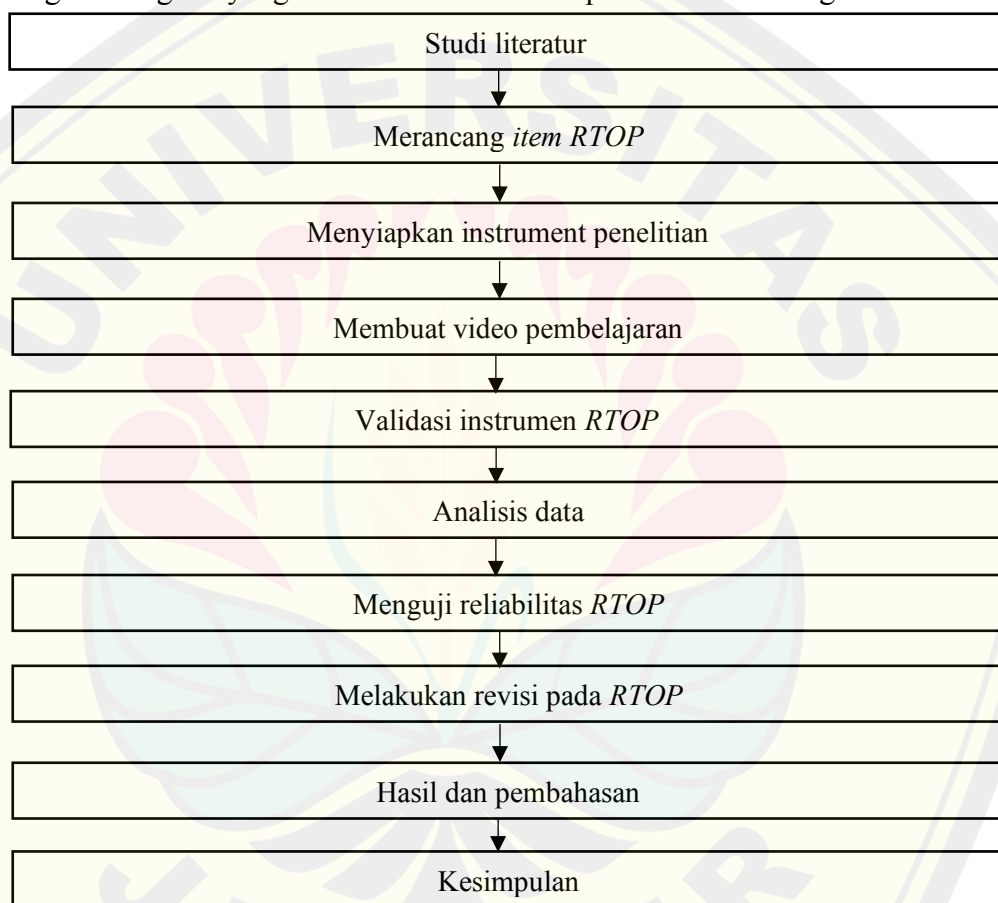


(Creswell & Clark, 2011)

**Gambar 3. 1** Desain Penelitian

### 3.6 Prosedur Penelitian

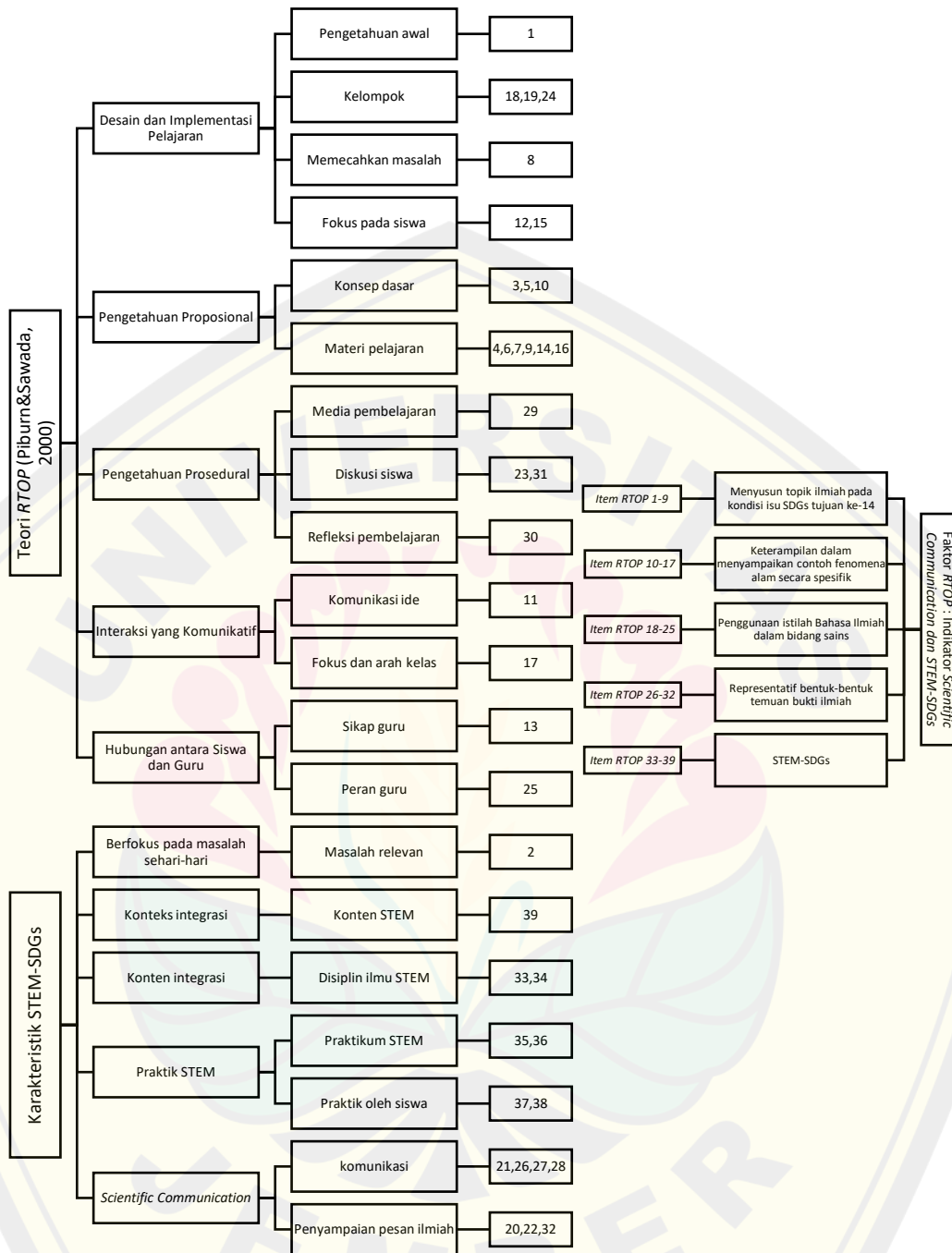
Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut.



