



STEM EDUCATION: ADVANCING PROJECT PHYSICS OF KURIKULUM MERDEKA INDONESIA



**Firmanul Catur Wibowo, Agus Setyo Budi, Ida Roosyidah Addawiyah, Arnisah,
Fahdarina Mahligawati, Wandu Ginting, Al Farizi Ade Karlin Kusuma,
Ni Ketut Rahayu, Teti Pudan Sriaraki Sinaga, Irna Hasanah,
Ecyclovira Rizki Aini, Chentia Efrima, Syifa Nabila Basyir, Amelia Rahma,
Siti Awaliah Saripah, Nabeela Rahma Noor Aziz**

STEM EDUCATION: ADVANCING PROJECT PHYSICS OF KURIKULUM MERDEKA INDONESIA

**Firmanul Catur Wibowo
Agus Setyo Budi
Ida Roosyidah Addawiyah
Arnisah
Fahdarina Mahligawati
Wandi Ginting
Al Farizi Ade Karlin Kusuma
Ni Ketut Rahayu
Teti Pudan Sriaraki Sinaga
Irna Hasanah
Ecyclovira Rizki Aini
Chentia Efrima
Syifa Nabila Basyir
Amelia Rahma
Siti Awaliah Saripah
Nabeela Rahma Noor Aziz**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

STEM EDUCATION: ADVANCING PROJECT PHYSICS OF KURIKULUM MERDEKA INDONESIA

Penulis :

Firmanul Catur Wibowo
Agus Setyo Budi
Ida Roosyidah Addawiyah
Arnisah
Fahdarina Mahligawati
Wandi Ginting
Al Farizi Ade Karlin Kusuma
Ni Ketut Rahayu
Teti Pudan Sriaraki Sinaga
Irna Hasanah
Ecyclovira Rizki Aini
Chentia Efrima
Syifa Nabila Basyir
Amelia Rahma
Siti Awaliah Saripah
Nabeela Rahma Noor Aziz
ISBN : 978-623-198-165-3

Editor : Ari Yanto M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah
Padang Sumatera Barat
Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id
Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, Maret 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku *Stem Education: Advancing Project Physics Of* Kurikulum Merdeka Indonesia ini.

Buku Ini Membahas STEM- Based Learning, STEM Rumah Hemat Energy, Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa, STEM Bel Listrik, Gelombang Elektromagnetik Cahaya STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya, Membuat Arus Listrik Sederhana Dengan Magnet, Rekayasa Termos Sederhana Menggunakan Termometer Sensor Arduino Uno Berbasis STEM, Stem Rekayasa Water Alarm (SRWA).

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Jakarta, Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 STEM-BASED LEARNING	1
1.1 Mengapa STEM?.....	1
1.2 Apa itu STEM?.....	5
1.3 Integrasi STEM dalam Pembelajaran	10
1.4 STEM Based Learning vs. Inquiry Based Learning	19
DAFTAR PUSTAKA	24
BAB 2 STEM RUMAH HEMAT ENERGI.....	29
2.1 Pentingnya STEM Rumah Hemat Energi.....	29
2.1.1 Latar Belakang	29
2.1.2 Penelitian Relevan	31
2.1.3 Alat dan Bahan	37
2.1.4 Cara Kerja.....	37
2.2 Implementasi STEM Rumah Hemat Energi.....	38
2.2.1 Desain Rumah Hemat Energi	38
2.2.2 Pengembangan Rumah Hemat Energi	46
2.2.3 Modul Ajar	49
2.3 Kesimpulan	73
DAFTAR PUSTAKA	74
BAB 3 SIMULASI KONSTRUKSI BANGUNAN	
ANTI GEMPA.....	81
3.1 Pentingnya Simulasi Konstruksi Bangunan Anti	
Gempa.....	81
3.1.1 Latar Belakang	81
3.1.2 Penelitian Relevan	84
3.1.3 Alat dan Bahan	86
3.1.4 Cara Pembuatan	87
3.2 Implementasi Simulasi Konstruksi Bangunan	
Anti Gempa	87

3.2.1 Desain Simulasi Konstruksi Bangunan	
Anti Gempa	87
3.2.2 Pembahasan Simulasi Konstruksi Bangunan	
Anti Gempa	89
3.2.3 Pembahasan	92
3.2.4 Pengembangan Simulasi Kontruksi	
Bangunan Anti Gempa.....	94
3.2.5 Modul Ajar.....	95
3.3 Kesimpulan	99
DAFTAR PUSTAKA.....	101
BAB 4 STEM BEL LISTRIK.....	103
4.1 Pentingnya Stem Bel Listrik	103
4.1.1 Latar Belakang.....	103
4.1.2 Penelitian Relevan	105
4.1.3 Desain Pembuatan Bel Listrik	107
4.2 Implementasi STEM BEL LISTRIK.....	108
4.2.1 Desain BEL LISTRIK	108
4.2.2 Pembahasan Bel Listrik	109
4.2.3 Pembahasan	113
4.2.4 Pengembangan BEL LISTRIK.....	114
4.2.5 Modul Ajar.....	115
4.3 Kesimpulan	120
4.3.1 Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA.....	122
BAB 5 GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK CAHAYA	
STEM ALAT UKUR INTENSITAS CAHAYA	123
5.1 Pentingnya STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya	123
5.1.1 Latar Belakang.....	123
5.1.2 Penelitian Relevan	129
5.1.3 STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya	132
5.2 Implementasi STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya .	135
5.2.1 Desain Pembuatan Alat Ukur Intensitas	
Cahaya	135

5.2.2 Alat dan Bahan Pembuatan Alat Ukur Intensitas Cahaya.....	137
5.2.3 Cara Pembuatan Alat Ukur Intensitas Cahaya	140
5.2.4 Pembahasan Alat Ukur Intensitas Cahaya.....	141
5.2.5 Modul Ajar	142
5.3 Kesimpulan dan Saran.....	146
DAFTAR PUSTAKA	148
BAB 6 MEMBUAT ARUS LISTRIK SEDERHANA DENGAN MAGNET.....	151
6.1 Pentingnya Alat Percobaan Hukum Faraday	151
6.1.1 Latar Belakang	151
6.1.2 Penelitian Relevan	155
6.1.3 Alat dan Bahan	168
6.1.4 Langkah kerja	168
6.2 Implementasi Alat Hukum Faraday	169
6.2.1 Desain Alat Hukum Faraday	169
6.2.2 Pengembangan Alat Hukum Faraday.....	172
6.2.3 Modul Ajar	176
6.3 Kesimpulan	180
DAFTAR PUSTAKA	182
BAB 7 REKAYASA TERMOS SEDERHANA MENGUNAKAN TERMOMETER SENSOR ARDUINO UNO BERBASIS STEM	189
7.1 Pentingnya Termos Sederhana	189
7.1.1 Latar Belakang Masalah	189
7.1.2 Penelitian yang Relevan	191
7.1.3 Alat dan Bahan	194
7.1.4 Langkah-langkah Pembuatan.....	194
7.2 Implementasi Termos Sederhana Berbasis STEM	198
7.2.1 Desain Rangkain Alat.....	198
7.2.2 Pembahasan Termos Sederhana Berbasis STEM.....	201
7.2.3 Pengembangan Termos Sederhana Berbasis STEM	207

7.2.4 Modul Ajar.....	213
DAFTAR PUSTAKA.....	229
BAB 8 STEM REKAYASA WATER ALARM (SRWA).....	233
8.1 Pentingnya STEM Rekayasa Water Alarm (SRWA).....	233
8.1.1 Latar Belakang.....	233
8.1.2 Penelitian Relevan	236
8.1.3 Alat dan bahan.....	238
8.1.4 Cara Pembuatan.....	238
8.2 Implementasi STEM Rekayasa Water Alarm (SRWA).....	241
8.2.1 Desain SRWA.....	241
8.2.2 Pembahasan SRWA.....	244
8.2.3 Pembahasan	251
8.2.4 Pengembangan SRWA	252
8.2.5 Modul Ajar.....	254
8.3 Kesimpulan	260
DAFTAR PUSTAKA.....	261
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Pentingnya STEM dalam Pembelajaran	3
Gambar 1.2 : Integrasi STEM dan Maknanya dalam Pembelajaran	11
Gambar 2.1 : Rumah Hemat Energi	36
Gambar 3.1 : Desain konstruksi bangunan tampak atas.....	88
Gambar 3.2 : Desain konstruksi bangunan tampak depan.....	89
Gambar 3.3 : Konstruksi bangunan berdasarkan konsep fisika keseimbangan benda tegar.	90
Gambar 3.4 : Konstruksi bangunan berdasarkan konsep teknik sipil struktur rangka bresing jenis BRB	90
Gambar 4.1 : Rangkaian Bel Listrik	108
Gambar 5.1 : Flowchart.....	136
Gambar 5.2 : Desain Rangkaian Alat.....	137
Gambar 5.3 : Rangkaian Alat.....	137
Gambar 5.4 : Sketsa Program.....	142
Gambar 6.1 : Rangkaian Alat Percobaan Hukum Faraday.....	165
Gambar 8.1 : Rangkaian Rekayasa Water Alarm.....	244

