

**PENGARUH PENGGUNAAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS
PENDEKATAN *STEM* DENGAN MODEL *PjBL* PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI TERHADAP HASIL BELAJAR
KOGNITIF DAN PSIKOMOTORIK
PESERTA DIDIK**

(Skripsi)

Oleh

**JANNATUSSYIFA
NPM 1913022041**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN *STEM* DENGAN MODEL *PjBL* PADA MATERI GELOMBANG BUNYI TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF DAN PSIKOMOTORIK PESERTA DIDIK

Oleh

Jannatussyifa

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL terhadap hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini dilakukan di SMAN 1 Pagelaran menggunakan penelitian eksperimen dengan desain penelitian yang digunakan, yaitu *Non-equivalent Control Group Desain*. Instrumen penelitian yang digunakan, yaitu lembar tes pilihan jamak dan lembar observasi. Pembelajaran dengan menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL dikatakan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik, hal ini dilihat dari nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,663 dengan kategori sedang lebih besar dibandingkan pada kelas kontrol dengan rata-rata *N-gain* sebesar 0,596 dengan kategori sedang. Hasil analisis data peroleh dari uji *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,043, begitupun pada hasil belajar psikomotorik peserta didik dengan diperoleh nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,005. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan kelas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL dapat meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik pada materi gelombang bunyi.

Kata kunci: Modul, PjBL, Pendekatan STEM, hasil belajar kognitif, hasil belajar psikomotorik

**PENGARUH PENGGUNAAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS
PENDEKATAN STEM DENGAN MODEL PjBL PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI TERHADAP HASIL BELAJAR
KOGNITIF DAN PSIKOMOTORIK
PESERTA DIDIK**

Oleh

Jannatussyifa

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

: **PENGARUH PENGGUNAAN MODUL
PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN
STEM DENGAN MODEL PjBL PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI TERHADAP
HASIL BELAJAR KOGNITIF DAN
PSIKOMOTORIK PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa

: **Jannatussyifa**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1913022041

Program Studi

: Pendidikan Fisika

Jurusan

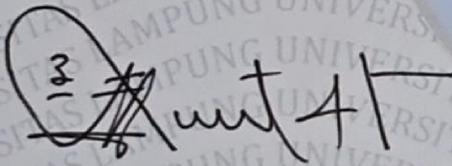
: Pendidikan MIPA

Fakultas

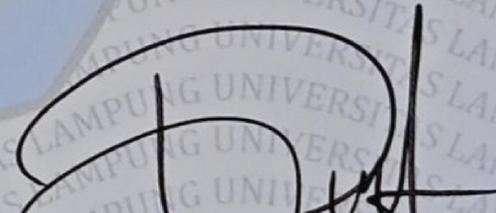
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

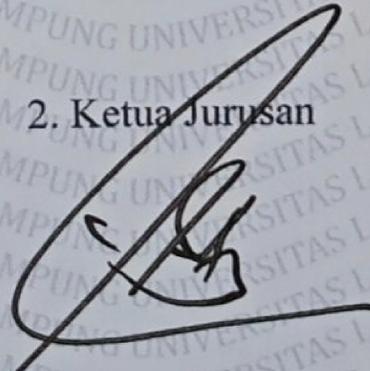


Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199102 2 001



Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.
NIP 19901216 201903 1 017

2. Ketua Jurusan

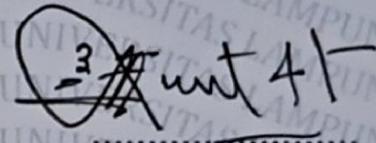


Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

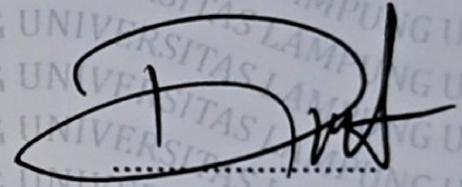
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

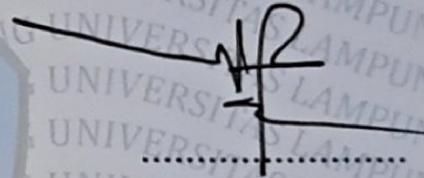
Ketua : Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Sekretaris : Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Viyanti, M.Pd.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Desember 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jannatussyifa

NPM : 1913022041

Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Fisika

Alamat : Padang Bulan, RT/RW 003/004, Kel.Pajaresuk, Kec.
Pringsewu, Pringsewu.

Dengan ini menyatakan bahwa, dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 19 Desember 2023



Jannatussyifa
1913022041

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Pajaresuk pada tanggal 28 Januari 2002 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Joko Sutopo dan Ibu Yuliati. Penulis mengawali Pendidikan formal pada tahun 2007 di SDN 3 Pajaresuk, kemudian pindah dan menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Pringsewu Selatan. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Pringsewu, kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Pringsewu dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis aktif dalam berbagai kegiatan dan tergabung dalam organisasi. Penulis pernah menjadi Anggota Divisi Minat Bakat dan Pembinaan dari Almafika FKIP Unila, Staf Bidang PSDA Kopma Unila, Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan Kopma Unila, Anggota 2 Badan Pengawas Kopma Unila, serta *Master of Ceremony* dalam kegiatan tingkat Program Studi dan Nasional. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Desa Sukoyoso, Kec. Sukoharjo, Pringsewu. Kegiatan tersebut juga dilakukan Bersama dengan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di MA Ma'arif Keputran.

Prestasi yang diraih penulis selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa yaitu Juara 1 Putra-Putri Kopma Unila tahun 2020, penerima pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) tahun 2021 dan 2022, Juara 2 *Solo Song* Dies Natalis V Almafika FKIP Unila tahun 2020, dan Juara 3 *Solo Song* Gelaran Eksakta Muda Himasakta tahun 2020.

MOTTO

“The greatest glory in living lies not in never falling, but in rising every time we fall”

(Nelson Mandela)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(Q.S Al-Baqarah: 216)

“Gapapa kalau kamu berhenti sejenak demi dua langkah ke depan, gapapa kalau kamu lebih lambat dibanding orang lain. *Life is not about competition*”

(Ria SW)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil Alamin, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti nan tulus kepada:

1. Orang tua tercinta, yaitu bapak Joko Sutopo dan Ibu Yuliati yang telah melalui banyak perjuangan menyayangi, mendidik dan mendukung dengan penuh ketulusan. Semoga penulis dapat memberi kebahagiaan dan terus menjadi kebanggaan bagi kalian;
2. Kakak peneliti Aziz Kurniawan selalu memberikan doa serta dukungannya;
3. Keluarga besar tersayang yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
4. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas;
5. Sahabat dan teman-teman peneliti yang setia menemani dalam perjuangan dan tulus senantiasa saling mengingatkan dalam kebaikan hingga saat ini;
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus pembahas yang selalu memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing I atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberi bimbingan, motivasi, kritik dan saran yang positif kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing II atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
7. Bapak Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc. selaku Pembimbing I atas bimbingannya kepada penulis selama masa awal pengerjaan skripsi.
8. Ibu Novinta Nurulsari, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing II atas bimbingannya kepada penulis selama masa awal pengerjaan skripsi.
9. Bapak Dr. Feriansyah Sesunan, M.Pd. selaku pembimbing akademik atas motivasi dan saran selama masa studi.

10. Bapak dan Ibu Dosen serta staf program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing dan memotivasi penulis dalam setiap proses pembelajaran;
11. Ibu Susilowati, S.Pd. selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Pagelaran yang telah memberi izin dan bantuan kepada penulis untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian. Peserta didik kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 3 atas bantuan dan partisipasinya selama penelitian berlangsung.
12. Seluruh Bapak dan Ibu dewan guru SMAN 1 Pagelaran, beserta staf tata usaha yang membantu penulis dalam melakukan penelitian;
13. Faizal Akbar, selaku rekan yang baik karena kebersamaian selama proses perkuliahan serta dukungan, doa, dan masukan yang telah diberikan;
14. Sahabat *family netherlands*, Nong, Fijri, Anis, Meita, Yulinda, Teddy, Dana, Fazri, dan Cerli yang selalu memberikan keceriaan saat merasa jenuh, memberikan bantuan dan dukungan selama di kampus.
15. Sahabat SMP peneliti, Salsa, Juhro, Alfira, Alfi, Ilham, Denta, Krisna, Dafi, dan Rizqi karena tetap kebersamaian walaupun terhalang jarak satu sama lain;
16. Keluarga YSSA, Risa Aulia, Aulia Gus, Topan, Gavra, Lintang, Shafa, Iksal, Fajar, Azizah, Intan, Sadam, Alkindi, Rara, dan Dinda yang telah kebersamaian dalam merasakan susah senangnya organisasi hingga akhir.
17. Keluarga besar Kopma Unila Kabinet Adhikari 2021 dan Kabinet Abhinaya 2022, Kak Edo, Kak Ryan, Kak Hirda, Kak Ibnu, Galuh, Jono, Amalia, Risalim, Syahril, Nafisa, Ervan, dan Vinna yang telah memberikan pengalaman berharga serta dukungan selama menjadi anggota hingga menjadi pengurus;
18. Teman-teman seperjuangan peneliti Pendidikan Fisika Angkatan 2019 yang telah kebersamaian sejak awal hingga akhir masa perkuliahan;
19. Keluarga besar Almafika FKIP Unila.
20. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi tambahan referensi untuk penelitian lain.