**Gambar 3. 2** Prosedur Penelitian

### 3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data dalam penelitian ini adalah *RTOP* tentang mengajarkan keterampilan *scientific communication* pada calon guru fisika dengan pendekatan STEM-SDGs.



Gambar 3. 3 Penyusunan RTOP



### 3.8 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini adalah hasil validasi instrumen *RTOP*. Hasil validasi *RTOP* ini diperoleh dari pengisian lembar instrument *RTOP* oleh validator setelah melihat video pembelajaran fisika.

### 3.9 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *Exploratory Factor Analysis* (EFA). Data yang telah terkumpul pada instrumen *RTOP* akan dianalisis menggunakan teknik analisis EFA pada SPSS. Teknik analisis EFA digunakan untuk mengetahui *item RTOP* apa saja yang akan digunakan setelah divalidasi oleh validator. Pada teknik analisis EFA terdapat dua uji yang digunakan yaitu uji  $KMO > 0,5$  dan  $Bartlett's Test < 0,05$  dan uji *anti-image correlation*  $> 0,5$ . Untuk uji reliabilitas yang digunakan menggunakan uji  $cronbach's \alpha > 0,6$ .

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *exploratory* yang dilaksanakan pada 2 lokasi yaitu SMAN Kalisat dan Universitas Jember. Penelitian di SMAN Kalisat dilaksanakan pada 10 Oktober 2023 – 31 Oktober 2023 untuk membuat video pembelajaran fisika. Validasi *item RTOP* oleh validator dilaksanakan di Universitas Jember pada 8 November 2023 – 29 November 2023.

#### 4.1.1 Data Hasil Validasi *Item RTOP*

Data penelitian diperoleh dari hasil validasi *item RTOP* yang dilakukan oleh validator setelah melihat video pembelajaran fisika. Instrumen *RTOP* disusun berdasarkan indikator *scientific communication* dan karakteristik *STEM-SDGs*. Sementara itu, video pembelajaran fisika disusun berdasarkan modul ajar yang telah disesuaikan dengan *item RTOP*. Data hasil validasi *item RTOP* telah disajikan pada Lampiran 7.

#### 4.1.2 Analisis *RTOP*

Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis faktor eksploratori (*EFA*) dengan bantuan SPSS versi 26. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui *item RTOP* yang dapat digunakan sebagai instrumen penilaian kemampuan guru dalam mengajar (*RTOP*).

##### a. Uji *KMO and Bartlett's Test*

Uji *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Measure of Sampling Adequacy* dan nilai signifikansi *Bartlett's Test of Sphericity* digunakan untuk mengevaluasi kecocokan analisis faktor. Apabila nilai  $KMO > 0,5$  dan nilai signifikansi *Bartlett's Test of Sphericity*  $< 0,05$ , maka analisis faktor dapat dilakukan. Dari output SPSS versi 26 pada tabel 4.1, diperoleh nilai  $KMO$  sebesar 0,757 dan nilai signifikansi *Bartlett's Test of Sphericity* 0,000. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa analisis faktor dapat dilanjutkan untuk menyederhanakan kumpulan 39 *item RTOP* tersebut.

**Tabel 4. 1** Hasil *KMO and Bartlett's Test*

<b><i>KMO and Bartlett's Test</i></b>		
<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		.757
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	2163.736
	<i>df</i>	741
	<i>Sig.</i>	.000

b. Uji *anti-image correlation*

Nilai *anti-image correlation* digunakan untuk menentukan kelayakan setiap *item RTOP* agar dapat dianalisis lebih lanjut. Jika nilai *anti-image correlation*  $> 0,5$  maka variabel tersebut dianggap memadai untuk dianalisis lebih lanjut, atau dapat dikatakan bahwa asumsi *Measure of Sampling Adequacy (MSA)* telah terpenuhi. Sebaliknya, jika nilai *anti-image correlation*  $< 0,5$  maka *item RTOP* tersebut sebaiknya dikecualikan dari analisis. Berdasarkan hasil *anti-image correlation* pada tabel 4.2, nilai dari 39 *item RTOP*  $> 0,5$ . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel dapat dianalisis lebih lanjut.

**Tabel 4. 2** *Anti-image Correlation*

<b><i>No Item RTOP</i></b>	<b><i>Anti-image correlation</i></b>
1	0,693
2	0,680
3	0,535
4	0,729
5	0,734
6	0,735
7	0,676
8	0,859
9	0,660
10	0,637
11	0,806
12	0,772
13	0,650
14	0,714
15	0,638
16	0,819
17	0,783
18	0,837
19	0,695