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 : Komponen STEM dan Implementasi	13
Tabel 1.2 : Contoh Implementasi Pembelajaran berbasis STEM	15
Tabel 1.3 : STEM Project Based Learning vs. Inquiry Based Learning.....	18
Tabel 3.1 : Deskripsi aktivitas STEM simulasi konstruksi bangunan anti gempa.....	91
Tabel 3.2 : Kegiatan pengembangan simulasi konstruksi bangunan anti gempa.....	94
Tabel 5.1 : STEM Intensitas Cahaya	133
Tabel 5.2 : Alat dan Bahan	138

BAB 1

STEM-BASED LEARNING

1.1 Mengapa STEM?

Perekonomian Dunia sedang mengalami perubahan, beberapa pekerjaan dalam beberapa dekade mengalami dinamika yang membawa peran otomatisasi pada setiap pekerjaan (Parker & Grote, 2022). Kemajuan berkelanjutan dalam teknologi mengubah cara peserta didik belajar, terhubung, dan berinteraksi setiap hari. Keterampilan yang dikembangkan oleh peserta didik melalui STEM memberi dasar agar sukses. Saat ini, 75 persen pekerjaan di industri dengan pertumbuhan tercepat membutuhkan pekerja dengan keterampilan STEM. Agar kompetitif, tenaga kerja Australia membutuhkan orang yang beradaptasi pada tempat kerja yang berubah. STEM memberdayakan individu dengan keterampilan untuk berhasil dan beradaptasi dengan dunia kerja.

Awal pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berkembang karena lembaga pendidikan menghubungkan pendidikan sekolah menengah dengan praktik pasca sekolah menengah (Capraro, *et al.*, 2013 & Falloon, *et al.*, 2020). Pasca sekolah menengah peserta didik memerlukan keterampilan untuk bekerja dalam kelompok untuk memecahkan masalah kompleks. STEM berperan dalam pemecahan masalah dan dalam beberapa kasus ada kemungkinan solusi dari masing-masing kekuatan dan keterbatasannya. Oleh karena itu, penting bagi peserta didik untuk memungkinkan untuk menyelesaikan problem yang kompleks akan tetapi mengembangkan kedalaman pengetahuan untuk memungkinkan peserta didik mengalami keterbatasan solusi.

Proses STEM melatih berpikir kritis dan memotivasi siswa untuk mengejar karier. STEM dimasukkannya ke dalam pendidikan karena membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, dan kerja sama tim bekerja dalam konteks dunia nyata. Keberhasilan keterampilan peserta didik bergantung pada interaksi pengetahuan dari masing-masing STEM dan disiplin ilmu lain. Keuntungan mengintegrasikan STEM adalah penyertaan tugas otentik (portofolio) dan kosa kata khusus tugas melalui penyertaan ringkasan desain. Setelah mengidentifikasi tujuan pembelajaran, guru mengembangkan masalah untuk menyelesaikan tugas otentik yang akan dibangun bersama dengan kendala yang diperlukan untuk menetapkan batas-batas pembelajaran (Martín, *et al.*, 2019).

Pengakuan global akan semakin pentingnya pendidikan STEM, kami telah menyaksikan kebutuhan mendesak untuk itu mendukung penelitian dan bea peserta didik dalam pendidikan STEM (Li, 2018a). Peneliti dan pendidik memiliki menanggapi tren STEM dan menerbitkannya karya ilmiah melalui banyak publikasi yang berbeda termasuk jurnal, buku, dan prosiding konferensi. Pencarian Google sederhana dengan istilah STEM, Pendidikan STEM, atau penelitian pendidikan STEM lebih dari 450.000.000 item. Sangat banyak informasi menunjukkan bidang yang berkembang pesat dan bersemangat pendidikan STEM dan menyoroti volume penelitian pendidikan STEM. Dalam bidang apa pun, penting untuk mengetahui dan memahami status dan tren keilmuan agar lapangan dapat berkembang dan didukung dengan tepat. Ini berlaku untuk pendidikan STEM. Melakukan tinjauan sistematis untuk mengeksplorasi status dan tren dalam disiplin ilmu tertentu adalah umum di penelitian pendidikan (Bray & Tangney, 2017). Mengapa harus STEM untuk pembelajaran sains terdapat pada Gambar 1.1.

Alasan Mengapa STEM



Gambar 1.1 : Pentingnya STEM dalam Pembelajaran
(Sumber: Penulis)

STEM cocok untuk mempersiapkan peserta didik untuk sukses, berikut adalah lima alasan untuk fokus pada pendidikan STEM.

1. Pekerjaan STEM adalah masa depan perekonomian
Pendidikan STEM yang kuat menjadi semakin penting bagi perekonomian, Pekerjaan dalam STEM diproyeksikan tumbuh 8,8% pada tahun 2028, dan perawatan kesehatan, yang umumnya membutuhkan latar belakang STEM yang kuat, diproyeksikan akan tumbuh lebih banyak lagi. Sementara itu, pekerjaan non-STEM hanya akan tumbuh 5% (Saw, 2020).
2. STEM Mengajarkan Berpikir Kritis dan Inovasi
Pendidikan STEM tidak hanya membantu peserta didik yang berencana untuk memasuki karier STEM. Fokus pada proses berpikir logis dan pemecahan masalah memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kebiasaan mental yang akan membantu untuk berhasil dalam bidang apa pun. STEM menantang peserta didik untuk berpikir kritis dan menemukan solusi sendiri. Akibatnya, peserta didik yang menerima pendidikan STEM berkualitas prima untuk menjadi generasi inovator berikutnya.
3. Kelas STEM Memberikan Peluang Unik untuk Kerja Tim
Kerja tim adalah salah satu pendorong kesuksesan yang paling diremehkan dan penting. Hidup dan bekerja di dunia modern biasanya memerlukan beberapa tingkat kolaborasi, dengan kelompok orang yang besar dan beragam. Kelas STEM melibatkan lebih banyak aktivitas tim daripada kursus lainnya (Margot & Kettler, 2019). Apakah peserta didik bekerja sama dalam penyelidikan laboratorium atau berkolaborasi dalam tantangan teknik, peserta didik secara aktif mengembangkan keterampilan

- interpersonal dan kolaborasi yang akan diperlukan di kemudian hari.
4. Kurikulum STEM Membantu peserta didik Manajemen Proyek
Mengembangkan Keterampilan Manajemen Proyek Kursus STEM, terutama kursus teknologi dan teknik, sering melibatkan proyek langsung. Membuat robot, mesin, atau program komputer sederhana melibatkan banyak langkah yang diselesaikan selama beberapa hari. Dalam proses pendidikan STEM, peserta didik belajar bagaimana mengatur waktu dan membagi proyek yang lebih besar menjadi langkah-langkah yang lebih kecil. Ini adalah keterampilan yang akan membantu sepanjang hidup, apakah sedang mengerjakan proyek kantor atau sedang merombak rumah.
 5. Peristiwa Terbaru Hanya Membuat Keterampilan Teknologi
Pandemi saat ini hanya memperkuat pentingnya teknologi, dengan semakin banyaknya orang yang beralih ke daring dan alat lain untuk terhubung dengan anggota keluarga dan rekan kerja, membekali peserta didik untuk menggunakan dan mengembangkan teknologi menjadi semakin penting. Bahkan setelah pandemi berakhir, banyak orang dan tempat kerja akan mempertahankan beberapa kebiasaan teknologi baru tersebut (Li, *et al.*, 2020).

1.2 Apa itu STEM?

STEM adalah kurikulum yang mendidik peserta didik dalam empat bidang studi, sains, teknologi, teknik dan matematika. Saat ini STEM telah berkembang jauh dalam cakupan dan pilihan bidang studi dibanding pada awal mula dikembangkannya STEM. Pendidikan STEM dipromosikan

sebagai sarana untuk mengatasi berkurangnya keterlibatan peserta didik melalui fokus pada integrasi disiplin pengetahuan untuk memecahkan masalah dalam konteks dunia nyata yang otentik (Roehrig, *et al.*, 2021). Pendidikan STEM terintegrasi telah diidentifikasi sebagai platform untuk mengembangkan keterampilan dan kompetensi penting, baik secara pribadi maupun profesional. Ini termasuk penyelidikan penelitian, pemecahan masalah, berpikir kritis dan kreatif, kewirausahaan, kolaborasi, kerja tim dan komunikasi. Selanjutnya, potensi pendidikan STEM untuk terlibat komunitas dan bisnis sebagai konteks untuk dan dalam mendukung proyek, meningkatkan keaslian dan tujuan atau masalah STEM dan model pembelajaran berbasis proyek juga sering mencerminkan proses digunakan dalam bisnis dan industri. Keterampilan berpikir mendasari ide dan pengembangan produk dunia nyata dilakukan melalui pembuatan konsep, perancangan, pembuatan prototipe, dan mengevaluasi hasil, dan solusi (Hacıoğlu, & Gülhan, 2021). Keterampilan ini, sebagai kognitif menuntut sifat proses desain dalam upaya STEM, memberikan dukungan luas untuk pendidikan STEM, melengkapi argumen ekonomi dan bisnis

Definisi pendidikan STEM yang tunggal mencerminkan sifat STEM yang muncul sebagai meta-disiplin, dan perdebatan yang berkaitan dengan bagaimana memisahkan mata pelajaran STEM terwakili dalam kurikulum STEM (Tytler, 2020). Namun, masuk akal kesepakatan bahwa pendidikan STEM harus memiliki sebagai induk untuk mengembangkan ilmu pengetahuan, teknologi, Konsep, pengetahuan, dan proses Teknik dan Matematika pemahaman, melalui upaya menggabungkan semua atau sebagian dari empat disiplin ilmu menjadi satu kelas, unit atau pelajaran yaitu berdasarkan koneksi antara subjek dan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan interdisipliner menonjolkan sebagai atribut pendidikan STEM, ada pandangan tentang bagaimana

seharusnya disiplin STEM diposisikan dan diprioritaskan dalam kurikulum interdisipliner (Mejias, *et al.* 2021).