Bandar Lampung, 19 Desember 2023

Jannatussyifa
1913022041

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Teoritis	9
2.1.1 Modul Pembelajaran	9
2.1.2 Pendekatan STEM.....	10
2.1.3 Model Project Based Learning (PjBL).....	14
2.1.4 Gelombang Bunyi	17
2.1.5 Hasil Belajar.....	23
2.2 Penelitian yang Relevan	27
2.3 Kerangka Pemikiran	29
2.4 Anggapan Dasar	31
2.5 Hipotesis	32
III. METODE PENELITIAN	33
3.1 Desain Penelitian	33
3.2 Populasi Penelitian	36
3.3 Variabel Penelitian	36
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	36
3.5 Instrumen Penelitian.....	37
3.6 Analisis Instrumen.....	38
3.6.1 Uji Validitas	38
3.6.2 Uji Reliabilitas	39
3.7 Teknik Pengumpulan Data	40
3.8 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	41
3.8.1 Uji Normalitas.....	41
3.8.1 Uji Homogenitas	41
3.8.2 Uji Paired Sample T-Test.....	42
3.8.3 Uji N-Gain.....	42
3.8.4 Uji Independent Simple T-Test.....	43
3.8.5 Uji Effect Size	44

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Penelitian.....	45
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian.....	45
4.1.2 Data Hasil Penelitian.....	46
4.1.3 Analisis Hasil Penelitian.....	48
4.2 Pembahasan.....	52
4.2.1 Hasil Belajar Kognitif.....	53
4.2.2 Hasil Belajar Psikomotorik.....	59
V. SIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Simpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Literasi STEM.....	12
2. Pemetaan Materi Gelombang Bunyi.....	12
3. Klasifikasi Kemampuan pada Ranah Kognitif.....	24
4. Klasifikasi Kemampuan pada Ranah Psikomotorik.....	26
5. Penelitian yang Relevan.....	27
6. Desain Eksperimen <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i>	33
7. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	37
8. Koefisien Validitas.....	39
9. Skala Likert pada Angket Uji Validitas.....	39
10. Koefisien Realibilitas.....	40
11. Klasifikasi <i>N-Gain</i>	43
12. Interpretasi <i>Effect Size</i>	44
13. Hasil Uji Validitas Instrumen.....	47
14. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen.....	48
15. Data Kuantitatif Hasil Belajar Kognitif Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	48
16. Hasil Uji Normalitas Data Hasil Belajar.....	49
17. Hasil Uji Homogenitas Hasil Belajar.....	50
18. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Hasil Belajar Kognitif.....	51
19. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	51
20. Hasil Uji <i>Effect Size</i> Hasil Belajar Kognitif.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Nada yang pada gelombang berwarna merah terdengar rendah dibandingkan dengan gelombang berwarna biru	18
2. Empat harmonik pertama yang terjadi pada pipa organa terbuka. Harmonik yang lebih rendah biasanya paling mudah dimainkan dan merupakan harmonik terkuat di timbre (Jones, 2014)	20
3. Empat harmonik pertama yang terjadi pada pipa organa tertutup (nada terendah dan frekuensi terendah).	21
4. Diagram kerangka pemikiran	31
5. Grafik Uji Rata-Rata <i>N-Gain</i>	54
6. Grafik <i>N-Gain</i> Indikator Hasil Belajar Kognitif	55
7. Grafik Rata-Rata Nilai Hasil Belajar Psikomotorik	60
8. Grafik Rata-Rata Indikator Hasil Belajar Psikomotorik	61
9. Contoh Rumusan Masalah dan Tujuan Proyek Peserta Didik	62
10. Contoh Pembuatan Daftar Alat dan Bahan	63
11. Contoh Perancangan Prosedur Proyek yang Tidak Lengkap dan Runtut	64
12. Presentasi Salah Salah Satu Kelompok	65
13. Proses pembuatan seruling sederhana	67
14. Tabel Hasil dan Analisis Data Uji Coba	69
15. Contoh kesimpulan laporan proyek	70
16. Contoh Gambar Desain Perencanaan Peserta Didik	73
17. Hasil Pengukuran Menggunakan Spectroid	75

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan adalah salah satu pilar utama dalam pembangunan suatu bangsa (UNESCO, 2020). Di Indonesia, sistem pendidikan memiliki peran penting dalam mencetak generasi muda yang unggul, kreatif, dan siap menghadapi tantangan masa depan. Namun, kondisi pendidikan di Indonesia, seperti di banyak negara di dunia, telah mengalami berbagai tantangan dan perubahan signifikan sejak munculnya pandemic *corona virus disease* (Covid-19).

Kebijakan *lockdown*, penutupan sekolah, dan pembatasan sosial mengubah lanskap Pendidikan di Indonesia secara mendalam. Jutaan siswa dan mahasiswa harus beralih ke pembelajaran daring (*online*), dan sektor Pendidikan dihadapkan pada tekanan besar dalam mengatasi tantangan ini. Tidak terkecuali di SMAN 1 Pagelaran, pembelajaran daring juga diterapkan melalui aplikasi seperti, *zoom meeting* dan *whatsapp*. Proses pembelajaran ini memiliki kelebihan yaitu jangkauannya yang sangat masif, sehingga dapat diakses oleh siapa saja dan dimana saja (Ivanova *et al.*, 2020). Terlepas dari itu, beberapa penelitian mengidentifikasi kendala dalam pelaksanaan pembelajaran daring. Meskipun teknologi informasi menjadi pusat perhatian di era 4.0, namun terbukti bahwa pelaksanaan proses belajar secara tatap muka masih dibutuhkan untuk menuntaskan materi dan penilaian terhadap peserta didik (Asmuni, 2020).

Pada kondisi saat ini dalam sistem Pendidikan Indonesia setelah dua tahun pandemi Covid-19 mencerminkan kompleksitas dan dinamika perubahan yang telah memengaruhi lembaga-lembaga pendidikan. Pandemi global telah

membawa dampak yang mendalam pada cara kita memberikan dan menerima pendidikan. Pembelajaran tatap muka terhenti, dan pendidikan jarak jauh menjadi norma baru. Inovasi teknologi pendidikan menjadi sangat penting untuk menjaga kontinuitas pembelajaran (King, 2020).

Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang perubahan dan tantangan dalam Pendidikan saat ini, kita dapat merencanakan langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan keberhasilan proses pembelajaran.

Keberhasilan proses pembelajaran pada suatu lembaga pendidikan dapat dilihat dari hasil belajar siswa. Hasil belajar yang tinggi berarti proses belajar mengajar yang dilakukan berhasil (Triumiana & Sumadi, 2016). Berkaitan dengan penerapan kurikulum 2013, hasil belajar peserta didik dapat dinyatakan dalam tiga aspek, yang biasa disebut dengan domain atau ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Oleh karena itu, maka hasil belajar kognitif perlu ditingkatkan untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran (Rustaman *et al.*, 2003). Dalam peningkatan hasil belajar kognitif pada pembelajaran fisika aspek psikomotor melakukan eksperimen sangat penting untuk mendukung hasil belajar ranah kognitif. Sejalan dengan hal tersebut, Jones *et al.* (2016) menjelaskan kegiatan praktikum dapat meningkatkan pengalaman. Kegiatan praktikum dapat meningkatkan dua aspek sekaligus, yaitu perkembangan eksperimennya dan perkembangan pada diri peserta didik (Gandhi, *et al.*, 2016).

Hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 1 Pagelaran dan SMAN 9 Bandarlampung menyebutkan bahwa pelaksanaan pembelajaran daring dinilai kurang maksimal dikarenakan guru tidak bisa menyampaikan materi secara tatap muka dan guru tidak dapat melihat perkembangan peserta didik dalam menguasai materi pelajaran. Sejalan dengan pendapat Ramadhan, *et al* (2022) pembelajaran daring menimbulkan dampak negatif tidak menguntungkan bagi peserta didik. Peserta didik menjadi kehilangan semangat belajar, kedisiplinan bahkan tanggung jawab tugas sekolah dikerjakan oleh orang tua, hingga akhirnya menimbulkan hasil pembelajaran rendah.

Permasalahan yang ditemukan di SMAN 1 Pagelaran yaitu rendahnya hasil belajar kognitif peserta didik pada materi gelombang bunyi ditandai dengan banyaknya siswa yang belum mampu mengerjakan soal fisika dengan ranah soal C3. Data hasil penyebaran angket menyatakan bahwa sebanyak sebanyak 36 siswa yang ditetapkan sebagai sampel diperoleh bahwa 72% (26 orang siswa) menyatakan bahwa fisika itu sulit dipahami, 20% (7 orang siswa) menyatakan bahwa fisika itu sangat membosankan, dan hanya 8% (3 orang siswa menyatakan bahwa fisika itu menarik dan tidak membosankan) sehingga motivasi siswa rendah untuk mengerjakan soal-soal fisika yang diberikan oleh guru serta tidak ada kemauan siswa untuk bertanya apabila ada materi yang belum dipahami yang menyebabkan hasil belajar siswa menjadi rendah.

Hasil wawancara yang telah dilakukan peserta didik juga menyebutkan mengalami kesulitan dalam mempelajari fisika terutama materi gelombang bunyi dan memilih untuk diam apabila tidak memahami materi yang diajarkan guru. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wittmann, 2003 menunjukkan hasil menunjukkan hasil penyebaran angket pada materi gelombang bunyi yaitu 77,7 % peserta didik menyatakan bahwa materi gelombang bunyi merupakan materi yang sulit dipelajari. Gelombang bunyi merupakan materi yang sulit dimengerti karena banyak kesalahan konsep dalam memahami persamaannya (Wittman, 2003).

Permasalahan lain yang ditemukan pada wawancara dengan Guru SMAN 1 Pagelaran, yaitu belum adanya kegiatan pembelajaran praktikum atau melakukan sebuah proyek karena keterbatasan fasilitas yang ada di Sekolah. Padahal penerapan pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan minat belajar dalam diri siswa. Ini diyakini terjadi karena siswa merasa engage (terlibat) dengan model pembelajaran sehingga termotivasi untuk belajar dan memahami pembelajaran (Roziqin, dkk., 2018).

Pemaparan di atas menjelaskan bahwa terjadi kesenjangan antara harapan dan fakta di lapangan, ditambah lagi dengan keadaan saat ini yang mengharuskan pembelajaran dilakukan kembali secara tatap muka langsung. Berdasarkan

hasil wawancara guru SMAN 9 Bandar Lampung menyatakan pernah menggunakan modul pembelajaran dengan pendekatan saintifik. Sedangkan di SMAN 1 Pagelaran pembelajaran yang berlangsung belum pernah menggunakan modul pembelajaran. Modul adalah media pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, serta dirancang dan ditulis secara sistematis dengan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Diah Puspitasari, 2019). Menurut Mulyasa (2009), pembelajaran menggunakan modul memiliki kelebihan diantaranya: fokus pada kemampuan individual siswa, adanya kontrol terhadap hasil belajar, dan relevansi kurikulum sehingga siswa dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang akan diperoleh.

Modul yang digunakan hanya berisikan teks dan informasi searah, sehingga menyebabkan peserta didik bosan dalam menggunakannya. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Syahrul (2017), ketika siswa sudah enggan dalam membaca modul, hasil akhir yang dijumpai adalah pesan-pesan yang ada di dalam modul tidak bisa tersampaikan secara maksimal, akibatnya banyak siswa yang memperoleh nilai dibawah KKM. Pada penerapan kurikulum 2013 pembelajaran harus responsif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, budaya, teknologi, dan seni untuk membangun rasa ingin tahu dan kemampuan siswa (Kemendikbud, 2014).

Pendekatan STEM memberikan peluang kepada guru untuk menanamkan konsep, prinsip dan teknik dari *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics* secara terintegrasi dengan mengaitkannya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Melalui modul berbasis STEM, siswa akan memiliki pola pikir yang logis, sistematis, serta kritis. Integrasi aspek-aspek STEM kedalam suatu media pembelajaran dapat mendukung peningkatan hasil belajar. Manfaat dari pembelajaran STEM yang berkelanjutan sebaiknya mulai ditunjukkan oleh pendidikan sejak dini dan pada tahap peserta didik sudah mampu mengkombinasikan antara pengetahuan kognitif dan psikomotorik (Wilson, 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian Becker & Park (2011) yang membuktikan bahwa STEM dapat memberikan dampak

positif untuk peningkatan pencapaian belajar dibidang sains maupun teknologi.