<i>No Item RTOP</i>	<i>Anti-image correlation</i>
20	0,797
21	0,864
22	0,761
23	0,804
24	0,812
25	0,821
26	0,783
27	0,874
28	0,716
29	0,572
30	0,800
31	0,698
32	0,831
33	0,659
34	0,756
35	0,689
36	0,877
37	0,745
38	0,801
39	0,879

c. Hasil output *communalities*

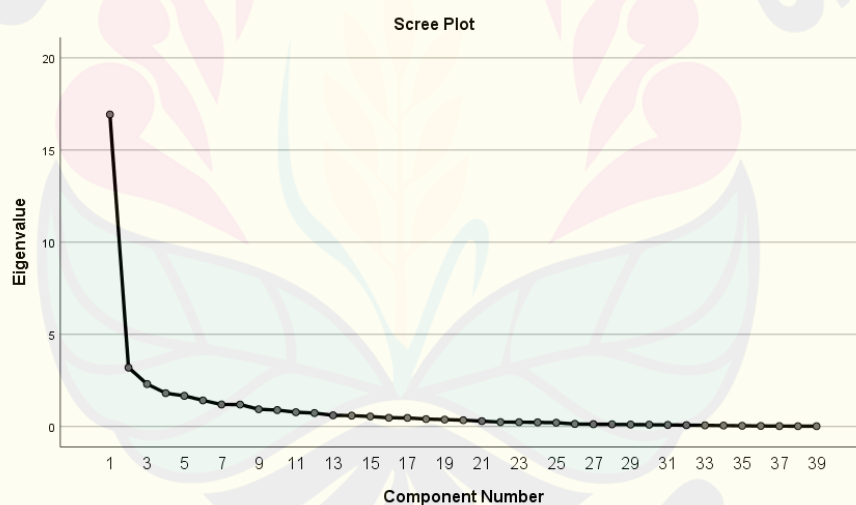
Nilai output *communalities* digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan pada setiap *item RTOP*. Kriteria pengujian adalah jika nilai *extraction* > 0,5, maka syarat *communalities* dianggap terpenuhi. Berdasarkan tabel hasil output *communalities* pada Lampiran 8, dapat dilihat bahwa 39 *item RTOP* yang digunakan memiliki nilai *extraction* > 0,5. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh *item RTOP* yang digunakan memiliki hubungan yang kuat dan mampu menjelaskan faktor yang terbentuk.

d. Hasil total *variance explained*

Output total *variance explained* yang dihasilkan digunakan untuk mengetahui faktor-faktor baru yang terbentuk berdasarkan nilai eigen. Faktor-faktor yang memiliki nilai eigen > 1 akan bertahan, sementara faktor-faktor dengan nilai eigen < 1 akan gugur. Berdasarkan nilai eigen yang tertera pada Lampiran 9, diperoleh 8 faktor dengan nilai eigen > 1. Dapat diartikan bahwa terdapat 8 faktor baru yang terbentuk dari 39 *item RTOP* setelah di analisis. Faktor 1 memiliki nilai

*eigenvalues* sebesar 16,926 dan mampu menjelaskan 43,399% variasi. Faktor 2 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 3,194 dan mampu menjelaskan 8,189% variasi. Faktor 3 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 2,304 dan mampu menjelaskan 5,908% variasi. Faktor 4 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 1,808 dan mampu menjelaskan 4,635% variasi. Faktor 5 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 1,664 dan mampu menjelaskan 4,266% variasi. Faktor 6 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 1,416 dan mampu menjelaskan 3,630% variasi. Faktor 7 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 1,193 dan mampu menjelaskan 3,058% variasi. Faktor 8 memiliki nilai *eigenvalues* sebesar 1,191 dan mampu menjelaskan 3,053% variasi. Dari kedelapan faktor yang terbentuk, mampu menjelaskan 76,139% variasi.

Pada gambar 4.1 yang menampilkan *scree plot*, disajikan grafik hubungan nilai *eigenvalue* terhadap *item RTOP* yang diekstraksi. Berdasarkan gambar 4.1, dapat diketahui bahwa 8 faktor yang terekstraksi dengan nilai *eigenvalue* > 1 terletak di wilayah lengkung, maka dianggap telah signifikan.



**Gambar 4. 1** Grafik nilai eigen terhadap *item RTOP*

e. Hasil *Rotated Component Matrix* dan uji reliabilitas

Hasil yang terdapat pada Lampiran 10 merupakan proses rotasi faktor berdasarkan nilai *factor loading* secara berurutan, dengan tujuan agar lebih mudah diinterpretasi. Penentuan nilai *factor loading* yang digunakan didasarkan pada jumlah sampel. Penentuan nilai *factor loading* berdasarkan ukuran sampel yang dikemukakan oleh Joseph et al. (2010) digunakan sebagai pedoman pada penelitian

ini. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 60 sehingga nilai minimal *factor loading* yang digunakan adalah 0,70.

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana instrumen atau pengukuran dapat memberikan hasil yang sama apabila dilakukan pengukuran kembali pada subjek yang sama. Apabila nilai  $\alpha > 0,6$ , maka faktor dapat dikatakan reliabel. Pada Tabel 4.3 terdapat 17 *item RTOP* yang memiliki nilai *factor loading*  $> 0,70$  dan nilai reliabilitas setiap faktor.

Tabel 4. 3 *Item RTOP*

<i>No Item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>	<i>Factor</i>	$\alpha$	Keterangan
24	Guru memberi fasilitas diskusi kelompok agar peserta didik dapat menjelaskan konsep fisika menggunakan istilah bahasa ilmiah	.873	1	0.947	Reliabel
23	Guru melibatkan istilah bahasa ilmiah pada latihan soal dan eksperimen	.842			
25	Guru memberi umpan balik menggunakan istilah bahasa ilmiah	.823			
22	Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan istilah Bahasa ilmiah dalam diskusi/presentasi	.800			
21	Peserta didik menyampaikan hasil percobaan/praktikum menggunakan istilah bahasa ilmiah	.799			
18	Peserta didik berdiskusi dengan anggota kelompok menggunakan Bahasa ilmiah	.788			
19	Peserta didik melakukan diskusi antar kelompok menggunakan bahasa ilmiah	.717			
33	Guru menyampaikan bahwa materi pembelajaran mengintegrasikan ilmu STEM	.856	2	0.871	Reliabel
34	Guru menyampaikan keterkaitan ilmu STEM dengan materi pemanasan global	.728			
35	Peserta didik terlibat dalam praktik STEM	.727			
29	Peserta didik menyajikan hasil eksperimen dengan tabel, diagram atau bentuk representasi lainnya sebagai bukti	.751	3	0.697	Reliabel
31	Peserta didik mampu menggambarkan hubungan antara bukti dan kesimpulan	.733			
12	Peserta didik menyebutkan/menjelaskan contoh fenomena alam kepada teman satu kelas	.717	4	<i>error</i>	Tidak reliabel