Pencarian basis data akademik mengidentifikasi literatur yang mungkin memberikan wawasan tentang konsep kunci yang terkait dengan K-12 pendidikan STEM. Sebuah prosedur pelingkupan diikuti, sebagai metode mendukung fleksibilitas untuk menyelidiki penawaran literatur perspektif yang berbeda pada pengembangan bidang pengajaran dan penelitian (Munn, *et al.* 2018). STEM bertujuan untuk memberikan ikhtisar atau peta bukti secara kritis menilai dan menyintesis hasil atau jawaban tertentu pertanyaan.

Karakteristik pengetahuan disiplin STEM merupakan pendekatan instruksional (pembelajaran) dengan pengembangan yang mengintegrasikan bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Dengan STEM, peserta didik mengembangkan keterampilan utama termasuk: penyelesaian masalah, keterampilan berpikir kreatif, kerja tim, berpikir mandiri, komunikasi, dan literasi digital. Definisi dalam STEM merupakan tugas yang kontekstual yang membutuhkan peserta didik untuk memecahkan beberapa masalah yang apabila diperhatikan secara keseluruhan menunjukkan penguasaan peserta didik beberapa konsep dari berbagai mata pelajaran STEM (Sutaphan, & Yuenyong, 2019). Sebagai metode populer untuk pendidikan yang pada awal hingga pertengahan abad ke-20, metode proyek merupakan ubahan teori menjadi penerapan teori dalam kehidupan sehari-hari. STEM memberikan pedoman untuk menerapkan Proyek di kelas, STEM menggambarkan bahwa metode proyek sudah tepat untuk mata pelajaran akademik. Kelebihan Pendidikan STEM adalah menekankan pada mempersiapkan generasi masa depan untuk sukses dalam karier. Keterampilan yang diperoleh dari pendidikan STEM melampaui yang dibutuhkan untuk sukses di bidang STEM, mempersiapkan anak-anak dengan berbagai minat yang pindah ke industri apa pun untuk

memiliki keahlian berharga yang memungkinkan peserta didik untuk sukses (Hughes, *et al.*, 2022). Kelebihan STEM dalam pembelajaran sebagai Berikut:

1. Keterampilan

Pendidikan STEM mengajarkan siswa untuk terampil dalam dunia nyata. Hal ini memotivasi siswa untuk belajar, karena mereka tahu bahwa keterampilan yang mereka peroleh dapat digunakan dengan segera, dan dengan cara yang berdampak positif bagi mereka dan orang yang mereka cintai. Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan mereka pada tugas-tugas baru dan baru akan menjadi pertanda baik bagi mereka saat memasuki dunia kerja. Beberapa keterampilan tambahan yang diperoleh melalui pendidikan STEM meliputi kreativitas, pemecahan masalah, pemikiran kritis, pengambilan keputusan, kualitas kepemimpinan, rasa ingin tahu, kewirausahaan, dan ketekunan. Terlepas dari jalur karir yang dipilih, rangkaian keterampilan ini sangat membantu dalam mempersiapkan mereka untuk sukses dan menjadi inovatif (DeCoito, & Estaiteyeh, 2022).

2. Inovasi

Kemampuan untuk berpikir kritis dan menantang standar adalah dasar dari inovasi. Menurut *Equality of Opportunity Project* (EOP), inovasi merupakan komponen penting dari ekonomi. Pemikir inovatif adalah penggerak dalam mengembangkan potensi untuk siap dunia kerja (Crabtree, *et al.*, 2019).

3. Generasi Mendatang Menjadi Inovator

Mempersiapkan anak-anak hari ini untuk menjadi inovator dan penemu masa depan dimulai dengan program pendidikan STEM. Perkemahan musim panas, program sepulang sekolah, dan ruang pembuat memberikan kesempatan untuk mengambil pembelajaran tradisional dan memutarnya untuk memprioritaskan pengalaman

langsung dan aplikasi dunia nyata yang diperlukan untuk mengembangkan pikiran inovatif. Pelajari tentang program pendidikan berbasis STEM untuk mengambil langkah pertama dalam mempersiapkan peserta didik menuju kesuksesan seumur hidup.

Pendidik, administrator, orang tua, dan semua pemangku kepentingan harus mempertimbangkan rekomendasi berikut saat mengembangkan dan menyempurnakan program pendidikan STEM. Rekomendasi dapat dijabarkan sebagai berikut (Di, *et al.*, 2021):

1. Program pendidikan STEM harus didasarkan pada prinsip konstruktivisme yang didukung oleh temuan ilmu kognitif selama tiga dekade. Pendidikan STEM terintegrasi terjadi ketika:
 - Pembelajaran dipandang sebagai proses yang aktif dan konstruktif
 - Motivasi dan keyakinan peserta didik merupakan bagian integral dari kognisi
 - Interaksi sosial merupakan dasar untuk perkembangan kognitif
 - Pengetahuan, strategi, dan keahlian dikontekstualisasikan dalam pengalaman belajar
2. Pendidikan STEM berkualitas tinggi adalah upaya yang penting, relevan, dan berkelanjutan untuk semua peserta didik belajar pendidikan STEM:
 - Memungkinkan pemikir analitis dan kritis
 - Meningkatkan literasi sains, matematika, dan teknologi
 - Mendorong generasi inovator dan wirausahawan berikutnya
 - Memberikan kesempatan peserta didik untuk aktif terlibat pada keterampilan kerja sama tim abad ke-21,

kolaborasi, pemecahan masalah, komunikasi, dan pemikiran kreatif

- Menawarkan pengalaman belajar kepada peserta didik dalam menerapkan dengan cara yang relevan dan bermakna

3. Promosi pendidikan STEM harus fokus pada hal-hal berikut:

- Guru, administrator sekolah, dewan sekolah, dan pemimpin sekolah harus mengidentifikasi tujuan dan jalur bersama untuk menciptakan visi dan definisi bersama tentang pengajaran dan pembelajaran STEM untuk komunitas.
- Guru STEM harus diberi sumber daya yang diperlukan untuk mengimplementasikan pendidikan STEM berkualitas di kelas, termasuk peluang untuk pertumbuhan dan pembelajaran profesional melalui pelatihan, pendampingan, dan layanan dukungan yang berkelanjutan dan berkelanjutan, saat merencanakan, mengembangkan, dan melaksanakan pelajaran dan unit STEM
- Sekolah harus terus menyediakan akses ke teknologi, materi, alat, dan sumber daya untuk memfasilitasi penerapan pengajaran dan pembelajaran STEM terintegrasi.

1.3 Integrasi STEM dalam Pembelajaran

Pendidikan STEM seharusnya dimulai sejak usia prasekolah dan memberikan pengalaman pendidikan yang dapat diakses yang menjangkau spektrum sejak dini (Allen, & Peterman, 2019). Pendekatan baru dalam pengajaran STEM, menciptakan definisi baru keberhasilan pembelajaran, dan mempertimbangkan ide-ide baru tentang struktur fisik lingkungan pendidikan sehingga lebih inklusif dan kondusif

untuk eksplorasi, penemuan, dan iterasi desain. Sekolah harus menerapkan model pembelajaran profesional dan dukungan berkelanjutan untuk mempertahankan perubahan dalam pedagogi, termasuk metode pembelajaran yang mempromosikan pembelajaran untuk orang dewasa yang mencerminkan metode yang akan digunakan dengan peserta didik. Sekolah, pemerintah daerah, pemberi kerja, masyarakat luas, dan semua pemangku kepentingan yang berkepentingan harus mencari peluang untuk membangun kapasitas untuk pembelajaran bersama, pendampingan pekerjaan, dan pendampingan peserta didik untuk mendukung transisi peserta didik ke dunia kerja. Sekolah, pemberi kerja, masyarakat luas, dan semua pemangku kepentingan yang berkepentingan harus membantu mempromosikan, memfasilitasi, dan mendukung secara finansial pelatihan pendidik STEM (Wibowo, *et al.*, 2021). Sehingga semua guru dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan lintas disiplin, dan menyediakan atau meningkatkan waktu kolaborasi yang diperlukan bagi pendidik untuk merencanakan, mempelajari, berbagi, dan meningkatkan unit pengajaran STEM terintegrasi (Ryu, *et al.*, 2019). Integrasi STEM ditunjukkan Gambar 1.2.