Penggunaan modul berbasis STEM tentu harus diiringi dengan pemilihan model pembelajaran yang sesuai. Fathurrohman (2016) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis proyek yakni model pembelajaran yang berbasis proyek atau kegiatan agar tercapai kompetensi sikap, pengetahuan serta keterampilan. Pembelajaran ini selain peserta didik memahami suatu hal tetapi juga dapat menghasilkan produk yang bermakna dan bermanfaat model PjBL cocok apabila digunakan dengan modul yang berintegrasi STEM. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Capraro, *et al* (2013) bahwa model PjBL dengan pendekatan STEM memiliki kemampuan dalam mengajak siswa untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah proyek. Siswa dapat lebih mudah memahami konsep materi yang diberikan karena siswa dapat langsung terlibat aktif dalam merancang sebuah karya proyek menggunakan konsep fisika (Maulida dkk., 2019).

Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya belum dilakukan pada materi gelombang bunyi dengan penggunaan model pembelajaran PjBL. Hasil belajar yang diukur hanya salah satu dari indikator hasil belajar yaitu kognitif, afektif, atau psikomotorik. Pada penelitan ini hasil belajar yang diukur yaitu hasil belajar kognitif dengan rubrik soal ranah C1 – C6 dan hasil belajar psikomotorik dengan lembar observasi ranah P1-P5. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian yang berjudul pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar kognitif peserta didik?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik?
3. Bagaimana peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik dengan menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan maka tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Mendeskripsikan pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar kognitif peserta didik.
2. Mendeskripsikan pengaruh penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik.
3. Mendeskripsikan peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik dengan menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, diantaranya sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian yang diharapkan memberi manfaat untuk memberikan informasi baru mengenai penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL sebagai media alternatif pembelajaran peserta didik SMA kelas XI pada materi gelombang bunyi dan dapat memberikan penguatan untuk penelitian yang relevan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peserta Didik

Peserta didik dapat menggunakan perangkat pembelajaran berupa modul modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL sebagai media alternatif pembelajaran pada materi gelombang bunyi.

b. Bagi Guru

Sebagai perangkat pembelajaran yang menunjang peserta didik untuk lebih meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik pada materi gelombang bunyi.

c. Bagi Sekolah

Memberikan sumbangan media pembelajaran sebagai perangkat pembelajaran alternatif dalam proses pembelajaran dan peningkatan kualitas pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran fisika.

d. Bagi Peneliti

Menambah ilmu pengetahuan yang dimiliki peneliti dan merupakan wahana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapat di bangku kuliah.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian eksperimen ini dilakukan pada kelas XI Semester Genap di SMAN 1 Pagelaran.
2. Hasil belajar yang diukur pada penelitian adalah hasil belajar dalam ranah kognitif dengan aspek C1-C6 dan psikomotorik aspek P3.
3. Modul yang digunakan pada penelitian eksperimen ini modul berbasis STEM disusun oleh Dewi Syarah Syahiddah, S.Pd., Pramudya Dwi Aristya Putra, S.Pd., M.Pd., Ph.D., dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. dari Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember 2021 yang telah divalidasi.
4. Media pembelajaran pembandingan yang digunakan pada penelitian eksperimen ini adalah buku cetak penerbit Erlangga yang biasa digunakan di Sekolah.
5. Penelitian ini dilakukan pada Kompetensi Dasar 3.10 dan 4.10 dan pada kurikulum 2013 revisi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritis

2.1.1 Modul Pembelajaran

Modul adalah media pembelajaran yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum yang berlaku dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dapat dipelajari secara mandiri tanpa atau bimbingan dari guru agar peserta didik dapat menguasai kompetensi yang diajarkan. Menurut Santyasa (2009: 9), modul merupakan suatu cara pengorganisasian materi pembelajaran yang memperhatikan fungsi pendidikan. Sirate, dkk (2017) menyebutkan modul juga merupakan salah satu media pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013, yakni dalam proses pembelajarannya dalam melibatkan peserta didik secara aktif dan tidak hanya menekankan pada aspek kognitif namun juga pada aspek psikomotor dan sikap. Peneliti dapat mengartikan bahwa modul merupakan suatu media pembelajaran yang diharapkan mampu membawa peserta didik pada kompetensi dasar yang diharapkan.

Menurut Daryanto (2013) media pembelajaran berbentuk modul memiliki tujuan utama pembaca dapat menyerap materi atau media pembelajaran secara mandiri. Modul memiliki berbagai manfaat untuk peserta didik, diantaranya yaitu:

- a. Peserta didik memiliki kesempatan melatih diri belajar secara mandiri.

- b. Belajar lebih menarik karena dapat dipelajari diluar kelas dan diluar jam pembelajaran.
- c. Peserta didik mempunyai kesempatan untuk mengekspresikan diri dengan menyesuaikan minat dan kemampuan tentang bagaimana cara belajarnya.
- d. Peserta didik mempunyai wadah untuk menguji kemampuan melalui latihan yang terdapat pada modul.
- e. Peserta didik dapat melatih belajar dengan mandiri.
- f. Mengembangkan kemampuan peserta didik dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya.

Penggunaan modul dilakukan secara tatap muka di kelas dengan didampingi oleh guru. Pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berupa modul diharapkan peserta didik dapat menerima dan memahami materi pokok dari para guru dengan baik sehingga meningkatkan hasil belajar peserta didik.

2.1.2 Pendekatan STEM

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pertama kali diperkenalkan oleh National Science Foundation AS pada tahun 1990-an, dimana terdapat empat bidang disiplin ilmu sebagai wujud gerakan reformasi pendidikan untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang sadar STEM, serta meningkatkan daya saing global dalam inovasi iptek (Hanover Research, 2011). Di era yang serba praktis ini banyak inovasi yang bermunculan guna membantu kita dari ketertinggalan terhadap teknologi serta dapat memudahkan hal-hal yang sulit untuk dilakukan. Seiring berkembangnya zaman, dunia pendidikan tidak luput dari dampak perkembangan tersebut.

Peserta didik lebih mudah mengingat dan menguasai teknologi. Menurut Rarniati dalam Astuti, *et al.* (2021) jika peserta didik terbiasa

mengintegrasikan masalah dengan STEM akan membantu peserta didik untuk berpikir kritis, logis, dan sistematis. Proses pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEM didalamnya juga mampu meningkatkan motivasi, kreativitas, pengetahuan, dan inovasi baru (Khaira, 2018). Menurut Juniaty, dkk (2016) mengidentifikasi STEM akan sangat membantu untuk meninjaunya setiap perannya dalam pembelajaran. Menurut NRC (2014) mengidentifikasi masing-masing aspek STEM beserta peranannya yaitu:

- a. *Science* (Sains) ialah pengetahuan yang telah dikonfirmasi kebenaran dari waktu ke waktu yang telah diteliti secara ilmiah dan pemeriksaan ilmiah serta menghasilkan pengetahuan baru. Ilmu pengetahuan dari sains berperan untuk memberikan informasi proses rancangan teknik.
- b. *Technology* (Teknologi) ialah keseluruhan sistem dari organisasi, pengetahuan, proses dan perangkat-perangkat yang menciptakan benda yang dapat beroperasi. Teknologi yang dibuat oleh manusia dalam mempermudah urusan disebut produk dari sains dan teknik.
- c. *Engineering* (Teknik) ialah tubuh pengetahuan tentang desain dan menciptakan benda buatan manusia serta sebuah proses untuk memecahkan masalah. Teknik memanfaatkan konsep sains, matematika serta alat-alat teknologi.
- d. *Mathematics* (Matematika) ialah studi tentang pola yang berhubungan dengan angka, jumlah dan ruang. Matematika digunakan dalam sains, teknik, dan teknologi

Dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM adalah salah satu pembelajaran yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman suatu konsep dan teknologi baru, sehingga peserta didik dapat menerapkan dan mengembangkan konsep terkait pengetahuan dan teknologi. Tujuan dari pembelajaran STEM adalah meningkatkan kreativitas peserta didik melalui proses pemecahan masalah yang berkaitan

dengan materi kehidupan sehari-hari. Berdasarkan *National Governor's Association Center for Best Practices* yang dikutip oleh Asmuniv (2015), definisi empat disiplin ilmu pendekatan STEM dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Definisi Literasi STEM

Aspek STEM (1)	Definisi (2)
<i>Science</i> (Sains)	Literasi ilmiah: Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam, serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Literasi teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu dan masyarakat.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Literasi desain: Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda.
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Literasi matematika: Kemampuan dalam menganalisa alasan dan mengomunikasikan ide secara efektif dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya.

(Asmuniv, 2015)

Pada penelitian ini menggunakan KD 3.10 dan 4.10 sehingga dapat dilihat pemetaannya dalam pendekatan STEM dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemetaan Materi Gelombang Bunyi

Aspek STEM (1)	Materi (2)
<i>Science</i>	<p>Pengetahuan Faktual:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Benda yang bergetar menghasilkan bunyi - Tidak semua bunyi bisa didengar manusia - Benda yang sama tetapi panjang kolom udara berbeda, akan menghasilkan frekuensi yang berbeda pula. <p>Konseptual: Pipa organa merupakan salah satu elemen penghasil suara berupa kolom udara yang bisa menghasilkan gelombang stasioner atau gelombang berdiri dan mampu mengeluarkan bunyi atau resonansi istilahnya.</p> <p>Prosedural: Prosedural pembuatan alat musik sederhana (seruling) dari penerapan pipa organa</p> <p>Metakognitif:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemikiran kritis terkait dengan topik gelombang bunyi melalui stimulus yang diberikan pendidik setelah penayangan video - Menggunakan keterampilan untuk memproses informasi terkait pembelajaran secara lebih efisien - Merefleksikan diri dan menemukan strategi untuk memperbaiki miskonsepsi pada pembelajaran materi gelombang bunyi
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menyajikan video terkait penggunaan alat musik - Menyajikan permasalahan dan teori terkait gelombang bunyi - Pemanfaatan internet untuk mengakses informasi terkait rancangan alat musik sederhana (seruling) - Menggunakan aplikasi power point untuk mengkomunikasikan hasil rancangan alat musik sederhana (seruling)
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang proyek alat musik sederhana (seruling) - Menguji coba alat musik sederhana (seruling) - Mengkomunikasikan hasil uji coba alat musik sederhana (seruling)

<i>Mathematics</i>	Merumuskan frekuensi bunyi pada panjang kolom yang berbeda
--------------------	--

Penerapan STEM dalam modul pada penelitian ini dilakukan dengan merancang, mengembangkan, menggunakan teknologi dengan benar, meningkatkan keterampilan kognitif, psikomotorik serta menerapkan ilmunya.