<i>No Item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>	<i>Factor</i>	$\alpha$	<i>Keterangan</i>
1	Guru memanfaatkan pengetahuan awal siswa mengenai pemanasan global	.725	5	<i>error</i>	Tidak reliabel
6	Guru salah satu tujuan SDGs yang ke-14 yaitu mengenai ekosistem laut	.813	6	0.790	Reliabel
7	Guru menyebutkan permasalahan yang mengancam ekosistem laut yaitu mikroplastik	.764			
15	Peserta didik menyampaikan contoh fenomena alam yang berkaitan dengan fisika	.760	8	<i>error</i>	Tidak reliabel

Ketika dilakukan uji *cronbach's*  $\alpha$ , diketahui terdapat empat faktor yang hanya terdiri dari  $< 1$  *item*. Sedangkan pada SPSS apabila akan melakukan uji reliabilitas menggunakan *cronbach's*  $\alpha$  data yang digunakan harus  $> 1$  *item*, sehingga ketika faktor hanya terdiri  $< 1$  *item* hasil yang keluar dari SPSS adalah *error* dan dapat disimpulkan bahwa faktor tersebut tidak reliabel. Dari delapan faktor tersebut, terdapat empat faktor yang *error* karena memiliki *item*  $< 1$ . Keempat faktor tersebut dihapus karena tidak reliabel. Sedangkan untuk keempat faktor lain setelah diuji menghasilkan nilai *cronbach's*  $\alpha > 0,6$  yang berarti reliabel atau konsisten. Sehingga dapat diketahui jumlah *item RTOP* setelah diuji reliabilitasnya sebanyak 14. Setelah diperoleh faktor yang valid dan reliabel, dilanjutkan dengan pemberian nama setiap faktornya.

Pada Tabel 4.4, disajikan 22 *item RTOP* yang memiliki nilai *factor loading*  $< 0,70$ . Hal ini menyebabkan keenam belas *item RTOP* tersebut tidak termasuk dalam 8 faktor baru yang telah terbentuk dan dihapus dari instrumen.

**Tabel 4. 4** *Item RTOP* yang tidak termasuk dalam faktor

<i>No item</i>	<i>Item RTOP</i>
1	Guru memanfaatkan pengetahuan awal siswa mengenai pemanasan global
2	Guru menjelaskan mengenai materi pemanasan global dan mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari
3	Guru menjelaskan pentingnya mempelajari materi pemanasan global
4	Guru menjelaskan mengenai SDGs yang merupakan tujuan untuk mengatasi tantangan global seperti kemiskinan, perubahan iklim, kesenjangan sosial dan degradasi lingkungan
5	Peserta didik menyebutkan 17 tujuan dari SDGs
8	Peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan tujuan menemukan topik ilmiah yaitu mikroplastik yang mengakibatkan kerusakan ekosistem laut
9	Guru menjelaskan penyebab dan akibat adanya mikroplastik di lautan

<i>No item</i>	<i>Item RTOP</i>
10	Guru menjelaskan mengenai fenomena alam
11	Guru menjadi fasilitator bagi peserta didik dalam menyampaikan fenomena alam
13	Guru memberi dukungan kepada siswa ketika menyebutkan/menjelaskan contoh fenomena alam
14	Guru menyampaikan contoh fenomena alam yang berkaitan dengan fisika
16	Guru menjelaskan pemanasan global yang terjadi akibat peningkatan suhu bumi
17	Guru dan peserta didik berdiskusi mengenai penyebab dan akibat adanya pemanasan global
20	Peserta didik menyampaikan identifikasi masalah pada topik menggunakan istilah bahasa ilmiah
26	Guru mempersilahkan peserta didik untuk melakukan presentasi
27	Peserta didik melakukan kegiatan presentasi
28	Peserta didik menyajikan hasil eksperimen/praktikum sebagai bukti ketika presentasi
30	Peserta didik dapat menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh
32	Guru dan peserta didik diskusi mengenai bukti ilmiah yang ditemukan
36	Peserta didik berperan aktif ketika menerapkan ilmu STEM dalam pembelajaran
37	Guru menyampaikan kepada peserta didik bahwa akan dilakukan eksperimen ilmiah
38	Guru memperkenalkan berbagai alat STEM yang relevan dengan pembelajaran mereka
39	Guru memberi fasilitas kelompok/tim agar siswa dapat berkolaborasi, berdiskusi, dan berbagi ide untuk menyelesaikan proyek STEM

#### g. Penamaan faktor

Sebelum dilakukan analisis, *RTOP* yang disusun terdiri dari 5 faktor yaitu:

1. menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14.
2. keterampilan dalam menyampaikan contoh fenomena alam secara spesifik.
3. penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains.
4. representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah.
5. karakteristik STEM-SDGs.

Setelah dilakukan validasi, analisis *EFA*, dan uji reliabilitas diperoleh 4 faktor baru. Selanjutnya, dilakukan pemberian nama pada 4 faktor yang telah diperoleh. Penamaan faktor ini didasarkan pada karakteristik setiap *item* sesuai faktor sebelumnya, di mana *item* dengan nilai *factor loading* paling tinggi akan berpengaruh dalam pemberian nama disetiap faktornya.

Pada faktor pertama dalam Tabel 4.5, terdapat 7 *item RTOP* yang seluruhnya berasal dari satu faktor sebelumnya, yaitu “penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains”. Faktor ini terbentuk berdasarkan salah satu indikator



*scientific communication* dan berkontribusi sebesar 43,399%. Sehingga dapat ditetapkan penamaan untuk faktor pertama adalah “penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains”.

**Tabel 4. 5** Faktor 1 penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains

<i>no item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>
24	Guru memberi fasilitas diskusi kelompok agar peserta didik dapat menjelaskan konsep fisika menggunakan istilah bahasa ilmiah	.873
23	Guru melibatkan istilah bahasa ilmiah pada latihan soal dan eksperimen	.842
25	Guru memberi umpan balik menggunakan istilah bahasa ilmiah	.823
22	Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan istilah Bahasa ilmiah dalam diskusi/presentasi	.800
21	Peserta didik menyampaikan hasil percobaan/praktikum menggunakan istilah bahasa ilmiah	.799
18	Peserta didik berdiskusi dengan anggota kelompok menggunakan Bahasa ilmiah	.788
19	Peserta didik melakukan diskusi antar kelompok menggunakan bahasa ilmiah	.717

Pada faktor kedua di Tabel 4.6, terdapat 3 *item RTOP* yang semuanya berasal dari satu faktor sebelumnya yaitu “STEM-SDGs”. Faktor ini sendiri terbentuk berdasarkan karakteristik STEM dan berkontribusi sebesar 8,189%. Sehingga dapat ditetapkan penamaan untuk faktor kedua adalah “STEM-SDGs”.