Komponen STEM dan Maksudnya



Gambar 1.2 : Integrasi STEM dan Maksudnya dalam Pembelajaran. (Sumber: Penulis)

Berdasarkan Gambar 1.2. diperoleh informasi bahwa Sains dengan menemukan dan mendeskripsikan Pemahaman yang lebih baik tentang kehidupan. Teknologi dengan menemukan dan berinovasi Meningkatkan dunia alami, Teknik dengan mengontrol, memodifikasi, atau merancang bahan, proses, dan sistem apa yang bisa jadi. Matematika dengan bahasa simbolik untuk merepresentasikan realitas memahami dunia dengan angka (Wibowo, et al., 2022).

Mengadopsi pedagogi berbasis desain dalam mengembangkan STEM terintegrasi untuk kerangka kerja pedagogis yang menyeluruh Program STEM terintegrasi membutuhkan konteks yang menyintesis pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu. Konteks menyediakan sarana untuk mengembangkan pembelajaran STEM melalui proses yang memungkinkan eksplorasi pengetahuan (Nadelson dan Seifert, 2017). Dalam studi terbaru, Teknik, dan proses desain turunannya, secara luas direkomendasikan sebagai kunci untuk mengintegrasikan Subjek STEM (Sutaphan, & Yuenyong, 2019). Teknik atau Rekayasa disorot sebagai konteks di mana subjek terkait STEM dapat dihubungkan dan konteks yang dapat menempatkan pembelajaran. Teknik memberikan peserta didik konteks dunia nyata untuk pembelajaran Matematika dan IPA (Nguyen, *et al.*, 2020). Teknik melibatkan peserta didik dalam pembelajaran teknologi sambil menerapkan pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah praktis. Selain itu, proses terlibat dalam pekerjaan teknik selaras dengan pendidikan STEM model pengajaran dan pembelajaran (Solihin, *et al.*, 2021). Desain Teknik yaitu, model proses berulang yang diterapkan untuk pemecahan masalah. Misalnya, desain teknik yang dikonseptualisasikan instruksi dalam lima fase interaktif: Masalah, Ide Penciptaan, Merancang Membangun, Menilai Desain, dan Mendesain ulang Merekonstruksi (Wannapiroon, & Pimdee, 2022). Desain

implementasi STEM dalam pembelajaran ditunjukkan Tabel 1.1.

Tabel 1.1 : Komponen STEM dan Implementasi
(Sumber: Penulis, 2023)

Komponen STEM	Implementasi STEM di kelas atau Media
1. <i>Science</i> (Sains) Kemampuan untuk menggunakan pengetahuan kognitif (ilmiah) yang dimiliki dan proses memahami alam atau masalah kehidupan sehari-hari serta berpartisipasi memberikan solusi untuk pengambilan keputusan	Pembelajaran berdasarkan konsep dan aplikasi Sains yang bersifat kontekstual
2. <i>Technology</i> (Teknologi) Kemampuan menerapkan pengetahuan dengan teknologi baru. Bagaimana teknologi baru dikembangkan, keterampilan untuk menganalisis apakah teknologi baru mempengaruhi masyarakat	Pembelajaran merujuk pada keterampilan mengembangkan atau menerapkan Media atau Teknologi baru
3. <i>Engineer</i> (Teknik) Kemampuan menggunakan pemahaman tentang bagaimana teknologi yang dikembangkan dengan proses desain dan menerapkannya pada sebuah proyek atau kasus	Pembelajaran merujuk pada desain yang telah dikembangkan dan diterapkan dalam sebuah proyek teknik, sosial yang aktual

Komponen STEM	Implementasi STEM di kelas atau Media
4. <i>Mathematics</i> (Matematika) Kemampuan menerapkan analisis, sintesis dan mengkomunikasikan sebuah ide, merumuskan dan memecahkan masalah serta memberikan solusi untuk masalah matematika	Pembelajaran merujuk pada komunikasi ide dan menyelesaikan fenomena matematika

Tabel 1.2 : Contoh Implementasi Pembelajaran berbasis STEM
(Sumber: Penulis, 2023)

STEM Activities	Tujuan Pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Mathematics
1. Cahaya “Petualangan Cahaya” dan “Teropong untuk Teknologi dalam Perang”	Mengetahui bahwa proses desain teknik terdiri dari beberapa Langkah yang dapat digunakan untuk memecahkan	Rencana tujuan pembelajaran berdasarkan konsep Sains yang kontekstual: Mengembangkan Video Singkat 5 menit mengenai konsep jenis-	Keterampilan mengembangkan Media berbasis Teknologi baru : Pemilihan bahan yang akan digunakan dalam alat Teropong untuk perang kegunaan dan	Strategi Pembelajaran dengan mendesain proyek: Persiapan desain yang Proyek Teropong untuk perang	Media yang tepat dalam mengkomunikasikan ide dan menyelesaikan matematika: Mengkomunikasikan ide dengan media hasil perhitungan dalam penentuan

STEM Activities	Tujuan Pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	masalah. - Mengetahui bahwa cahaya mengalami jalur linier ke segala arah dan ditampilkan dengan gambar. - Menjelaskan hubungan antara cahaya datang dan cahaya pantul, Garis normal. - Menyadari efek negatif dari polusi cahaya dan menjelaskan.	jenis sumber cahaya, sinar datang, sinar pantulan, difusi cahaya, polusi cahaya	biaya. Penggunaan video atau simulasi.	beserta strategi penggunaannya untuk mengetahui polusi cahaya, pembuatan, persiapan dan penerapan Proyek teropong untuk memberikan membantu saat melihat lawan perang menggunakan teropong.	jarak sumber cahaya dari garis normal dan menentukan sudut sumber cahaya yang tepat.
2. Lensa	Menjelaskan	Rencana tujuan	Keterampilan	Strategi	Media yang tepat

STEM Activities	Tujuan Pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Mathematics
“Produksi Film Sains”	sifat-sifat lensa dan jenis lensa. - Menjelaskan sifat gambar yang dibentuk oleh lensa. - Membuat gambar tentang pembentukan gambar di lensa. - Memberikan contoh penggunaan lensa.	pembelajaran berdasarkan konsep Sains yang kontekstual: Mengembangkan Video Singkat atau simulasi singkat tentang Sinar yang masuk ke lensa tipis dan sinar yang masuk ke lensa tebal.	mengembangkan Media berbasis Teknologi baru : Pemilihan bahan untuk kebutuhan desain teknologi dalam membuat produksi film sains dengan kamera. Teknologi kamera yang di dalamnya terdapat sinar yang masuk ke lensa tipis dan sinar yang masuk ke lensa tebal.	Pembelajaran dengan mendesain proyek: Desain, aplikasi, pengembangan produk Teknik desain <i>story board</i> film sains.	dalam mengkomunikasikan ide dan menyelesaikan matematika: Menghitung jarak fokus lensa dan titik fokus lensa yang akan digunakan. pada kamera yang digunakan pada pembuatan film sains.

1.4 STEM Based Learning vs. Inquiry Based Learning

Pembelajaran STEM berbeda dari pembelajaran berbasis inkuiri dalam penekanannya pada konstruksi portofolio peserta didik. Tidak seperti pembelajaran berbasis inkuiri, tidak jelas pembicaraan tugas tentang sebuah portofolio atau produk (Siverling, *et al.*, 2019). Pembelajaran berbasis STEM biasanya kurang terstruktur daripada pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri karena setiap kelompok harus mengatur pekerjaannya sendiri, materi, tugas individu, dan mengatur waktu peserta didik sendiri. Pembelajaran berbasis STEM, peserta didik bertanggung jawab pada pembelajaran peserta didik sendiri dan mengembangkan keterampilan kolaborasi. Pendekatan berbasis inkuiri digunakan dalam pendidikan sains di mana kegiatan langsung dilakukan metode didorong dan ilmiah dipelajari pada masalah otentik (Orosz, *et al.*, 2023). Sebaliknya, STEM biasanya lebih bersifat interdisipliner, studi pelajaran interdisipliner atau multidisipliner satu masalah dari perspektif berbagai disiplin ilmu untuk menutupi tujuan dan standar pembelajaran masing-masing berdasarkan kebutuhan dan minat peserta didik (Kangas, *et al.*, 2022). Guru juga dapat mengembangkan kemitraan dengan para profesional di komunitas untuk menghasilkan proyek yang lebih baik dan lebih menarik. Pembelajaran berbasis inkuiri didorong oleh pertanyaan yang paling dipedulikan peserta didik (Gholam, 2019). Peran guru adalah untuk membimbing peserta didik untuk menemukan jawaban atas pertanyaan peserta didik dan mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan baru. Sebagai peserta didik sebagian besar mengarahkan pelajaran, guru mengambil peran sebagai pemandu yang memastikan bahwa setiap orang mengerjakan tugasnya. Seperti dalam pembelajaran berbasis inkuiri, peran seorang guru dalam STEM

mirip dengan seorang pelatih atau pemandu, yang memantau kemajuan peserta didik di seluruh proyek dan pastikan setiap kelompok bekerja secara kolaboratif menuju satu tujuan: menyelesaikan proyek (Capraro, *et al.*, 2013). Perbedaan pembelajaran berbasis STEM dengan pembelajaran Inkuiri pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 : STEM Project Based Learning vs. Inquiry Based Learning