2.1.3 Model Project Based Learning (PjBL)

Model pembelajaran *Project Based Learning* atau biasa disebut PjBL merupakan suatu model pembelajaran pembelajaran seputar proyek berdasarkan pada pertanyaan atau masalah yang menantang, yang melibatkan siswa dalam desain, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, atau kegiatan investigasi, memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara relatif mandiri dalam jangka waktu yang lama dan berujung pada produk atau presentasi yang realistis (Jones, *et al*, 1997; Thomas, *et al*, 1999). Sejalan dengan pendapat tersebut *Project Based Learning* (PjBL) juga dapat diartikan sebagai model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan (Mahanal, *et al.*, 2010).

Dapat disimpulkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) adalah kegiatan pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai proses pembelajaran untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan.

Langkah-langkah *Project Based Learning* (PjBL) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dikembangkan oleh *The George Lucas Educational Foundation* (2005) terdiri atas 6 tahap yaitu:

- a. Penentuan Pernyataan Mendasar (*Start with the Essential Question*)

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas. Mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Pengajar berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para peserta didik

b. Menyusun Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara pengajar dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek

c. Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*)

Pengajar dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat timeline untuk menyelesaikan proyek, (2) membuat deadline penyelesaian proyek, (3) membawa peserta didik agar merencanakan cara yang baru, (4) membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, dan (5) meminta peserta didik untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara

d. Memantau peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*)

Pengajar bertanggungjawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek. Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain pengajar berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik. Agar mempermudah proses monitoring,

dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.

e. Penilaian Hasil (*Assess the Outcome*)

Penilaian dilakukan untuk membantu pengajar dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu pengajar dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

f. Evaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*)

Pada akhir proses pembelajaran, pengajar dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Pengajar dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran (*The George Lucas Educational Foundation, 2005*).

Penekanan pembelajaran terletak pada aktivitas peserta didik untuk memecahkan masalah dengan menerapkan keterampilan, meneliti, menganalisis, hingga mempresentasikan produk pembelajaran berdasarkan pengalaman nyata. Langkah-langkah model pembelajaran yang dipadukan dengan penggunaan modul berbasis STEM diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik.

2.1.4 Gelombang Bunyi

Berdasarkan penelitian (Kennedy, 2011) menyatakan bahwa minim sekali penelitian pendidikan fisika yang membahas kesulitan pemahaman siswa dalam materi gelombang. Padahal, beberapa penelitian menunjukkan bahwa peserta didik mengalami miskonsepsi pada materi gelombang bunyi (Amina, 2007). Peserta didik mengungkapkan bahwa mereka merasa kesulitan dalam memahami konsep fisika dan bagaimana menerapkan konsep yang telah mereka pahami dalam penyelesaian masalah fisika (Doktor, 2014). Salah satu konsep fisika yang memiliki tingkat pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah dalam kategori rendah adalah gelombang bunyi (Sutopo, 2016). Peserta didik hanya mengerjakan tugas fisika yang diberikan oleh guru dengan menggunakan persamaan yang matematis, menebak suatu rumus, dan menghafal contoh soal yang sebelumnya telah dikerjakan (Azizah, dkk., 2015).

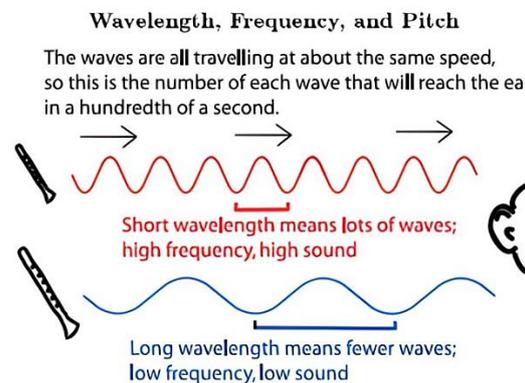
Beberapa penelitian menyebutkan bahwa terdapat kesalahan dalam memahami materi gelombang bunyi khususnya pada pipa organa meliputi, peserta didik tidak memahami secara utuh terkait rumusan pipa organa, penyebab pipa organa menghasilkan bunyi yang berbeda, karakteristik bunyi yang dihasilkan pipa organa, hubungan frekuensi, panjang kolom udara dan panjang gelombang, dan menentukan pola gelombang yang terbentuk pada pipa organa (Sriyansyah dan Anwar, 2021; Saepudin dan Rusnayati, 2019).

Pipa organa dapat diterapkan pada alat musik tiup mekanis dari jenis panpipe, dengan cara yang sama seperti *harpsichord* adalah sitar mekanis dan piano dulcimer mekanis. Setiap pipa adalah generator suara sederhana yang dioptimalkan untuk menghasilkan hanya satu nada dengan kenyaringan dan timbre tertentu, serta pipa organa mekanisme mengarahkan udara ke kombinasi pipa tertentu untuk menghasilkan suara yang diinginkan (Fletcher & Rossing, 1991). Ketika peniup pipa organa memasukkan udara ke mulut pipa organa,

udara bergetar sehingga pada mulut pipa organa selalu terjadi titik perut karena di mulut pipa ini udara dapat bergerak bebas.

Selanjutnya, pola gelombang yang terbentuk pada kolom udara di dalam pipa organa tergantung pada jenis pipa.

Seruling merupakan salah satu instrumen yang memanfaatkan prinsip pipa organa. Setiap lubang pada seruling menghasilkan bunyi dengan nada yang berbeda-beda. Ketika seluruh lubang jari pada seruling ditutup, maka udara didalam seruling tidak dapat bebas keluar sehingga jumlah udara di dalam seruling banyak dan kerapatan udaranya menjadi besar. Ketika udara digetarkan maka akan timbul bunyi dengan panjang gelombang yang panjang sehingga memiliki frekuensi rendah.



Gambar 1. Nada yang pada gelombang berwarna merah terdengar rendah dibandingkan dengan gelombang berwarna biru

Berbeda ketika lubang jari pada seruling dibuka, maka udara didalam seruling dapat lebih bebas keluar sehingga udara yang berada di dalam seruling lebih sedikit dan kerapatan udaranya menjadi lebih kecil. Ketika udara digetarkan maka akan timbul bunyi dengan panjang gelombang yang pendek sehingga memiliki frekuensi tinggi. (Jones, 2015).

Setiap bunyi yang dihasilkan dari sumber bunyi dapat dibedakan dengan adanya perbedaan karakteristik dari setiap bunyi yang dihasilkan. Karakteristik tersebut antara lain:

- a. Tinggi Rendah Bunyi (Nada/*Pitch*)

Nada/*Pitch* adalah kualitas bunyi yang dirasakan terutama terkait dengan fungsi frekuensi, semakin tinggi frekuensinya maka bunyi yang dihasilkan semakin nyaring (nada 7 lebih nyaring daripada nada 1) (Pilhofer, 2007). Tinggi rendahnya suatu nada ditentukan oleh tinggi rendahnya frekuensi yang dihasilkan dari sumber bunyi (Young and Freedman, 2008).

b. Kuat Lemah Bunyi (*Loudness*)

Pada gelombang bunyi ada yang disebut dengan kuat lemah bunyi/kenyaringan (*loudness*). Kenyaringan adalah ukuran keras kuatnya bunyi yang bergantung pada amplitudo gelombang bunyi (Young and Freedman, 2008).

c. Warna Bunyi (Timbre)

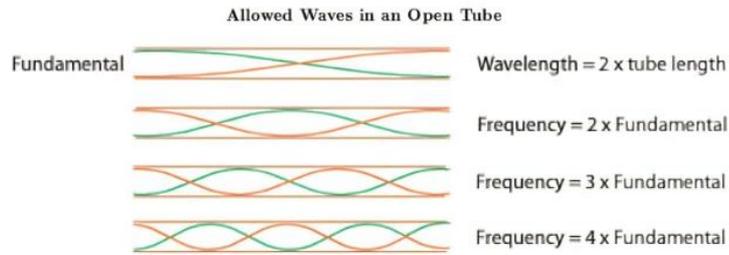
Berbagai pergerakan dari gelombang tersebut itu dinamakan dengan timbre. Variasi timbre merupakan faktor penting ketika mengidentifikasi suara apa yang keluar dari sumber bunyi. (Beauchamp, 2011).

Terdapat 2 jenis pipa organa yaitu:

a. Pipa Organa Terbuka

Pipa organa yang terbuka pada kedua ujungnya terbuka sehingga menghasilkan perut gelombang pada ujungnya. Contoh dari pipa organa terbuka antara lain seruling, terompet, pipa pan, dll.

Frekuensi dasar pipa organa terbuka (f_0) memiliki pola gelombang berdiri dengan titik-titik perut pada kedua ujungnya dan sebuah titik simpul di tengah-tengahnya (Gambar 1). Jarak antara perut dan simpul, yaitu L . Dengan demikian, $L = \frac{1}{2}\lambda$ atau $\lambda = 2L$.



Gambar 2. Empat harmonik pertama yang terjadi pada pipa organa terbuka. Harmonik yang lebih rendah biasanya paling mudah dimainkan dan merupakan harmonik terkuat di timbre (Jones, 2014)

Jadi, frekuensi dasar yang disebut juga harmonik pertama pipa organa terbuka (Gambar 2.a) memiliki 2 perut dan 1 simpul. Jarak antara dua titik perut yang berurutan selalu sama atau $L = \frac{1}{2} \lambda_0$.

Dengan mengingat rumus umum gelombang, $f = \frac{v}{\lambda}$, maka diperoleh persamaan frekuensi dasar pipa organa terbuka, yaitu:

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0}$$

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

Gambar 2.b menunjukkan pola harmonik kedua atau nada atas pertama sebuah pipa organa terbuka. Pada harmonik kedua terdapat 3 perut dan 2 simpul dan panjang kolom harmonik kedua, $L = 2 \left(\frac{1}{2} \lambda_1 \right) = \lambda$. Jadi,

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1}$$

$$f_1 = \frac{v}{L} = 2f_0$$

Jika frekuensi nada dasar dan nada-nada atas pada pipa organa terbuka dibandingkan, maka diperoleh perbandingan sebagai berikut:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{v}{2L} : \frac{v}{L} : \frac{3v}{2L} : \dots$$

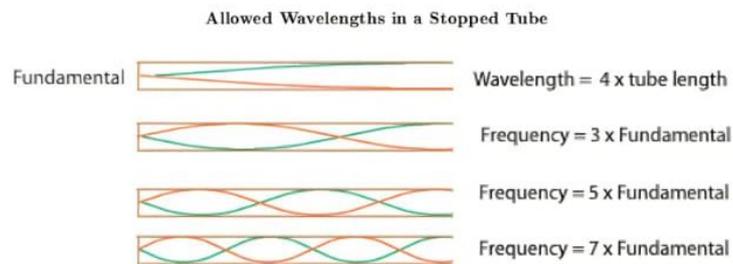
Dengan membagi ruas kanan dengan $\frac{v}{2L}$, diperoleh:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

Maka, dapat dinyatakan bahwa perbandingan frekuensi nada dasar dan nada-nada atas pada pipa organa terbuka merupakan bilangan-bilangan bulat positif.

b. Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup adalah pipa organa yang salah satu ujungnya tertutup. Gambar 3. menunjukkan penampang pipa organa yang terbuka di ujung kanan dan tertutup di ujung kiri. Ketika pipa organa tertutup ditiup, ujung terbuka merupakan titik perut, tetapi ujung tertutup merupakan titik simpul. Jarak antara titik perut dan titik simpul yang berdekatan adalah seperempat panjang gelombang.