**Tabel 4. 6** Faktor 2 STEM-SDGs

<i>No item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>
33	Guru menyampaikan bahwa materi pembelajaran mengintegrasikan ilmu STEM	.856
34	Guru menyampaikan keterkaitan ilmu STEM dengan materi pemanasan global	.728
35	Peserta didik terlibat dalam praktik STEM	.727

Pada faktor ketiga dalam tabel 4.7 terdapat 2 *item RTOP* yang seluruhnya berasal dari satu faktor sebelumnya yaitu “representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah”. Faktor ini terbentuk berdasarkan salah satu indikator *scientific communication* dan berkontribusi sebesar 5,908%. Sehingga dapat ditetapkan

penamaan untuk faktor ketiga adalah “representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah”.

**Tabel 4. 7** Faktor 3 Representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah

<i>No item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>
29	Peserta didik menyajikan hasil eksperimen dengan table, diagram atau bentuk representasi lainnya sebagai bukti	.751
31	Peserta didik mampu menggambarkan hubungan antara bukti dan kesimpulan	.733

Pada faktor keempat dalam tabel 4.8 terdapat 2 *item RTOP* yang seluruhnya berasal dari satu faktor sebelumnya yaitu “menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14”. Faktor ini terbentuk berdasarkan salah satu indikator *scientific communication* dan berkontribusi sebesar 3,630%. Sehingga dapat ditetapkan penamaan untuk faktor keempat adalah “menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14”.

**Tabel 4. 8** Faktor 4 menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14

<i>No item</i>	<i>Item RTOP</i>	<i>Factor Loading</i>
6	Guru menyebutkan salah satu tujuan SDGs yang ke-14 yaitu mengenai ekosistem laut	.813
7	Guru menyebutkan permasalahan yang mengancam ekosistem laut yaitu mikroplastik	.764

## 4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa instrument *RTOP* terdiri dari 39 *item*, kemudian dilakukan analisis EFA sehingga diperoleh 17 *item RTOP* yang dinyatakan valid. Selanjutnya dilakukan uji reliabilitas menggunakan bantuan SPSS, lalu diperoleh 14 *item RTOP* yang dinyatakan reliabel. Dari 14 *item RTOP* yang telah dinyatakan valid dan reliabel, setiap *item* dikelompokkan ke dalam 4 faktor yaitu penggunaan istilah bahasa ilmiah, STEM-SDGs, representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah dan menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14.

Keterampilan *scientific communication* yang pertama adalah penggunaan istilah bahasa ilmiah dalam bidang sains (Kulgemeyer, 2018). Penggunaan Bahasa ilmiah sangat berperan penting dalam keterampilan *scientific communication*. Pada

penelitian sebelumnya telah dijelaskan bahwa siswa harus memperoleh keterampilan dalam bahasa ilmiah karena pengetahuan yang biasa kita pelajari diperoleh dari bahasa, sehingga kunci untuk memahami mata pelajaran adalah dengan memahami bahasanya. Setiap aktivitas di kelas seperti membaca, menulis, mendengarkan dan berbicara pada dasarnya terkait dengan suatu bahasa. Dalam kelas sains termasuk fisika, bahasa yang digunakan untuk memahami aktivitas di kelas adalah bahasa ilmiah (Mönch & Markic, 2022). Hal ini sesuai dengan 7 *item RTOP* yang ada pada indikator ini, yaitu guru memberi fasilitas diskusi kelompok agar peserta didik dapat menjelaskan konsep fisika menggunakan istilah bahasa ilmiah, guru melibatkan istilah bahasa ilmiah pada latihan soal dan eksperimen, guru memberi umpan balik menggunakan istilah bahasa ilmiah, guru mendorong peserta didik untuk menggunakan istilah Bahasa ilmiah dalam diskusi/presentasi, peserta didik menyampaikan hasil percobaan/praktikum menggunakan istilah bahasa ilmiah, peserta didik berdiskusi dengan anggota kelompok menggunakan bahasa ilmiah, peserta didik melakukan diskusi antar kelompok menggunakan bahasa ilmiah.

Karakteristik STEM-SDGs juga termasuk dalam salah satu faktor *RTOP*, yang terdiri dari 3 *item RTOP* yang dinyatakan valid dan reliabel. Ketiga *item* tersebut meliputi, guru menyampaikan bahwa materi pembelajaran mengintegrasikan ilmu STEM, guru menyampaikan keterkaitan ilmu STEM dengan materi pemanasan global, dan peserta didik terlibat dalam praktik STEM. Sesuai dengan pernyataan bahwa siswa harus memiliki kesempatan untuk terlibat dalam praktik-praktik STEM (Kelley dan Knowles, 2016; Reynante et al., 2020). Selain itu, guru memberikan kesempatan untuk menerapkan konten STEM (Reynante et al., 2020).

Keterampilan *scientific communication* yang kedua adalah representatif bentuk-bentuk temuan bukti ilmiah (Kulgemeyer, 2018). Seorang ilmuwan Ketika akan menyimpulkan sebuah percobaan, maka akan melihat fenomena dan mendapatkan bukti-bukti yang spesifik (Lia, 2015). Hal ini sesuai dengan 2 *item RTOP* yang ada pada indikator ini, yaitu peserta didik menyajikan hasil eksperimen

dengan tabel, diagram atau bentuk representasi lainnya sebagai bukti dan peserta didik mampu menggambarkan hubungan antara bukti dan kesimpulan.