STEM Project Based-Learning	Inquiry-Based Learning
Berpusat pada peserta didik dan mandiri	Berpusat pada peserta didik dan dibimbing oleh guru
Metode belajar dan mengajar	Metode belajar dan mengajar
Belajar melalui pengalaman	Belajar berdasarkan pengetahuan dan pengalaman sebelumnya
Menghasilkan Produk	Tidak harus menghasilkan produk
Pembelajaran kolaboratif	Pembelajaran kolaboratif
Pembelajaran kooperatif dan kelompok	Pembelajaran individu atau (tidak selalu) kooperatif dan kelompok
Tugas yang tidak jelas dan hasil yang jelas	Tugas opsional dan hasil yang ditentukan secara longgar
Didorong oleh proyek	Didorong oleh hipotesis atau pertanyaan
Konstruktivisme	Konstruktivisme
Tidak tersusun (urutan bebas)	Tersusun
Guru sebagai fasilitator	Guru sebagai fasilitator
Langkah-langkah Desain	Tidak ada produk dan tidak

STEM Project Based-Learning	Inquiry-Based Learning
Teknik atau Rekayasa merupakan inti dari STEM	ada langkah-langkah desain teknik.
Jenis penilaian: Formatif dan sumatif	Jenis penilaian: Formatif dan sumatif
peserta didik sebagai penanya dan penentu solusi untuk tugas sesuai masalah kehidupan nyata	peserta didik sebagai penanya
<i>Hands-on</i> dan <i>Minds-on</i>	<i>Hands-on</i> dan <i>mind-on</i>
Langsung dan langsung Proyek	Proyek Tidak selalu ada
Aplikasi proyek dalam kehidupan nyata	Tidak ada kendala dan jadwal waktu tertentu
Pertanyaan adalah bagian penting dari STEM	Pertanyaan adalah inti dari pembelajaran berbasis inkuiri
Multidisiplin	Subjek Tunggal

Perbedaan utama antara peran guru dalam STEM adalah mengarahkan peserta didik ke kelompoknya untuk menemukan jawaban atas pertanyaan peserta didik (Huang, *et al.*, 2022). Sebaliknya, berbasis inkuiri guru mengajukan pertanyaan panduan untuk membantu peserta didik. Guru dalam pembelajaran berbasis inkuiri menghargai keutamaan peserta didik pengetahuan, pengalaman, dan minat dengan demikian membangun pembelajaran atau pertanyaan baru di atasnya sedangkan ini tidak persis sama dalam pembelajaran berbasis proyek STEM di mana proyek yang seharusnya dipelajari peserta didik tidak harus dibangun di atas pengalaman peserta didik sebelumnya atau minat peserta didik tetapi harus menjadi tugas dunia nyata dan menarik. Karena

peserta didik ditugaskan untuk memecahkan masalah/proyek yang berasal dari kehidupan nyata dan memiliki kehidupan nyata aplikasi, peserta didik harus menyelidiki, peserta didik menganalisis, dan mempresentasikan temuan peserta didik. Secara alami, ciri khas dari Pembelajaran berbasis STEM adalah kemandirian yang lebih besar dari penyelidikan dan kepemilikan pekerjaan di pihak peserta didik (Smith, *et al.*, 2022). Berbeda dengan pembelajaran berbasis inkuiri, memberikan peserta didik lebih banyak derajat kebebasan untuk berdiskusi, menguji, dan menciptakan solusi peserta didik sendiri. Penilaian merupakan bagian integral dari pembelajaran berbasis inkuiri. Seperti STEM, pembelajaran berbasis inkuiri menggunakan penilaian formatif dan sumatif untuk memastikan peserta didik mempelajari apa yang seharusnya peserta didik pelajari. Penilaian formatif adalah alat berkelanjutan yang digunakan sepanjang pelajaran, dan dapat mengambil berbagai bentuk, seperti sebagai pengamatan peserta didik, mencatat, sehingga pembelajaran dan penilaian berjalan beriringan.

Sebaliknya, penilaian sumatif berfokus pada hasil belajar secara keseluruhan. Dalam pembelajaran berbasis inkuiri, itu lebih disukai memiliki penilaian naratif sebagai penilaian sumatif di mana peserta didik memberikan ringkasan menunjukkan pembelajaran peserta didik kepada guru, anggota keluarga, dan orang lain. Rubrik juga digunakan untuk mengukur apa peserta didik belajar selama dan setelah kerja kelompok. *Last but not least*, salah satu perbedaan utama antara pembelajaran berbasis inkuiri dan STEM adalah itu prinsip-prinsip desain teknik (yaitu identifikasi masalah, penelitian, ide, analisis ide, pengujian dan penyempurnaan, dan metakognitif dan komunikasi) terlibat dalam setiap langkah. Penggunaan rekayasa dalam memecahkan masalah dunia nyata, memberi peserta didik kesempatan besar untuk menggunakan matematika, sains, dan kurikulum teknologi

untuk mengilustrasikan konsep-konsep yang mungkin sulit divisualisasikan oleh peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, S., & Peterman, K. 2019. Evaluating informal STEM education: Issues and challenges in context. *New Directions for Evaluation*, 2019(161), 17-33.
- Bray, A., & Tangney, B. 2017. Technology usage in mathematics education research – a systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255–273.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. 2013. STEM project-based learning. *An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, 2.
- Crabtree, L. M., Richardson, S. C., & Lewis, C. W. 2019. The gifted gap, STEM education, and economic immobility. *Journal of Advanced Academics*, 30(2), 203-231.
- DeCoito, I., & Estaiteyeh, M. 2022. Online teaching during the COVID-19 pandemic: exploring science/STEM teachers' curriculum and assessment practices in Canada. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 8.
- Di, C., Zhou, Q., Shen, J., Li, L., Zhou, R., & Lin, J. 2021. Innovation event model for STEM education: A constructivism perspective. *STEM Education*, 1(1), 60-74.
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. 2020. Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 369-385.
- Gholam, A. P. 2019. Inquiry-based learning: Student teachers' challenges and perceptions. *Journal of Inquiry and Action in Education*, 10(2), 6.

- Hacioğlu, Y., & Gülhan, F. 2021. The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science Environment and health*, 7(2), 139-155.
- Huang, B., Jong, M. S. Y., Tu, Y. F., Hwang, G. J., Chai, C. S., & Jiang, M. Y. C. 2022. Trends and exemplary practices of STEM teacher professional development programs in K-12 contexts: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 104577.
- Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. 2022. Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-19.
- Kangas, K., Sormunen, K., & Korhonen, T. 2022. Creative learning with technologies in young students' STEAM education. In *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education: Technology to Promote Teaching and Learning* (pp. 157-179). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Li, Y. 2018a. Journal for STEM education research – promoting the development of interdisciplinary research in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 1(1-2), 1-6.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. 2020. Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. 2019. The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *Zdm*, 51, 869-884.

- Margot, K. C., & Kettler, T. 2019. Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM education*, 6(1), 1-16.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. 2019. What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., ... & Bevan, B. 2021. The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209-231.
- Munn, Z., Peters, M., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. 2018. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(143), 1-7.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. 2017. Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. London: Taylor & Francis.
- Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., & Tran, T. K. 2020. STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability*, 12(21), 8865.
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. 2023. Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 50-70.
- Parker, S. K., & Grote, G. 2022. Automation, algorithms, and beyond: Why work design matters more than ever in a digital world. *Applied Psychology*, 71(4), 1171-1204.

- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. 2021. Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 1-18.
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. 2019. Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International journal of technology and design education*, 29, 493-512.
- Saw, G. K. 2020. Leveraging social capital to broaden participation in STEM. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 7(1), 35-43.
- Siverling, E. A., Suazo-Flores, E., Mathis, C. A., & Moore, T. J. 2019. Students' use of STEM content in design justifications during engineering design-based STEM integration. *School Science and Mathematics*, 119(8), 457-474.
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., ... & Smith, T. 2022. Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10), 728.
- Solihin, A., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. 2021. Review of trends project based learning (PjBL) integrated STEM in physics learning. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2019, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Sutaphan, S., & Yuenyong, C. 2019. STEM education teaching approach: Inquiry from the context based. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.
- Tytler, R. 2020. STEM education for the twenty-first century. *Integrated approaches to STEM education: An international perspective*, 21-43.