Gambar 3. Empat harmonik pertama yang terjadi pada pipa organa tertutup (nada terendah dan frekuensi terendah).

Gambar 3.a menunjukkan pola frekuensi dasar atau frekuensi harmonik pertama (f_0). Panjang pipa $L = \frac{1}{4}\lambda$ atau $\lambda = 4L$.

Frekuensi dasar f_0 dapat diperoleh berdasarkan rumus gelombang $f = \frac{v}{\lambda}$, sehingga

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0}$$

$$f_0 = \frac{v}{4L}$$

Jika persamaan frekuensi nada dasar pipa organa terbuka dibandingkan Persamaan frekuensi nada dasar pipa organa tertutup, tampak bahwa frekuensi dasar pipa organa tertutup sama dengan setengah frekuensi dasar pipa organa terbuka yang panjangnya sama. Dalam istilah musik, titi nada pipa organa tertutup adalah satu oktaf lebih rendah daripada titi nada pipa organa terbuka yang panjangnya sama.

Gambar 3.b menunjukkan pola harmonik kedua, dengan panjang pipa $L = \frac{3}{4}\lambda$ atau $\lambda = \frac{4}{3}L$. Pola harmonik ini memiliki frekuensi (f_1) yaitu:

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1}$$

$$f_1 = \frac{v}{4L/3} = 3 \frac{v}{4L} = 3f_0$$

Gambar 3.c menunjukkan pola harmonik ketiga, dengan panjang pipa $L = \frac{5}{4}\lambda$ atau $\lambda = \frac{4}{5}L$. Pola harmonik ini memiliki frekuensi (f_2) yaitu:

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2}$$

$$f_2 = \frac{v}{4L/5} = 5 \frac{v}{4L} = 5f_0$$

Jika frekuensi nada dasar dan nada-nada atas pada pipa organa tertutup dibandingkan, maka diperoleh perbandingan sebagai berikut:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{v}{4L} : \frac{3v}{4L} : \frac{5v}{4L} : \dots$$

Dengan membagi ruas kanan dengan $\frac{v}{4L}$, diperoleh:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

Maka, dapat dinyatakan bahwa perbandingan frekuensi nada dasar dan nada-nada atas pada pipa organa terbuka merupakan bilangan-bilangan ganjil positif.

Dari pemaparan di atas dapat dilihat bahwa gelombang bunyi adalah satu elemen penghasil suara berupa kolom udara yang bisa menghasilkan bunyi atau resonansi istilahnya. Terdapat pipa organa terbuka dan tertutup dengan persamaan frekuensi $f_n = \frac{(n+1)v}{2\lambda}$ (pipa organa terbuka) dan $f_n = \frac{(n+1)v}{4\lambda}$ (pipa organa tertutup). Setiap bunyi yang dihasilkan dari pipa organa memiliki karakteristik yaitu, nada/*pitch*, kuat/lemahnya bunyi (*loudness*) dan warna bunyi (*timbre*) yang berbeda.

2.1.5 Hasil Belajar

Aspek yang ditingkatkan dalam penelitian ini yaitu hasil belajar peserta didik oleh pengaruh penggunaan modul berbasis STEM dengan menggunakan model PjBL. Hasil belajar merupakan kemampuan yang diperoleh individu setelah proses belajar berlangsung, yang dapat memberikan perubahan tingkah laku baik pengetahuan, pemahaman, sikap dan keterampilan peserta didik sehingga menjadi lebih baik dari sebelumnya. Sebagaimana yang dikemukakan Hilgard yang dikutip oleh Sanjaya, (2013:228-229). Sejalan dengan Warti (2016) yang menyatakan hasil belajar merupakan sikap dari setiap individu yang awalnya tidak tahu menjadi lebih tahu serta yang awalnya tidak bisa menjadi bisa. Hasil belajar seringkali digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui seberapa jauh seseorang menguasai bahan yang diajarkan (Purwanto, 2010:44). Kemudian, tingkat keberhasilan tersebut ditandai dengan skala nilai berupa huruf atau kata atau simbol (Mudjiono & Dimiyanti 2009:200). Hasil belajar sangat berkaitan dengan kemampuan mengolah suatu informasi terhadap materi yang dipelajari pada ranah kognitifnya (Uno dan Koni, 2012).

Melalui pendapat di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil belajar adalah perubahan tingkah laku peserta didik secara nyata setelah dilakukan proses belajar mengajar yang sesuai dengan tujuan

pembelajaran. Adanya perubahan tingkah laku dapat diukur melalui penilaian hasil belajar yang berkaitan dengan kemampuan peserta didik memahami informasi pada ranah kognitifnya. Ranah kognitif menurut Bloom terdiri atas enam tingkatan. Adapun klasifikasi kemampuan pada ranah kognitif yang telah direvisi oleh Anderson dan Kratwohl (2001) tertera pada **Tabel 3**

Tabel 3. Klasifikasi Kemampuan pada Ranah Kognitif

No	Kategori	Proses	Jenjang Kemampuan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Mengingat (<i>remember</i>)	Terdiri dari mengenal dan mengingat kembali.	C1
2.	Memahami (<i>understand</i>)	Terdiri dari menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, membandingkan, menjelaskan, serta menyimpulkan.	C2
3.	Menerapkan (<i>apply</i>)	Terdiri dari mengeksekusi jika tugas hanya berupa soal latihan dan mengimplementasikan jika tugas berupa masalah.	C3
4.	Menganalisis (<i>analyse</i>)	Terdiri dari membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusikan.	C4
5.	Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Terdiri dari memeriksa apabila keputusan berdasarkan kriteria internal dan mengkritik apabila keputusan berdasarkan kriteria eksternal.	C5
6.	Menciptakan (<i>create</i>)	Terdiri dari merumuskan, merencanakan, dan memproduksi.	C6

Selain itu, Arikunto (2012) menyatakan bahwa ranah kognitif terdiri dari mengenal (*recognition*) dimana peserta didik diminta untuk mengingat kembali salah satu atau lebih fakta-fakta sederhana,

pemahaman (*comprehension*) dimana peserta didik membuktikan dirinya mampu memahami hubungan yang sederhana dari sebuah fakta atau konsep penerapan atau aplikasi (*application*) dimana peserta didik dituntut mampu menyeleksi suatu konsep untuk diterapkan, analisis (*analysis*) dimana peserta didik diminta mampu menganalisis suatu hubungan, sintesis (*synthesis*) dimana peserta didik mampu menyusun kembali hal-hal yang spesifik untuk mengembangkan suatu struktur baru, dan evaluasi (*evaluation*) dimana pada aspek kognitif menyangkut benar atau salah berdasar pada dalil, prinsip pengetahuan, dan hukum.

Berdasarkan paparan di atas, hasil belajar kognitif merupakan diartikan sebagai kemampuan peserta didik dalam memahami konsep ilmu pengetahuan yang telah diajarkan secara maksimal, meliputi kemampuan menyatakan kembali suatu konsep atau prinsip yang telah dipelajari dan kemampuan intelektual. Ranah kognitif dalam penelitian ini, meliputi, mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), analisis (*analysis*) (C4), evaluasi (C5), dan menciptakan (C6).

Adanya hasil belajar kognitif juga memiliki kelanjutan yaitu hasil belajar psikomotorik (keterampilan). Ranah psikomotorik ini meliputi kompetensi melakukan pekerjaan dengan melibatkan anggota badan serta kompetensi yang berkaitan dengan gerak fisik (motorik) yang terdiri dari gerakan refleks, keterampilan gerakan dasar, kemampuan perseptual, ketepatan, keterampilan kompleks, serta ekspresif dan interperatif. Keterampilan (psikomotorik) tersebut siswa dapat diukur melalui kemampuan siswa dalam menggunakan alat dan bahan, menyusun urutan prosedur pengerjaan, dan kecepatan waktu dalam menyelesaikan proyek (Supardi, 2015).

Ranah kognitif menurut Bloom terdiri atas enam tingkatan. Adapun klasifikasi kemampuan pada ranah kognitif yang telah direvisi oleh Anderson dan Kratwohl (2001) tertera pada **Tabel 3**

Tabel 4. Klasifikasi Kemampuan pada Ranah Psikomotorik

No	Kategori	Proses	Jenjang Kemampuan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Mengamati (<i>Observe</i>)	Menerjemahkan input sensorik ke dalam tugas atau aktivitas fisik.	P1
2.	Meniru (<i>copy</i>)	Mengamati dan mereplikasi keterampilan dasar atau tugas.	P2
3.	Mengenali standar (<i>recognize standards</i>)	Mengenali standar atau kriteria penting untuk melakukan keterampilan atau tugas dengan benar.	P3
4.	Presisi (<i>correct</i>)	Menggunakan standar untuk mengevaluasi, melakukan koreksi dan mengeksekusi keterampilan dengan andal terlepas dari bantuan.	P4
5.	Artikulasi (<i>articulation</i>)	Menerapkan keterampilan yang dipilih untuk situasi kehidupan nyata.	P5
6.	Naturalisasi (<i>naturalization</i>)	Otomatis dengan penguasaan bawah sadar dari suatu kegiatan dan keterampilan terkait.	P6

Berdasarkan pemaparan di atas, ranah psikomotorik yang diukur pada penelitian ini yaitu, mengamati (P1), meniru (P2), mengenali standar (P3), presisi (P4), dan artikulasi (P5). Wulandari dan Surjono (2013) mengemukakan bahwa penyebab tidak maksimalnya hasil pembelajaran yaitu karena kualitas pembelajaran masih lemah. Hal ini didukung oleh observasi yang telah dilakukan diketahui bahwa guru masih mengajar menggunakan metode konvensional yang pembelajarannya sebagian besar hanya terfokus pada penyelesaian tugas yang diberikan oleh guru dan kurangnya fasilitas dalam

melakukan praktikum yang dapat mengaitkan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari sehingga menyebabkan minimnya kesempatan peserta didik untuk dapat terlibat aktif dalam pembelajaran.

Berdasarkan uraian-uraian di atas bahwa terdapat keterkaitan antara modul, pendekatan STEM, model PjBL dan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik. Modul berbasis STEM membuat peserta didik lebih mudah memahami dan mengingat teori dan konsep yang diajarkan guru pada proses pembelajaran sehingga hasil peserta didik akan lebih meningkat. Hal ini dikarenakan peserta didik melakukan pembelajaran dengan mengaitkan materi pada kehidupan sehari-hari dari segi *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* didukung dengan adanya pembelajaran berbasis proyek yang melakukan percobaan secara berkelompok sehingga peserta didik mampu menemukan konsep ilmu melalui tahap penyelidikan.