Keterampilan *scientific communication* yang ketiga adalah menyusun topik ilmiah pada kondisi isu SDGs tujuan ke-14 (Kulgemeyer, 2018). Tujuan SDGs yang ke-14 menjelaskan mengenai ekosistem laut, dan salah satu permasalahan yang ada didalamnya adalah mikroplastik (Irhamsyah, 2019). Pendidikan menjadi sarana untuk memenuhi tujuan SDGs karena dapat berpengaruh dalam pencapaian pembangunan berkelanjutan (Safitri et al., 2022). Hal ini sesuai dengan 2 *item RTOP* yang ada pada indikator ini, guru menyebutkan salah satu tujuan SDGs yang ke-14 yaitu mengenai ekosistem laut dan guru menyebutkan permasalahan yang mengancam ekosistem laut yaitu mikroplastik.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa instrumen *RTOP* telah menampilkan semua aspek keterampilan *scientific communication* dan STEM-SDGs. Tetapi dari 39 *item* yang telah dikembangkan, hanya tersisa 14 *item* yang dinyatakan valid dan reliabel. Dan 14 *item RTOP* ini dikelompokkan dengan 4 faktor baru yang terbentuk.

Hal yang menarik dari penelitian ini adalah terdapat salah satu indikator *scientific communication* yang tidak termasuk dalam faktor *RTOP* yaitu keterampilan dalam menyampaikan contoh fenomena alam secara spesifik. Faktor ini sebelumnya terdiri dari 7 *item RTOP*. Penyebabnya adalah ketika dilakukan uji analisis EFA dengan SPSS pada output *rotated component matrix* terdapat 6 *item* dari faktor ini yang memiliki nilai *factor loading*  $< 0,70$ , sehingga *item* tersebut dinyatakan tidak valid dan tereliminasi. Lalu hanya tersisa 1 *item* dari faktor ini, ketika diuji reliabilitasnya dengan SPSS memberikan hasil *error* dan dinyatakan tidak reliabel sehingga *item* tersebut juga tereliminasi. Hal ini menunjukkan bahwa perlu penambahan *item* pada setiap faktornya ketika akan mengembangkan instrumen *RTOP*.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa instrumen *RTOP* dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan pengajaran seorang pendidik. Selain itu, instrument *RTOP* juga mencakup pendekatan STEM-SDGs dan keterampilan *scientific communication*. Pendekatan ini menekankan integrasi antara ilmu

pengetahuan, teknologi, rekayasa dan matematika dengan tujuan mencapai SDGs. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Piburn & Sawada, (2000) yang menyatakan bahwa (*RTOP*) *Reformed Teaching Observation Protocol* terbukti sangat bermanfaat dalam memprediksi peningkatan pembelajaran di kelas melalui pengajaran yang telah direformasi sesuai dengan prinsip STEM-SDGs. Selain itu, *RTOP* dapat digunakan dalam studi kelas sains di sekolah menengah maupun perguruan tinggi. Instrumen *RTOP* mampu mengukur pengajaran yang direformasi. Penelitian serupa oleh Ndhokubwayo et al., (2020) menyatakan bahwa *RTOP* dapat digunakan secara fleksibel oleh pengajar seperti guru maupun dosen. Hal tersebut dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan metode pengajaran melalui evaluasi menggunakan instrumen *RTOP*. Hal serupa dikemukakan oleh Sawada et al., (2002) bahwa instrumen ini dibuat sebagai suatu alat yang mudah digunakan, valid, dapat diandalkan, dan ditujukan khusus untuk mata pelajaran sains. Instrumen observasi *RTOP* yang telah di analisis dapat dilihat pada Lampiran 11.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa adanya perbaikan pada *RTOP (Reformed Teaching Observation Protocol)* dalam kegiatan validitas. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen *RTOP* dengan pendekatan STEM-SDGs dapat mengukur kemampuan pengajaran terkait keterampilan *scientific communication*. Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen *RTOP* dapat memberikan hasil yang konsisten ketika digunakan untuk mengukur kemampuan pengajar sebesar 35,897% terkait keterampilan *scientific communication* dengan pendekatan STEM-SDGs.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memberikan saran bagi peneliti lain, dapat melakukan analisis EFA pada *RTOP* dengan pemilihan sampel  $> 50$ , dan memperbanyak *item RTOP* yang ada pada setiap faktornya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A., Aristya, P. D., & Budiarmo, A. S. (2023). Pengembangan Modul Flipbook Digital Berbasis STEM Materi Sistem Pencernaan Manusia untuk Meningkatkan Literasi Sains. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 57–66. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.294>
- Afrizon, R., Hidayati, & Anshari, R. (2017). Analisis Persepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Terkait Pentingnya Pembelajaran Fisika Bermakna yang Menerapkan Unsur Kearifan Lokal Sumatera Barat. *Prosiding Semirata*, 1214–1222.
- Angger, A., Siti, N., Rahardjo, D. T., & Mulyono, B. (2016). *Peningkatan Komunikasi Ilmiah Siswa Kelas X MIA Melalui Model Pembelajaran SSCS ( Search , Solve , Create , Share ) pada Materi Alat-alat Optik*.
- Anggraeni, N., & Haryanto, B. (2022). Faktor-faktor yang Meningkatkan Pendidikan Karakter Berbasis Nilai Islam di Indonesia: Literature Review. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 489–496.
- Aswirna, P., Kiswanda, V., Nurhasnah, N., & Fahmi, R. (2022). Implementation of STEM E-Module with SDGs Principle to Improve Science Literacy and Environment-friendly Attitudes in Terms of Gender. *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*, 7(1), 64–77. <https://doi.org/10.15575/jtk.v7i1.16599>
- Auliasari, V., Supriyadi, & Linuwih, S. (2019). Learning Strategy of Think Talk Write Based Inquiry Approach Toward the Scientific Communication Ability of Students. *Physics Communication*, 3(2), 60–71.
- Boonchai, C., & Beeton, R. J. S. (2016). Sustainable development in the Asian century: An inquiry of its understanding in Phuket, Thailand. *Sustainable Development*, 24(2), 109–123.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=6tYNo0UpEqkC>
- Damanik, R., Sagala, R. ., & Rezeki, T. I. (2021). *Keterampilan Dasar Mengajar Guru* (M. Arifin (ed.)). umsu press. [https://books.google.co.id/books?id=hio\\_EAAAQBAJ](https://books.google.co.id/books?id=hio_EAAAQBAJ)
- David, M. E., & Amey, M. J. (2020). *The SAGE Encyclopedia of Higher Education*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=HuvBDwAAQBAJ>
- Dewi, N. M. N. B. S. (2022). Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Ni Made Nia Bunga Surya Dewi. *Jurnal Sosial Sains Dan*