- Wannapiroon, N., & Pimdee, P. 2022. Thai undergraduate science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) creative thinking and innovation skill development: a conceptual model using a digital virtual classroom learning environment. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5689-5716.
- Wibowo, F. C., Nasbey, H., Sanjaya, L. A., Darman, D. R., & Ahmad, N. J. 2021. Interactive book augmented reality (ibar) for lesson physics on STEM. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2019, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Wibowo, F. C., Priane, W. T., Darman, D. R., Guntara, Y., & Ahmad, N. J. 2022. Dissemination of Virtual Microscopic Simulation (VMS) to Sparking in STEM for Facilitating 21st-Century Skills (21-CS). *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2377, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.

BAB 2

STEM RUMAH HEMAT ENERGI

2.1 Pentingnya STEM Rumah Hemat Energi

2.1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki banyak sumber energi, seperti energi air, angin, matahari, minyak bumi, gas, batubara, dan energi terbarukan. Namun, kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau dan kepulauan membuat distribusi beban listrik menjadi tidak merata, sehingga permintaan listrik rendah di beberapa wilayah. Selain itu, biaya marginal yang tinggi untuk membangun sistem pasokan listrik dan keterbatasan sumber daya finansial juga menjadi faktor penghambat utama dalam penyediaan listrik dalam skala nasional (Rosyid *et al.*, 2022). Jika sumber daya energi yang ada dimanfaatkan secara berkelanjutan dan mandiri, maka negara ini tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi internal, tetapi juga memiliki potensi untuk menjadi pengeksport energi. Dengan kata lain, dengan memanfaatkan sumber daya energi yang melimpah dengan bijak, maka kebutuhan energi negara ini dapat terpenuhi dengan cukup dan berkelanjutan (Santoso & Salim, 2019).

Namun energi-energi yang tersedia di Indonesia, cepat atau lambat pun akan menghadapi krisis energi, hal ini karena sumber energi tak terbarukan memiliki proses yang sangat lama, untuk menjadi sebuah energi tak terbarukan yang dapat digunakan, selain itu terjadinya global warming yang sedang dihadapi masyarakat dunia saat ini, menjadi salah satu faktor penting yang mengakibatkan menipisnya cadangan sumber energi tak terbarukan, hal ini dikarenakan sebab terjadinya

peningkatan emisi diatmosfer, penggunaan energi tak terbarukan harus digunakan secara bijak. Hal ini dikarenakan peningkatan kebutuhan energi mengintimidasi dunia untuk situasi tak terkendali untuk waktu yang lama, di mana luar biasa akan mempengaruhi kehidupan sehari-hari (Danish *et al*, 2019). Pada pengurangan penggunaan energi tetap menjadi landasan dalam mitigasi gas rumah kaca global (Johansson & Thollander, 2018). Salah satu penyebab pemanasan global yakni adalah pemakaian listrik yang berlebih dari pembangkit berbahan bakar fosil (Prianto, 2007).

Menurut temuan penelitian yang dilakukan oleh (Ahlering *et al*, 2016) 93% emisi langsung dari sektor perumahan disebabkan oleh pembakaran bahan bakar, seperti transportasi dan pemanas. Oleh karena itu, penggunaan energi yang lebih berkelanjutan dan khususnya pengenalan teknologi energi terbarukan di rumah tangga dapat menjadi salah satu instrumen kunci untuk memerangi perubahan iklim. Kemudian sumber energi yang digunakan dalam rumah tangga dapat menjadi dua kelompok, pertama bahan bakar fosil, meliputi gas alam, minyak, dan batu bara; dan kedua teknologi terbarukan, yang meliputi, biomassa konvensional dan sumber modern, seperti energi matahari, angin, dan panas bumi (Yan, *et al*, 2017).

Salah satu tantangan dalam melakukan edukasi untuk mendukung upaya penghematan energi listrik nasional adalah keberagaman latar belakang individu, seperti status sosial dan pendidikan, di dalam sebuah rumah tangga (Boudet, Flora, & Armel, 2016). Walaupun demikian, individu di dalam rumah tangga juga dianggap sebagai agen yang efektif dalam upaya penghematan energi listrik (Karjallainen, 2011). Kesadaran setiap individu dalam rumah tangga terhadap pentingnya upaya penghematan listrik dianggap dapat berdampak signifikan pada keberhasilan program penghematan energi secara nasional dan global yang telah diprogramkan oleh

pemerintah. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dan fasilitasi untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam upaya penghematan energi listrik agar dapat menghasilkan hasil penghematan yang optimal. (Indra, 2005).

Pembuatan miniatur rumah hemat energi ini akan banyak hal yang dipelajari seperti dalam pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM). Model pembelajaran STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) di bidang pendidikan bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik agar siap bersaing dan mampu bekerja dalam bidang keahlian mereka (Setiawan et al, 2020). Hanover Research (2011) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa tujuan utama dari pembelajaran STEM adalah untuk menunjukkan pengetahuan yang menyeluruh dan terintegrasi antara subjek-subjek yang terkait dengan STEM. Pendidikan STEM memiliki ciri khas dalam mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk memecahkan masalah-masalah dunia nyata. (Roberts, 2012).

2.1.2 Penelitian Relevan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya mengenai rumah hemat energi adalah sebagai berikut:

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Buktiene, Zavadskas, Streimikiene (2020)	<i>Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for the Assessment of</i>	Terdapat kesimpulan bahwa sumber energi terbarukan memberikan kemungkinan untuk mengatasi masalah perubahan iklim dan dekarbonisasi ekonomi yang sangat relevan saat

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>Renewable Energy Technologies in a Household: A Review</i>	ini. Pengkajian teknologi energi terbarukan di rumah tangga menggunakan metode MCDM dilakukan dengan tujuan yang berbeda, dikategorikan menjadi tiga kelompok utama, perbandingan teknologi, evaluasi system energi hibrida, dan memecahkan masalah manajemen energi
2	Martinaitis, Zavadskas, Motuziene, Vilutiene. (2015)	<i>Importance Of Occupancy Information When Simulating Energy Demand Of Energy Efficient House</i>	Menyatakan bahwa rumah hemat energi memiliki konsumsi energi sangat rendah, selama perencanaan dan desain rumah hemat energi, investor dan perancang memiliki syarat untuk memastikan konsumsi energi yang sangat rendah dalam tahap siklus hidupnya.
3	Alalouch, Saleh, Al-Saadi. (2016)	<i>Energy Efficient House In The GCC Region</i>	Menyatakan bahwa konsep rumah hemat energi terbukti layak di daerah dingin, penerapan di iklim panas

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			masih belum eksklusif, namun rumah hemat energi yang modern relatif memiliki konsep baru bagi negaranya
4	Motuziene, Vilitiene. (2013)	<i>Modelling the Effect of the Domestic Occupancy Profiles on Predicted Energy Demand of the Energy Efficient House</i>	Menyatakan pada hasil simulasi menunjukkan jumlah anggota harus diperhitungkan saat melakukan simulasi terutama pada rumah hemat energi untuk dapat digunakan pada simulasi rumah Eropa
5	Bastida, Cohen, Kollman, Moya, Reich. (2019)	<i>Exploring the Role of ICT on Household Behavioural Energy Efficiency to Mitigate Global Warming</i>	Menyatakan bahwa potensi intervensi pada TIK dapat mengurangi penggunaan energi dan meningkatkan efisiensi pada hemat energi.
6	Trotta. (2018)	<i>Factors Affecting Energy-Saving Behaviours</i>	Mengidentifikasi sosio-demografi, tempat tinggal, dan faktor lingkungan yang memiliki pengaruh pada

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>and Energy Efficiency</i>	kegiatan hemat energi kehidupan sehari-hari di Inggris.
7	Eddy Prianto. (2012)	Strategi Desain Fasad Rumah Tinggal Hemat Energi	Tujuan dari pembahasan tersebut adalah untuk menganalisis hubungan antara empat kata kunci, yaitu fasad rumah tinggal, kenyamanan, beban panas, dan konsumsi energi listrik. Analisis ini bertujuan untuk mengurangi beban panas yang dihasilkan oleh pancaran sinar matahari. Finishing dinding fasad memiliki peran penting dalam mengurangi beban panas tersebut. Dinding yang belum di-finishing, dengan susunan bata terlihat, lebih cocok untuk daerah yang dingin atau pegunungan. Namun, untuk daerah yang panas, pelapis cat warna putih merupakan pilihan yang lebih menguntungkan dalam mengurangi panas

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			ruangan dibandingkan dengan warna cat yang lebih mencolok.
8	Alam, Lin, Ahmad, Omar, Ali. (2019)	<i>Factors Affecting Energy-Efficient Household Products Buying Intention: Empirical Study</i>	Menjelaskan bahwa konsumen dapat memutuskan untuk membeli produk hemat energi karena akan mengurangi biaya energi dan baik untuk kesehatan, bahkan Negara Malaysia termotivasi untuk bersikap ramah lingkungan serta produksi produk hemat energi.
9	Shove. (2018)	<i>What is Wrong With Energy Efficiency</i>	Bahwa terdapat tujuan efisiensi energi untuk mengurangi jumlah energi yang digunakan dan emisi karbon yang terkait dengan desain dan pengoperasian hal-hal seperti bangunan, peralatan rumah tangga, dan teknologi pemanas dan pendingin. Hal ini jika emisi karbon ingin dikurangi pada skala yang signifikan maka