2.2 Penelitian yang Relevan

Tabel 5. Penelitian yang Relevan

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Nazifah, N & Asrizal, A. 2022	<i>The Effect of STEM Integrated Modules On Knowledge And Students' 21st Century Skill In Science And Physics Learning: A Meta Analysis</i>	Penggunaan STEM terintegrasi modul dalam pembelajaran IPA dan fisika lebih efektif jika dilaksanakan di tingkat SMA, memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kompetensi pengetahuan siswa, dan memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa.

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2.	Asrizal, A., Zan, A. M., Mardian, V., & Festiyed, F. 2022	<i>The Impact of Static Fluid E-Module by Integrating STEM on Learning Outcomes of Students</i>	Penggunaan E-Module fluida statis terintegrasi STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa secara efektif.
3.	Agung, I.D.G., Suardana, I.N., & Rapi, N.K. 2021	<i>E-Module IPA dengan Model STEM-PjBL Berorientasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa</i>	<i>E-Module IPA dengan Model STEM-PjBL efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa serta mampu meningkatkan karakter siswa. Pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran yang terintegrasi pendekatan STEM dapat melatih siswa untuk tetap kritis namun memiliki karakter yang baik.</i>
4.	Susanti, Y.S., Hasanah, R., & Khirzin, M.H. 2020	Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis <i>Science, Technology, Engineering, And Mathematics</i> (STEM) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA/SMK Pada Materi Reaksi Redoks	Hasil penerapan media pembelajaran menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar pencapaian kompetensi yang cukup signifikan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas media berbasis STEM
5.	Musdalifa, N., Syuhendri, S., Pasaribu, A. 2021	Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif berbasis STEM terhadap Hasil Belajar Siswa	Penggunaan multimedia interaktif berbasis STEM pada pokok bahasan induksi elektromagnetik dalam meningkatkan hasil belajar siswa berada pada kategori sedang. Penggunaan multimedia interaktif sebagiknya tidak hanya pada meteri induksi elektromagnetik saja tapi juga pada materi-materi fisika lainnya. Dapat menguji efektifitas media interaktif pada ranah afektif dan ranah

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			psikomotorik.

2.3 Kerangka Pemikiran

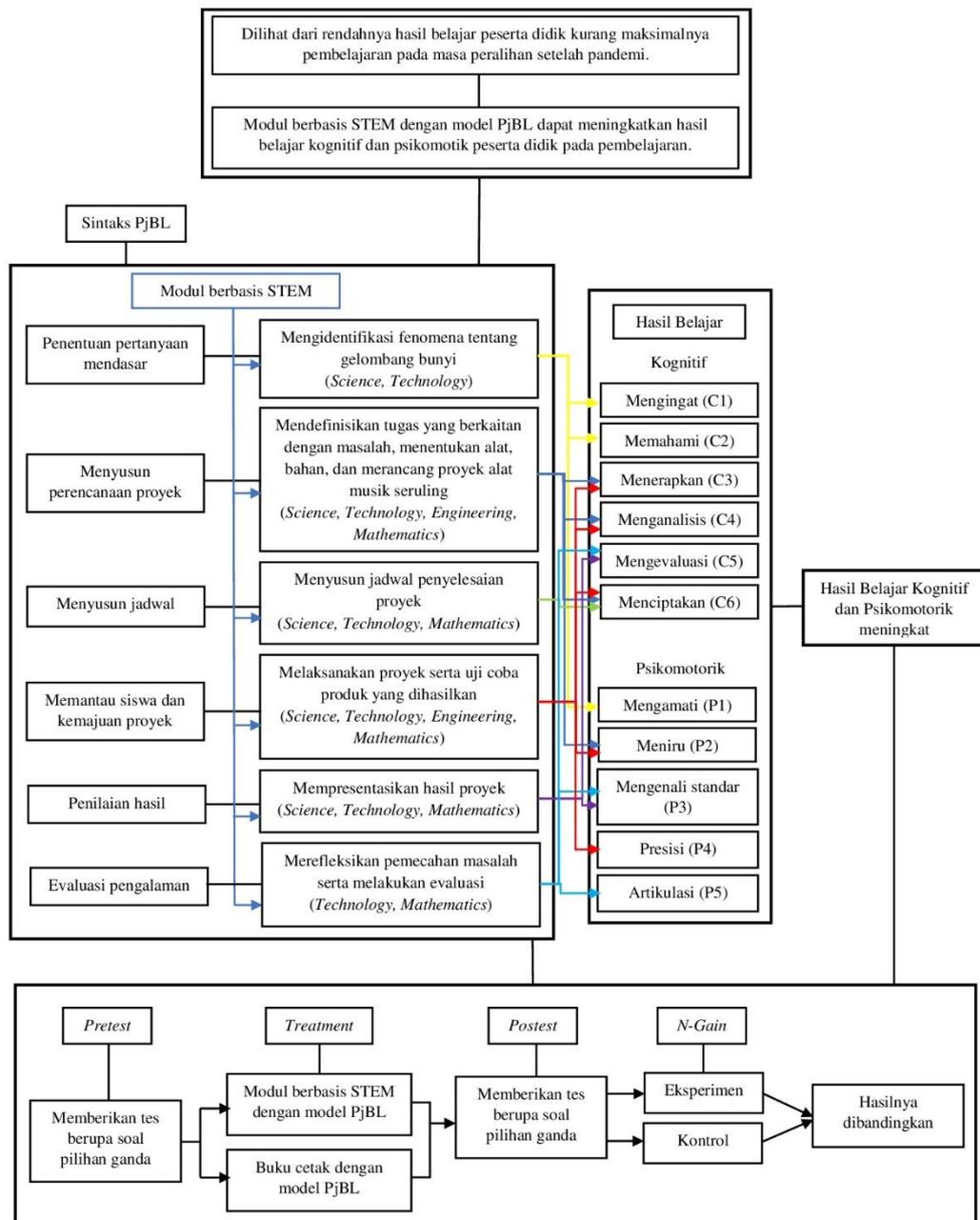
Adanya pandemi Covid-19 menyebabkan kegiatan pembelajaran beralih menjadi pembelajaran daring (*online*). Hasil wawancara pada penelitian pendahuluan menyatakan bahwa pembelajaran daring dinilai kurang maksimal dikarenakan guru tidak bisa menyampaikan materi secara tatap muka dan guru tidak dapat melihat perkembangan peserta didik dalam menguasai materi pelajaran. Peserta didik juga mengalami kesulitan dalam mempelajari fisika dan beberapa peserta didik memilih untuk diam apabila tidak memahami materi yang diajarkan guru. Hal tersebut menimbulkan rendahnya hasil belajar kognitif peserta didik ditandai dengan masih banyaknya peserta didik yang tidak dapat mengerjakan soal pada ranah C3 dan tidak memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM) khususnya pada materi gelombang bunyi.

Permasalahan di atas juga disebabkan karena kurang adanya media pembelajaran yang digunakan sebagai sumber belajar yang dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar dan dapat menyesuaikan dengan keadaan saat ini. Pemilihan media sebagai sumber belajar mandiri dapat memperkaya pengalaman belajar dan membantu kesiapan siswa untuk mendapatkan materi yang akan diajarkan dipertemuan berikutnya serta hasil yang optimal. Media

yang tepat dan memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran mandiri adalah modul. Modul adalah media pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, serta dirancang dan ditulis secara sistematis dengan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Diah Puspitasari, 2019).

Pendekatan STEM memberikan peluang kepada guru untuk menanamkan konsep, prinsip dan teknik. Penelitian Becker & Park (2011) yang membuktikan bahwa STEM dapat memberikan dampak positif untuk peningkatan pencapaian belajar dibidang sains maupun teknologi. Adanya peningkatan hasil belajar kognitif melalui penggunaan modul berbasis STEM dapat dipadukan dengan model pembelajaran yang tepat serta inovatif. Penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) cenderung mendapat respon positif dari peserta didik, mereka terlibat aktif dalam pengalaman pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna (Parasamya & Wahyuni, 2017). Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi *Science, Technology, Engineering and Mathematics* atau STEM dapat meningkatkan hasil belajar dan kreativitas peserta didik (Ningsih, 2020).

Pemaparan di atas sebagai informasi pendukung bahwa penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM yang dipadukan dengan model *Project Based Learning* (PjBL) dapat meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik. Berikut diagram yang dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kerangka pemikiran dapat dilihat pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Diagram kerangka pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian berdasarkan tinjauan teoritis dan kerangka berpikir, yaitu:

1. Kedua kelas memperoleh materi pembelajaran dan guru yang sama,
2. Kedua kelas memiliki rata-rata kemampuan awal yang sama.
3. Faktor-faktor lain di luar penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini, yaitu:

1. Hipotesis variabel Y_1 (hasil belajar kognitif peserta didik)
 - H_0 : Tidak ada perbedaan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
 - H_1 : Terdapat perbedaan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
2. Hipotesis variabel Y_1 (hasil belajar kognitif peserta didik)
 - H_0 : Tidak ada peningkatan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik yang menggunakan modul pembelajaran berbasis STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi (kelas eksperimen).
 - H_1 : Terdapat peningkatan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik yang menggunakan modul pembelajaran berbasis STEM dengan model PjBL pada materi gelombang bunyi (kelas eksperimen).
3. Hipotesis variabel Y_2 (hasil belajar psikomotorik peserta didik)
 - H_0 : Tidak ada perbedaan terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
 - H_1 : Terdapat perbedaan terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan metode *Quasi Experimental Design* dengan desain *Non-equivalent Control Group Desain*, yakni satu kelompok subjek diberi perlakuan tertentu (eksperimen), sementara satu kelompok lain dijadikan sebagai kelompok kelas kontrol. Pada desain ini, terdapat *pretest* sebelum diberi perlakuan dan *posttest* setelah diberi perlakuan. Kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan modul berbasis *STEM* menggunakan model *PjBL*, sedangkan kelas kontrol menggunakan buku cetak yang biasa digunakan di Sekolah. Hasil *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas dibandingkan. Secara prosedur rancangan desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain Eksperimen *Pretest-Posttest Control Group Design*

O ₁	X ₁	O ₃
Melakukan <i>pretest</i>	Memberikan instrumen tes berupa soal pilihan ganda	Memberikan <i>posttest</i>
Hasil belajar rendah	Guru melakukan pembelajaran menggunakan Modul berbasis STEM dengan model PjBL.	Hasil belajar meningkat
	1. Pertanyaan mendasar: Peserta didik membentuk kelompok dilanjutkan mendengarkan, memperhatikan video yang ditayangkan dan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan esensial terkait fenomena alat musik tiup untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan dipelajari.	