*Teknologi SOSINTEK*, 2(2), 239–250.  
<http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/SOSINTEK>

Dudung, A. (2018). Kompetensi Profesional Guru. *JKKP (Jurnal Kesejahteraan Keluarga Dan Pendidikan)*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.21009/jkkp.051.02>

Ellett, C. D., Monsaas, J., Martin-Hansen, L., & Demir, A. (2012). Development and validation of a new measure of faculty assessments of reformed teaching and learning practices. *Journal of General Education*, 61(4), 388–405. <https://doi.org/10.1353/jge.2012.0034>

Emina, K. A. (2021). Sustainable Development And The Future. *Social Sciences, Humanities and Education Journal (SHE Journal)*, 2(1), 57–71. <https://doi.org/10.25273/she.v2i1.8611>

Erwin, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Ramalis, T. R. (2019). Instrumen Asesmen Pedagogical Content Knowledge dalam Konteks Pengembangan Keterampilan Komunikasi Sainifik pada Pembelajaran Fisika. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(2), 102–110.

Fadly, W. (2017). Efektivitas Model Pembelajaran Fisika “ PRODUKSI ” terhadap Peningkatan Aspek-aspek Keterampilan Berkomunikasi Sains. *Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*, 2(1), 83–94.

Febniani, E. R., Taufik, M., Hikmawati, H., & Susilawati, S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET (Physics Education Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Kappa Journal*, 6(1), 15–23.

Fitriah, P. I., Yulianto, B., Asmarani, R., & Asy, H. (2020). Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Penerapan Metode Everyone Is A Teacher Here Siswa Melalui. *Journal of Education Action Research*, 4(4), 546–555.

Harefa, A. R. (2019). Peran Ilmu Fisika dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Warta Edisi : 60*, 1–10.

Irhamy, F. (2019). Sustainable Development Goals (SGDs) dan Dampaknya Bagi Ketahanan Nasional. *Jurnal Kajian Lemhannas RI*, 45–54.

Jacobson-Lundeberg, V. (2016). Pedagogical Implementation of 21st Century Skills. *Educational Leadership and Administration: Teaching and Program Development*, 27, 82–100.

Jong, C., Pedulla, J. J., Reagan, E. M., Salomon-Fernandez, Y., & Cochran-Smith, M. (2010). Exploring the link between reformed teaching practices and pupil learning in elementary school mathematics. *School Science and Mathematics*, 110(6), 309–326.

Joseph, F., Barry, J. B., Rolph, E. A., & Rolph, E. A. (2010). *Multivariate data*



*analysis*. Pearson Prentice Hall.

Kartini, Astra, I. M., & Fahdiran, R. (2023). Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Menggunakan Microsoft SWAY pada Materi Gerak Parabola SMA Kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 11, 295–300. <https://doi.org/doi.org/10.21009/03.1102.PF40>

Kulgemeyer, C. (2018). Impact of Secondary Students' Content Knowledge on Their Communication Skills in Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 89–108. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9762-6>

Kurinta, N., Bektiarso, S., & Maryani. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kontekstual pada Pokok Bahasan Pemanasan Global untuk Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(3), 106–113.

Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan pendekatan STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 202–207.

Lia, L. (2015). Multimedia Interaktif Sebagai Salah Satu Alternatif Pembelajaran dalam Bidang Pendidikan Sains. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 132–140. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/view/2614>

Lute, M. M. (2023). *The Impact of High School Math Teachers' Conceptions of Teaching and Learning on Implementation of Student-Centered Instructional Practices*.

Mardiyana, M., & Kristiningsih, A. (2020). Dampak Pencemaran Mikroplastik di Ekosistem Laut terhadap Zooplankton: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 29–36. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i1.147>

Mayani, C., Makhnun, D., & Ubaidillah, M. (2019). Analisis Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Pembelajaran Biologi di Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal IPA Dan Pembelajaran IPA*, 1–22. <https://doi.org/10.24815/jipi.vxix.xxxxx>

Mönch, C., & Markic, S. (2022). Science Teachers' Pedagogical Scientific Language Knowledge—A Systematic Review. *Education Sciences*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/educsci12070497>

Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 453–460.

Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020). Implementation of the Competence-Based Learning in Rwandan Physics Classrooms: First Assessment Based on the Reformed Teaching Observation Protocol.

*EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technoogy Education*, 16(9), 1–8.

Noor, H. R. Z. Z. (2020). *Metodologi penelitian kualitatif dan kuantitatif: petunjuk praktis untuk penyusunan skripsi, tesis, dan disertasi: tahun 2015*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=v37LEAAAQBAJ>

Nurwahidah, I. (2020). Kemampuan Keterampilan Dasar Mengajar Mahasiswa Calon Guru Ipa Program Studi Pendidikan Ipa. *EduTeach : Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 1(2), 22–33. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v1i2.1957>

Pakartiar, G. B., Muzayyinah, & Indrowati, M. (2012). Identifikasi Fungsi dalam Tupai Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*) sebagai Sumber Belajar Biologi dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Berkomunikasi Ilmiah Siswa Kelas X SMA. *BIO-PEDAGOGI*, 1(1), 75–84.

Permata, S. D., & Mustadi, A. (2019). Peningkatan Keterampilan Komunikasi Saintifik Melalui Group Investigation ( Gi ) Pada Calon Guru. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, 28(2), 103–114.

Piburn, M., & Sawada, D. (2000). Reformed teaching observation protocol (RTOP) reference manual. *ACEPT Technical Report*, 1–41. <http://www.public.asu.edu/~anton1/AssessArticles/Assessments/Chemistry Assessments/RTOP Reference Manual.pdf>

Pratama, N. S., & Istiyono, E. (2015). The Study on the Implementation of Higher Order Thinking (Hots)-Based Physics Learning in Class X at Yogyakarta City Public High School. *PROSIDING : Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 6(1), 104–112.