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			penting untuk mempertimbangkan makna dan tingkat pelayanan serta jenis konsumsi serta permintaan yang didukung dan dilestarikan oleh kebijakan efisiensi
10	Chel, Kaushik. (2018).	<i>Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building</i>	Dalam pembahasannya bahwa konservasi energi melalui efisiensi energi di gedung telah menjadi sangat penting di seluruh dunia, empat aspek utama untuk efisiensi energi dalam bangunan, pertama terkait dengan desain sebelum konstruksi bangunan pasif untuk pemanasan/pendinginan pada pencahayaan bangunan. Kedua, memanfaatkan bahan bangunan dengan energi rendah untuk konstruksi bangunan, ketiga berkaitan dengan konservasi energi operasional dengan

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			menggunakan peralatan hemat energi di dalam gedung, keempat bangunan harus menyediakan utilitas system terbarukan terintegrasi untuk pemanas air, serta elektrifikasi fotovoltaiik surya

2.1.3 Alat dan Bahan

No	Alat dan bahan	No	Alat dan bahan
1	Kardus 3 mm dan 5 mm	8	Holder baterai
2	Lem china	9	Lampu senter 3,8 volt/4,8 volt
3	Lem fox	10	Fitting lampu senter (6 buah)
4	Plastic mika bening doff	11	Baterai alkaline (2 buah)
5	Kain beludru hijau	12	Solder
6	Kabel 1,5 m	13	Timah (secukupnya)
7	Saklar mini	14	Doubletip (secukupnya)

2.1.4 Cara Kerja

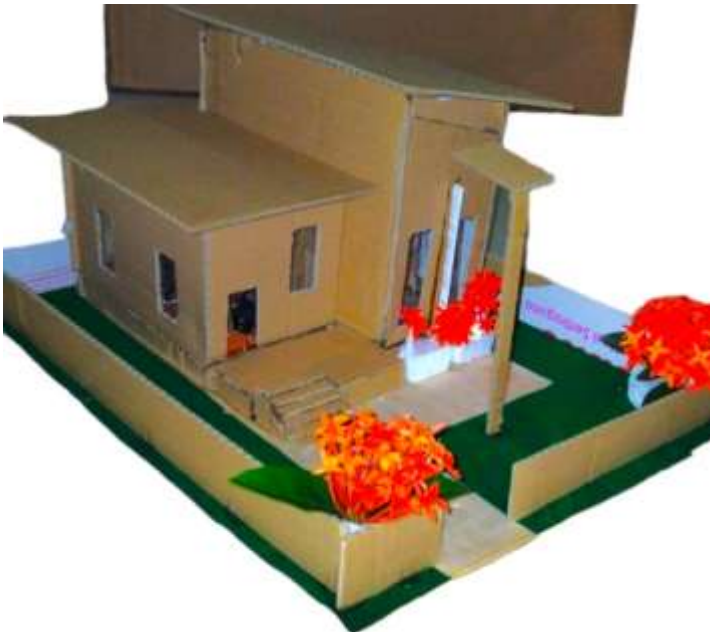
1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Membuat dan menghitung skala bangunan rumah hemat energi yang akan dibuat
3. Membuat sketsa denah rumah hemat energi dengan rincian

sebagai berikut; (2 kamar tidur, kamar mandi, ruang tamu, dapur, carpot, taman).

4. Mencutting & menempel per-bagian dinding rumah, jendela, pintu, serta atap.
5. Memasang instalasi listrik, disetiap bagian rumah
6. Memeriksa instalasi listrik dan finishing maket rumah hemat energi.

2.2 Implementasi STEM Rumah Hemat Energi

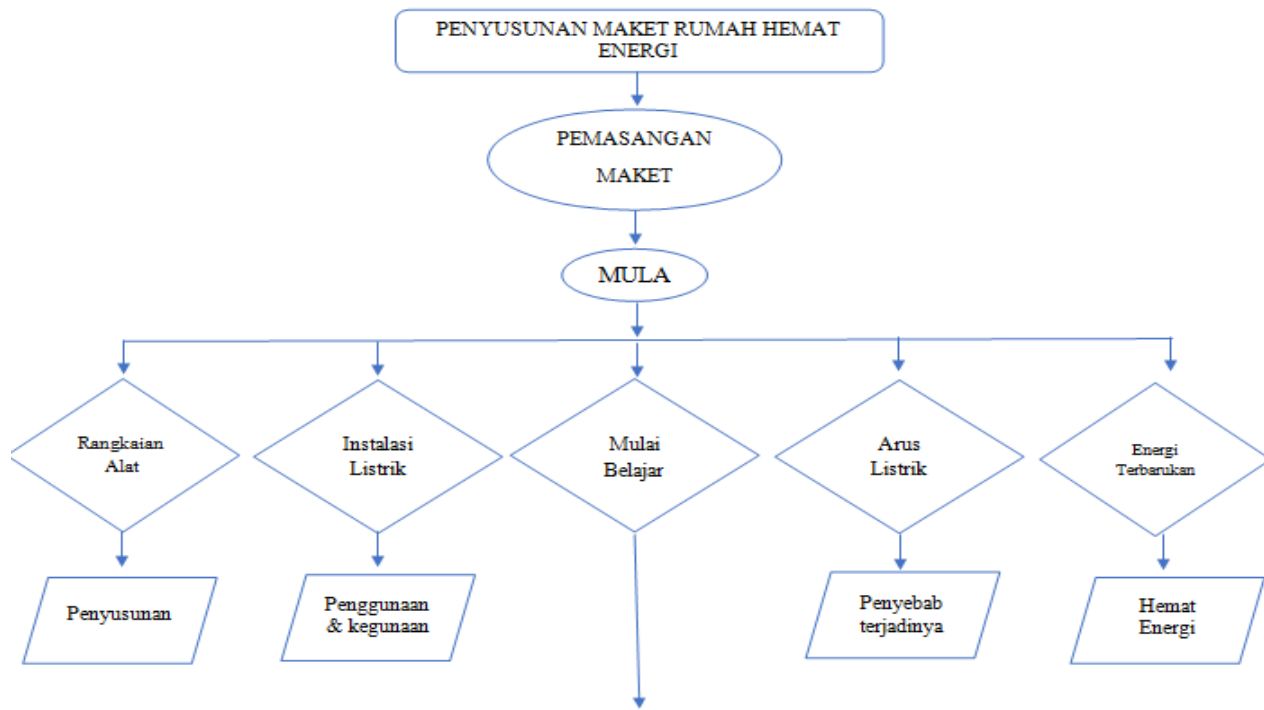
2.2.1 Desain Rumah Hemat Energi

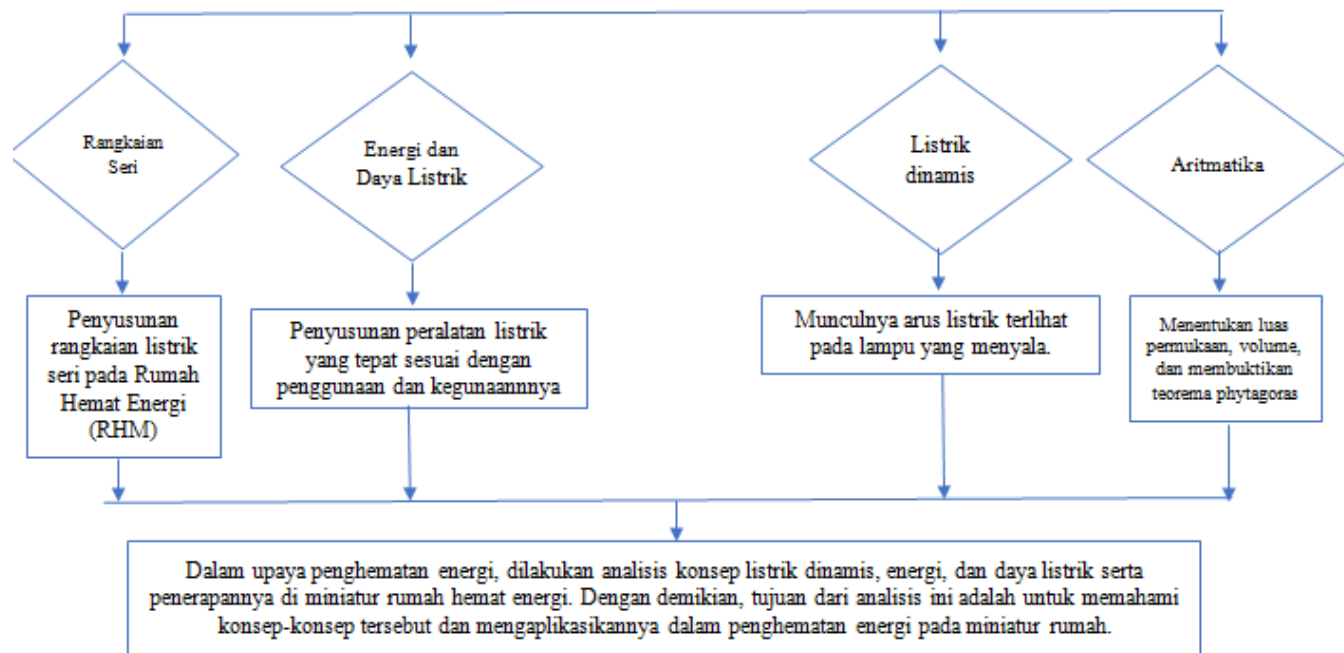


Gambar 2.1 : Rumah Hemat Energi
(Sumber: Peneliti)

Tujuan dari membuat miniatur rumah hemat energi adalah untuk memberikan penjelasan mengenai penghematan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari melalui pembelajaran tentang energi dan daya listrik. Miniatur tersebut dirancang dengan instalasi listrik di dalamnya, dan dalam proses pembuatannya, dilakukan beberapa perhitungan matematika seperti menghitung tinggi bangunan, luas ruangan terbuka dan tertutup, volume ruang, diagonal bidang, serta jumlah lampu dan saklar yang dibutuhkan.