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mendesain perencanaan produk: Peserta didik merencanakan pembuatan seruling sederhana sesuai dengan rancangan serta menggunakan alat dan bahan sesuai hasil diskusi kelompok. Setiap kelompok melakukan pembagian tugas masing-masing. 3. Menyusun jadwal pembuatan produk: Peserta didik menyusun jadwal pembuatan proyek sesuai dengan kesepakatan bersama. 4. Memantau peserta didik dan kemajuan proyek: Peserta didik melakukan pembuatan seruling sesuai rancangan hasil diskusi kelompoknya dengan alat dan bahan yang disesuaikan. 5. Penilaian hasil: Peserta didik menyampaikan hasil proyek melalui presentasi. Peserta didik juga melakukan sesi tanya jawab dan pemberian tanggapan. 6. Evaluasi pengalaman: Peserta didik menyampaikan kesimpulan dari pemecahan masalah di awal pembelajaran dan bersama Guru menyamakan persepsi tentang kesimpulan tersebut. 	
O₂	X₂	O₄
Melakukan <i>pretest</i>	Memberikan instrumen tes berupa soal pilihan ganda	Memberikan <i>posttest</i>
Hasil belajar rendah	Guru melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis Saintifik dengan model PjBL.	Hasil belajar meningkat
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertanyaan mendasar: Peserta didik membentuk kelompok dilanjutkan mendengarkan, memperhatikan video yang ditayangkan dan berdiskusi untuk menjawab pertanyaan esensial terkait fenomena alat musik tiup untuk 	

	<p>mengidentifikasi permasalahan yang akan dipelajari.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Mendesain perencanaan produk: Peserta didik merencanakan pembuatan seruling sederhana sesuai dengan rancangan serta menggunakan alat dan bahan sesuai hasil diskusi kelompok. Setiap kelompok melakukan pembagian tugas masing-masing. 3. Menyusun jadwal pembuatan produk: Peserta didik menyusun jadwal pembuatan proyek sesuai dengan kesepakatan bersama. 4. Memantau peserta didik dan kemajuan proyek: Peserta didik melakukan pembuatan seruling sesuai rancangan hasil diskusi kelompoknya dengan alat dan bahan yang disesuaikan. 5. Penilaian hasil: Peserta didik menyampaikan hasil proyek melalui presentasi. Peserta didik juga melakukan sesi tanya jawab dan pemberian tanggapan. 6. Evaluasi pengalaman: Peserta didik menyampaikan kesimpulan dari pemecahan masalah di awal pembelajaran dan bersama Guru menyamakan persepsi tentang kesimpulan tersebut. 	
--	---	--

Pada desain penelitian di atas, O₁ menunjukkan *pretest* pada kelas eksperimen, O₃ menunjukkan *posttest* pada kelas eksperimen, X₁ menunjukkan perlakuan pembelajaran modul berbasis *STEM* dengan model *PjBL*, X₂ menunjukkan perlakuan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis saintifik, O₂ menunjukkan *pretest* pada kelas kontrol, dan O₄ menunjukkan *posttest* pada kelas kontrol. Adanya *pretest* sebelum perlakuan, baik untuk kelas

eksperimen maupun kelas kontrol (O_1 dan O_2) merupakan dasar dalam menentukan perubahan. Pemberian *posttest* (O_3 dan O_4) pada akhir kegiatan dapat menunjukkan seberapa jauh akibat perlakuan (X_1 dan X_2).

3.2 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI di SMAN 1 Pagelaran pada semester II (genap) Tahun Ajaran 2022/2023 yang berjumlah 5 kelas. Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi tersebut. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah dua kelas XI, satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol di SMAN 1 Pagelaran.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan satu variabel bebas (X) dan dua variabel terikat (Y). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM menggunakan model PjBL, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik.

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini yaitu:

1. Tahap Persiapan

Adapun kegiatan pada tahap ini, sebagai berikut:

- a. Melakukan perizinan untuk melakukan penelitian di SMAN 1 Pagelaran.

- b. Melakukan wawancara dengan guru fisika SMAN 1 Pagelaran.
 - c. Menyusun perangkat pembelajaran seperti silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan instrumen penelitian yaitu berupa instrumen tes.
 - d. Menentukan sampel penelitian.
 - e. Menentukan waktu penelitian bersama dengan guru terkait.
2. Tahap Pelaksanaan

Adapun kegiatan pada tahap ini, yaitu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
a. Peneliti mengukur hasil belajar awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i>	a. Peneliti mengukur hasil belajar awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i>
b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan modul berbasis <i>STEM</i> menggunakan model <i>PjBL</i>	b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan Buku penerbit dan LKPD berbasis Saintifik menggunakan model <i>PjBL</i>
c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik	c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik

3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir ini, yaitu:

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* serta instrumen pendukung penelitian lainnya.
- b. Menganalisis hasil analisis data instrumen tes antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.
- c. Menarik kesimpulan mengenai pengaruh penggunaan modul berbasis *STEM* dengan model *PjBL* berdasarkan hasil yang diperoleh dari menganalisis data.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes peserta didik, instrumen tes yang digunakan sebagai tolak ukur hasil belajar kognitif berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 15 soal dan hasil belajar psikomotorik peserta didik berupa instrumen penilaian yang dibagi dalam 3 tahap. Tes

diberikan sebanyak 2 kali yaitu *pretest* yang berfungsi untuk mengetahui hasil belajar kognitif peserta didik sebelum diberi perlakuan, dan selanjutnya dilakukan *posttest* yang tujuannya untuk mengetahui hasil belajar setelah diberikannya perlakuan.

3.6 Analisis Instrumen

3.6.1 Uji Validitas

Suatu instrumen dikatakan *valid* apabila mampu mengukur apa yang akan diukur. Artinya, instrumen itu dapat mengungkap data dari variabel yang dikaji secara tepat. *Valid* artinya instrumen tersebut dapat mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, S 2013: 121).

1. Instrumen Tes Hasil Belajar Kognitif

Uji validitas instrumen tes hasil belajar kognitif dilakukan dengan menggunakan uji statistik atau dengan rumus *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson, sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

- r_{xy} : Koefisien korelasi yang menyatakan validitas
- N : Jumlah sampel (Jumlah peserta didik yang dites)
- $\sum XY$: Jumlah (skor item nomor x skor total)
- $\sum X$: Jumlah skor item nomor
- $\sum Y$: Jumlah skor total
- $\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor item
- $\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total

Kriteria pengujian apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0,05$, maka instrumen tersebut dinyatakan *valid* dan sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka instrumen tersebut tidak *valid*. Kriteria uji

bila *Corrected Item – Total Correlation* lebih besar dibandingkan dengan 0,3, maka data merupakan *construct* yang kuat (*valid*).

Tabel 8. Koefisien Validitas

Koefisien Korelasi r	Interpretasi
0,80 - 1,00	Sangat Tinggi
0,60 - 0,80	Tinggi
0,40 - 0,60	Cukup
0,20 - 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat Rendah

2. Instrumen Tes Hasil Belajar Psikomotorik

Uji validitas instrumen hasil belajar psikomotorik diisi oleh tiga validator yaitu dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru SMA. Angket uji validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan instrumen. Penskoran pada angket uji validasi ini menggunakan skala likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurens (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skala Likert pada Angket Uji Validitas

Presentase	Kriteria
Sangat Valid	4
Valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

3.6.2 Uji Reliabilitas

Reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya atau diandalkan dalam penelitian. Instrumen dikatakan reliabel jika ada kualitas yang menunjukkan kemantapan, ekuivalensi, atau stabilitas suatu pengukuran yang dilakukan dengan rumus *cronbach's alpha*, sebagaimana yang disebutkan Arikunto (2013: 238-239).

$$r_{11} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \delta^2}{\delta_1^2} \right]$$

Keterangan:

- r_{11} : Realibilitas instrument
 k : Jumlah item pertanyaan
 $\sum \delta^2$: Jumlah varian skor tiap item
 δ_1 : Varian soal

Menurut Arikunto (2013), reliabilitas instrumen dinyatakan dengan interpretasi koefisien korelasi seperti dilihat pada Tabel 10:

Tabel 10. Koefisien Realibilitas

Angka Korelasi	Makna
0,90 - 1,00	Sangat tinggi
0,70 - 0,90	Tinggi
0,40 - 0,70	Sedang
0,20 - 0,40	Rendah
<0,20	Sangat rendah

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan beberapa metode pengumpulan data untuk memperoleh data dalam penelitian, sebagai berikut.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan sebagai teknik pengumpulan data saat melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti. Metode ini dilakukan saat mewawancarai guru mata pelajaran fisika Kelas XI SMAN 1 Pagelaran.

2. Tes

Tes digunakan dalam mengukur hasil belajar kognitif dengan memberikan soal pilihan ganda tentang gelombang bunyi.

3. Lembar Observasi

Lembar observasi digunakan dalam mengukur hasil belajar psikomotorik.

3.8 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.8.1 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Rumusan hipotesis pengujiannya, sebagai berikut.

H_0 : Data terdistribusi normal

H_1 : Data tidak terdistribusi normal

Dalam pedoman pengambilan keputusan pada pengujian ini yaitu:

- a. Nilai *Asymp. Sig.* atau signifikansi $< 0,05$ maka data tidak terdistribusi normal.
- b. Nilai *Asymp. Sig.* atau signifikansi $\geq 0,05$ maka data terdistribusi normal.

3.8.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas ini dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sample yang diberikan pada penelitian ini. Uji homogenitas ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

S_1^2 = Varians terbesar

S_2^2 = Varians terkecil

Jika $F_{hitung} < F_{Tabel}$ maka data dapat disebut homogen, namun jika data $F_{hitung} > F_{Tabel}$ maka data dikatakan tidak homogen. Data yang homogen selanjutnya dilakukan uji hipotesis statistic parametrik, apabila data tidak homogen maka akan dilakukan uji hipotesis non-parametrik.

3.8.2 Uji Paired Sample T-Test

Uji *paired sample t-test* dilakukan untuk pengujian hipotesis. Pada penelitian ini uji *paired sample t-test* bertujuan untuk membuktikan adanya perbedaan rata-rata hasil belajar kognitif peserta didik sebelum dan sesudah adanya perlakuan. Uji ini akan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS. Adapun hipotesis yang akan diujikan adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL.

H_1 : Terdapat peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL.

Menurut Sheskin (2003) kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai probabilitas untuk uji dua sisi, yaitu:

- a. Jika nilai sig. atau signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- b. Jika nilai sig. atau signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

(Sheskin, 2003)

3.8.3 Uji N-Gain

Data pada penelitian ini diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik, yang kemudian dianalisis menggunakan skor gain yang ternormalisasi (*N-gain*) untuk melihat perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk menganalisis data kuantitatif peserta didik digunakan skor gain yang ternormalisasi *N-Gain* didapatkan dari rumus berikut:

$$(g) = \text{normalized gain} = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Pretest}}$$

Tabel 11. Klasifikasi *N-Gain*

Rata-rata <i>Gain</i> ternormalisasi	Klasifikasi
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.8.4 Uji Independent Simple T-Test

Uji *independent simple t-test* digunakan apabila asumsi data dari sampel terdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Uji hipotesis ini dilakukan untuk melihat apakah ada peningkatan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik sebelum dilakukan perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Uji ini dianalisis menggunakan *software SPSS*. Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut.