Putra, P. D. A., & Kumano, Y. (2018). Energy Learning Progression and STEM conceptualization among pre-service science teachers in Japan and Indonesia. *New Educational Review*, 53(3), 153–162. <https://doi.org/10.15804/ner.2018.53.3.13>

Rahayu, S., & Mertha, I. G. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Micro Teaching Untuk Melatih Kompetensi Pedagogik Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 232–238. <https://doi.org/10.29303/jpft.v3i2.418>

Ramlan, M. (2002). Pemanasan Global (Global Warming). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(189), 1–11. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/189>

Rinaldi, R., Rama, Y., Muchtar, D., Haryadi, R., Kunci, K., Alam, F., Penemuan, M., Proses, K., Siswa, S., & Hooke, H. (2018). Pembelajaran Fisika Berbasis Fenomena Alam Melalui Metode Discovery Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Prosiding Seminar Nasional Pendidikan

- Fisika Untirta. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 1(1), 12–18. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index>
- Riyanto. (2007). Strategi Mengatasi Pemanasan Global (Global Warming). *Value Added*, 3(2), 67–79.
- Roehrig, G. H., Dare, E., Ellis, J., & Ring, E. (2020). Development of a Framework and Observation Protocol for Integrated STEM. In *日本科学教育学会年会論文集*, 46, 53–56.
- Sabaruddin, S. (2022). Pendidikan Indonesia dalam menghadapi era 4.0. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 10(1), 43–49.
- Safaria, S. A., & Sangila, M. S. (2018). Kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMP Negeri 9 Kendari pada materi bangun datar. *Jurnal Al-Ta'dib*, 11(2), 73–90.
- Safitri, A. O., Yuniarti, V. D., & Rostika, D. (2022). Upaya Peningkatan Pendidikan Berkualitas di Indonesia: Analisis Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7096–7106.
- Sapriati, A., Rahayu, U., & Kurniawati, Y. (2013). Implementation of Science Practical Work at Faculty of Teacher Training and Educational Science, Universitas Terbuka, Indonesia. *International Conference on Education and Language (ICEL)*, 2.
- Saputro, B. (2020). *Pengembangan model problem based learning dalam meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah calon guru IPA era revolusi industri 4.0*. Aswaja Pressindo.
- Sari, G. M. A., Antika, V. Y., Wisutama, R. A., Syiami, L. N., Sulaeman, N. F., Nuryadin, A., & Subagiyo, L. (2022). New Indonesian Science Curriculum for Junior High School : A Content Analysis to Support STEM SDGs. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 3(2), 176–182.
- Sawada, D., Piburn, M. D., Judson, E., Turley, J., Falconer, K., Benford, R., & Bloom, I. (2002). Measuring Reform Practices in Science and Mathematics Classrooms : The Reformed Teaching Observation Protocol. *School Science and Mathematics*, 102(6), 245–254.
- Septiani, I., Lesmono, A. D., & Harimukti, A. (2020). Analisis Minat Belajar Siswa Menggunakan Model Problem Based Learning Dengan Pendekatan Stem Pada Materi Vektor Di Kelas X Mipa 3 Sman 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 64. <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i1.17969>
- Sharma, S., Sharma, V., & Chatterjee, S. (2023). Contribution of plastic and microplastic to global climate change and their conjoining impacts on the environment - A review. *The Science of the Total Environment*, 875, 162627.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162627>

- Sing, T. K. (2017). A literature review of science communication. *Tersedia: Http://Singteach. Nie. Edu. Sg/Issue50-Research03/*. Diakses Tanggal, 29.
- Siswandi, I. (2009). Transformasi Perpustakaan Dengan Ketersediaan Teknologi Informasi Dan Komunikasi. *Media Pustakawan*, 16(3&4), 62–73.
- Sulaeman, N. F., Putra, P. D. A., Mineta, I., Hakamada, H., Takahashi, M., Ide, Y., & Kumano, Y. (2021). Exploring Student Engagement in STEM Education through the Engineering Design Process. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i1.10455>
- Suwastini, T. (2022). Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Siswa Pada Pembelajaran Matematika Dengan Strategi React Berbasis Nht Pada Siswa Kelas Xi Tata Busana Smk Negeri 1 Pacitan. *JH (Jurnal Humaniora)*, 9(3), 190–197.
- Taibu, R., & Ferrari-Bridgers, F. (2020). Physics language anxiety among students in introductory physics course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(4), em1835.
- Utina, R. (2007). Pemanasan Global: Dampak dan Upaya Meminimalisasinya. *Power Plants and Power Systems Control 2006*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/B978-008046620-0/50035-9>
- Wijaya, M. P., Lestari, P. A., Fransiska, S., & Fitri, R. (2022). Keterampilan Abad 21 yang Harus dikuasai oleh Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi 21st Century Skills of High School Students in Biology Learning. *Prosiding SEMNAS BIO 2022*, 1032–1039.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Koes, S. (2016). STEM: apa, mengapa, dan bagaimana. *Prosiding Semnas Pend IPA Pascasarjana UM*, 1, 976–984.

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Matrik Penelitian
- Lampiran 2. Lembar Wawancara Guru
- Lampiran 3. Panduan Pengisian *RTOP*
- Lampiran 4. *RTOP* untuk Mengajarkan Keterampilan *Scientific Communication* pada Calon Guru dengan Pendekatan STEM-SDGs
- Lampiran 5. Modul Ajar Fisika
- Lampiran 6. Lembar Observasi Pembelajaran
- Lampiran 7. *RTOP* oleh Piburn & Sawada, (2000)
- Lampiran 8. Tabel Hasil Data Validasi *Item RTOP*
- Lampiran 9. Tabel Hasil Output *Communalities*
- Lampiran 10. Tabel Hasil Total *Variance Explained*
- Lampiran 11. Tabel *Rotated Component Matrix*
- Lampiran 12. *RTOP* setelah dianalisis
- Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan
- Lampiran 14. Dokumentasi Kegiatan Validasi
- Lampiran 15. Surat Ijin Penelitian
- Lampiran 16. Surat Keterangan Selesai Penelitian