- Hipotesis variabel Y_1 (hasil belajar kognitif peserta didik)
 - H_0 : Tidak ada perbedaan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
 - H_1 : Terdapat perbedaan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
- Hipotesis variabel Y_2 (hasil belajar psikomotorik peserta didik)
 - H_0 : Tidak ada perbedaan terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol
 - H_1 : Terdapat perbedaan terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol

Pedoman Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi:

- Apabila nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- Apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

3.8.5 Uji Effect Size

Nilai *effect size* diterapkan untuk menunjukkan seberapa besar pengaruh modul pembelajaran yang telah diterapkan di sampel penelitian.

$$\delta = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

δ : *Effect Size*

Y_e : Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

Y_c : Nilai rata-rata perlakuan kontrol

S_c : Simpangan baku kelompok pembanding

Tabel 12. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,14 \leq d \leq 2,0$	Besar
$0,06 \leq d \leq 0,14$	Rata-rata
$0,01 \leq d \leq 0,06$	Kecil

(Cohen *et al.*, 1998)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yang telah dilakukan di SMAN 1 Pagelaran pada kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 3 semester genap Tahun Ajaran 2022/2023 didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji hipotesis *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,043 yang menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar kognitif antara kelas yang menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol dengan nilai *effect size* sebesar 0,528.
2. Penggunaan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL berpengaruh terhadap hasil belajar psikomotorik peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji hipotesis *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,005 yang menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar psikomotorik antara kelas yang menggunakan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol dengan nilai *effect size* sebesar 0,897.
3. Penggunaan modul modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan model PjBL berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hal ini dilihat dari

hasil uji hipotesis *Paired Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,000 yang menunjukkan adanya peningkatan yang nyata pada kelas eksperimen.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan penelitian, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Peneliti lain yang berminat melakukan penelitian sebaiknya memahami fase kegiatan dan integrasi pendekatan STEM secara lebih mendalam.
2. Peneliti lain yang berminat melakukan penelitian sebaiknya menyiapkan LKPD sebagai lembar penilaian pada aspek Psikomotorik.
3. Pelaksanaan proyek yang dilakukan peserta didik sebaiknya disertai dengan pendampingan guru secara langsung untuk mengoptimalkan proses pengamatan aspek psikomotorik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educatioanl Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Asmuni, A. 2020. Problematika Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19 dan Solusi Pemecahannya. *Jurnal Paedagogy*, 7(4), 281.
- Asmuniv. 2015. *Pendekatan Terpadu Guruan STEM Dalam Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Untuk Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*. PPPPTK Boe Malang, 1-10 Bybee, R. W.
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., & Subali, B. 2021. STEM-based learning analysis to improve students' problem solving abilities in science subject: A literature review. *Journal of Innovative Science Education*, 10(1), 79-86.
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifah, E. 2015. Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika Pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44.
- Becker, K & Park, K. 2011. Effects Of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Subjects On Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5 & 6), 23- 37.
- Bybee, R. W. 2011. Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds). 2013. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and mathematics (STEM) approach*. 2nd ed. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 1998. *Research Methods in Education*. Routledge Falmer, New York.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar*. Yogyakarta: PT. Gava Media.
- Davidi, E.I.N., Sennen, E., & Supardi, K. 2021. Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11 (1), 11-22.
- Diah Puspitasari, A. 2019. Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak Dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 2355–5785.
- Docktor, J.L., & Mestre, J.P. 2014. Synthesis of Discipline-based education research in physics. *Physics Review Special Topics – Physics education research*. 10(2), 1-58.
- Fathurrohman, Muhammad. 2016. *Model-model Pembelajaran Inovatif Alternatif Desain Pembelajaran yang Menyenangkan*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- George Lucas Educational Foundation. 2005. *Instructional Module Project Based Learning*.
- Hannover Research. 2011. *K-12 STEM education overview*.
- Hasanah, Z., Pada, A.U.T., & Safrida. 2021. Implementasi Model *Problem Based Learning* Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (JPSI)*, 9(1), 65-75.
- Ivanova, T., Gubanova, N., Shakirova, I., & Masitoh, F. 2020. Educational Technology As One Of The Terms For Enhancing Public Speaking Skills. *Universidad Y Sociedad*, 12(2), 154–159.
- Jones, J.A., D’Addorio, A.J., Rojec., Milione, G. & Galvez, E.J. 2016. The Poincare-sphere Approach to Polarization: Formalism and New Labs with Poincare beams. *American Journal of Physisc*. 84(11). 822-835.
- Jones, B.F., C.M. Rasmussen, & M.C. Moffitt. 1997. *Real-life problem solving: a collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Juniaty, W., Zubaidah, S., & Supriyono, K H. 2016. STEAM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. Prosiding. *Pros Semnas Pend IPA Pascasarjana UM*, 1(1) : 976-984.

- Kemendikbud. 2014. Permendikbud No. 57 Tahun 2014 Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Aliyah. Jakarta: Kemendikbud.
- Kennedy, E.M, & Bruyn, J.R. 2011. Understanding of Mechanical Waves Among Second-Year Physics Majors. *Canadian Journal of Physics*. 89(11), 1155-1161.
- Khaira, N. 2018. Pengaruh Pembelajaran STEM Terhadap Peserta Didik Pada Pembelajaran IPA. *Prosiding Seminar Nasional Mipa IV.*, 233-237
- Mahanal, S., Darmawan, E., Corebima, A.D, & Zubaidah, S. 2010. Pengaruh Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada Materi Ekosistem terhadap Sikap dan Hasil Belajar Siswa SMAN 2 Malang. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(1), 1-11.
- Maulida, A., Lesmono, A.D., & Supriadi, B. 2019. Inovasi Pembelajaran Fisika melalui Penerapan Model PBL (*Problem Based Learning*) Dengan Pendekatan *STEM Education* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*. 4(1).
- Pilhofer, M., & Day, Holly. 2007. *Music Theory fot Dummies*. New Jersey: Wiley Publishing Inc.
- Meltzer, D.E. 2002. *The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible. Hidden Variable. In Diagnostic Pretest Scores*. Iowa State University: Department of Physics and Astronomy.
- Mudjiono & Dimiyati. 2009. *Belajar Dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Mulyasa, E. 2009. *Praktik Penelitian Tindakan Kelas*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Ningsih, S.I.P. 2020. Penerapan Model Pembelajaran PBL Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Peserta Didik Di Kelas XII IPA 5 SMAN 7 Padang. *Pillar of Physics Education*, 13(3), 443-450.
- NRC. 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and An Agenda for Research*. The National Academies of Science. Washington, DC.
- Oktaviana, D., & Prihatin, I. (2018). Analisis Hasil Belajar Siswa Pada Materi Perbandingan Berdasarkan Ranah Kognitif Revisi Taksonomi Bloom. *Buana Matematika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 81–88.
- Parasamy, C.E., & Wahyuni, A. 2017. Upaya Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*. 2(1), 42-29.
- Purwanto. 2010. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

- Ramadhan, I., Manisah, A., Angraini, D.A., Maulida, D., Sana., & Hafiza, N. 2016. Proses Perubahan Pembelajaran Siswa dari Daring ke Luring pada Saat Pandemi Covid-19 di Madrasah Tsanawiyah. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 1783-1792.
- Ratumanan, T. G., & Laurens, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan (2nd ed.)*. Surabaya: Unesa University Press.
- Fletcher, N.H., & Rossing, T.D. 1991. *The Physics of Musical Instruments*. Springer Science & Business Media.
- Roziqin, M. K., Lesmono, A. D., & Bachtiar, R. W. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap Minat Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pembelajaran Fisika di SMAN Balung. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 108-115.
- Rustaman, K. D., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintani, D., & Kholid, M. N. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung: JICA.
- Sanjaya, Wina. 2013. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Santayasa, I Wayan. 2009. *Metode Penelitian Pengembangan dan Teori Pengembangan Modul*. Jogjakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Saraswati, P. M. S, & Agustika, G. N. S. 2020. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dalam Menyelesaikan Soal HOTS Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 257-269.
- Sheskin, D.J. 2003. *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures (3rd ed)*. Boca Raton: CRC Press.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta. 456.
- Supardi. 2015. *Penilaian Autentik Pembelajaran Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik (Konsep dan Aplikasi)*. Jakarta: Grafindo.
- Sutopo. 2016. Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep-Konsep Dasar Gelombang Mekanik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 12(1), 41-53.
- Sriyansyah, S.P., & Anwar, K. 2021. Pembelajaran Gelombang Bunyi Menggunakan Alat Musik Suling dan Gawai pada Pelajaran IPA SMP di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Natural Science and Integration*. 4(2), 175-185.
- Syahrul, A. 2017. Telaah Buku Teks Pegangan Guru dan Siswa pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas VII Berbasis Kurikulum 2013. *RETORIKA: Jurnal Ilmu Bahasa*. 3 (1), 70-82.
- S.Sirate, S. F., & Ramadhana, R. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi: *Jurnal Sekolah Tinggi Ilmu Pendidikan dan Keguruan YPUP Makassar*. 6 (2), 316-335.

- Thomas, J.W., Mergendoller, J.R., & Michaelson, A. 1999. *Project-Based Learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Trisnawati, W. 2017. *Alayze of Student's Higher Order Thinking Skills to Solve Physics Problem on Hooke's Law. International Conferences on research, Implementation and Education of Mathematics and Science*, 4(6).
- Triumiana, D. A., & Sumadi. 2016. Hubungan Antara Gaya Mengajar Guru, Motivasi Belajar Siswa Dan Kreativitas Belajar Siswa Dengan Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*, 3(2), 56-64.
- Uno, Hamzah B. & Koni, S. 2012. *Assessment Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara
- Wahyudin, Satriani, S., & Asfar, F. 2021. Analisis Kemampuan Menyelesaikan Soal Higher Order Thinking Skills Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Logis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Fisika*, 10(2), 528.
- Warti, Elis. 2016. Pengaruh Motivasi Belajar Siswa terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa di SD Angkasa 10 Halim Perdana Kusuma Jakarta Timur. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 177-185.
- Wilson, M. 2016. Opportunities And Factors Affecting Adoption Of STEM Education: The Case Of Gweru Polytechnic First Year Commerce Students. I Introduction. *International Journal of Business Marketing and Management*, 1(5), 1-8.
- Wittmann, C.M. 2003. Understanding and Affecting Student Reasoning About Sound Waves. *Intenational Journal Of Science Education*.
- Wulandari, B., & Surjono, H. D. 2013. Pengaruh *Problem-Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Ditinjau dari Motivasi Belajar PLC Di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 3(2), 178–191.