Diagram Alir Pembuatan Produk





Pembahasan Rumah Hemat Energi

Karakteristik produk:

Pertama, penyusunan pembuatan maket. Alat dan bahan yang telah disiapkan akan disusun menjadi satu kesatuan dalam bentuk produk. Pada tahap ini, proses penyusunannya 1) membuat dan menghitung skala bangunan rumah hemat energi yang akan dibuat, 2) membuat sketsa denah rumah hemat energi dengan rincian sebagai berikut (dua kamar tidur, kamar mandi, ruang keluarga, ruang tamu, dapur, teras, carpot, taman). 3) mencutting dan menempel per-bagian dinding rumah, jendela, pintu, serta atap. 4) memasang instalasi listrik disetiap bagian rumah. 5) memeriksa instalasi listrik dan finshing maket rumah hemat energi.

Kedua, mulai melakukan percobaan pada alat yang telah disusun.

Ketiga, Analisa. 1) ketika produk rumah hemat energi sudah siap, maka periksa untuk instalasi listrik. 2) ketika lampu menyala, maka bisa dipastikan rangkaian sudah disambungkan dengan arus. 3) Dalam rangkaian seri, tegangan yang sama akan terbagi ke dalam sejumlah lampu yang ada, sedangkan dalam rangkaian paralel, masing-masing beban listrik akan memiliki tegangan yang sama dengan tegangan dari sumber listrik. 4) Untuk menyalakan lampu, Anda dapat mengaktifkan atau mematikan saklar yang sudah tersedia 5) Memahami konsep seperti listrik dinamis, energi, dan daya listrik ketika diterapkan pada miniatur rumah hemat energi merupakan salah satu cara untuk menghemat energi.

**Tabel Aktivitas pembelajaran, tujuan pembelajaran STEM
"Membuat Miniatur Rumah Hemat Energi"**

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
"Membuat Miniatur Rumah Hemat Energi"	Melalui serangkaian kegiatan seperti diskusi, pengumpulan informasi, perancangan, pembuatan, pengujian, dan presentasi, peserta didik dapat memperoleh pemahaman konsep tentang listrik dinamis, energi, dan daya listrik serta menerapkannya dalam miniatur	Faktual Jika arus disambungkan, maka lampu akan menyala. Konseptual Pada rangkaian seri, tegangan akan terbagi di antara setiap lampu dengan kuat arus yang sama, sedangkan pada rangkaian paralel, setiap beban listrik memiliki	1. Sebuah bangunan yang efisien secara energi (rumah pasif) 2. Sistem listrik di dalam rumah 3. Akses internet untuk mencari informasi tentang rumah hemat energi dan rangkaian listrik 4. Komputer untuk membuat laporan tentang kegiatan tersebut.	1. Perencanaan miniatur rumah hemat energi 2. Pembuatan miniatur rumah hemat energi 3. Perancangan instalasi listrik pada miniatur rumah hemat energi 4. Pembuatan instalasi listrik pada miniatur rumah hemat energi 5. Evaluasi hasil pekerjaan 6. Revisi desain jika diperlukan berdasarkan hasil	1. Mengaplikasikan skala pada pengukuran. 2. Menghitung dimensi bangunan, yaitu panjang, lebar, dan tinggi. 3. Menerapkan teorema Pythagoras untuk membuktikan perhitungan. 4. Menentukan luas permukaan dan volume bangun ruang dengan sisi datar. 5. Menggunakan

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	rumah hemat energi sebagai langkah dalam menghemat energi.	tegangan yang sama dengan sumber tegangan. Prosedural Langkah-langkah merangkai sirkuit listrik dengan berbagai tipe, termasuk terbuka, tertutup, seri, dan paralel Metakognitif Menghemat pemakaian listrik		evaluasi	operasi aritmatika sosial untuk menghitung harga dan jumlah alat dan bahan yang dibutuhkan

Pembahasan

Tabel STEM Miniatur Rumah Hemat Energi mencakup empat aktivitas STEM, sebagai berikut:

1. **Sains**, Peserta didik akan memperoleh pengetahuan yang terdiri dari konsep faktual tentang lampu yang dapat menyala ketika disambungkan ke sumber arus, pengetahuan konseptual tentang pembagian tegangan pada rangkaian seri dan paralel dengan kuat arus yang sama, serta kesetaraan tegangan pada beban listrik dalam rangkaian paralel dan sumber. Selain itu, mereka juga akan mempelajari pengetahuan prosedural tentang cara merangkai rangkaian listrik terbuka, tertutup, seri dan paralel. Terakhir, peserta didik akan memperoleh pengetahuan kognitif tentang cara menghemat energi listrik dengan merancang rumah hemat energi
2. **Teknologi**, Peserta didik akan mempelajari teknologi untuk membuat rumah hemat energi (pasif) yang dilengkapi dengan instalasi listrik menggunakan rangkaian listrik seri dan paralel.
3. **Engineering**, Pembelajaran ini melatih peserta didik dalam bidang teknik dengan merancang dan membuat miniatur rumah hemat energi serta instalasi listriknya, melakukan evaluasi terhadap hasil pekerjaan, dan melakukan perancangan ulang jika diperlukan berdasarkan hasil evaluasi..
4. **Matematika**, Dalam pembelajaran ini, matematika digunakan untuk melakukan beberapa hal seperti menentukan skala pada miniatur rumah, menghitung dimensi bangunan seperti tinggi, menghitung luas permukaan ruangan terbuka (taman) dan tertutup (kamar tidur, kamar mandi, ruang tamu, dan ruang keluarga), menentukan diagonal bidang untuk posisi lampu, menghitung jumlah lampu yang diperlukan, dan

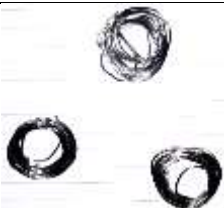
menghitung jumlah saklar yang dibutuhkan. (Yanuar, 2018).

2.2.2 Pengembangan Rumah Hemat Energi

❖ Dokumentasi Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Gambar
Kardus 3 mm dan 5 mm	
Lampu senter 4,8 volt	
Kabel (1,5 m)	

Alat dan Bahan	Gambar
Lem fox	
Saklar mini	
Fitting lampu senter	
Holder baterai	

Alat dan Bahan	Gambar
Baterai Alkaline	
Alat Solder	
Timah	
Cutter	

2.2.3 Modul Ajar

INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Nama Penyusun	: Arnisah Ida Roosyidah Addawiyah
Satuan Pendidikan	: SMA
Tahun	: 2022/2023
Mata Pelajaran	: IPA (FISIKA)
Kelas/Semester	: X/1
Topik Materi	: SUMBER ENERGI (Membuat Miniatur Rumah Hemat Energi)
Fase	: E
Elemen CP	: Pemahaman Fisika dan Keterampilan Proses
Alokasi Waktu	: 3 JP
Target Peserta Didik	: Seluruh Peserta Didik kelas X (34 Peserta Didik/kelas)

B. Kompetensi Awal

Sebelum memulai materi ini, diharapkan peserta didik sudah memiliki pemahaman dasar mengenai konsep geometri, Teorema Pythagoras, aritmatika sosial, komponen listrik, konsep rangkaian listrik, serta keterampilan dalam melakukan praktikum.

C. Profil Pelajar Pancasila

Para peserta didik akan mengembangkan kemampuan untuk memiliki keyakinan yang kuat dan takwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berperilaku dengan moral yang baik, bekerja sama dalam gotong royong, berkreasi, dan berpikir kritis dalam menumbuhkan peran mereka dalam masyarakat.

D. Media

Dalam setiap pertemuan, LKPD akan menyesuaikan dengan peralatan dan bahan yang diperlukan, seperti laptop, gawai, kuota internet, buku referensi, video pembelajaran, serta alat dan bahan untuk percobaan.

E. Pendekatan, Model, Metode Pembelajaran

Pendekatan	:	STEM
Model	:	Project Based Learning
Metode	:	Diskusi, Project, Penugasan

KOMPONEN INTI

A. Tujuan Pembelajaran

Dengan melalui kegiatan Diskusi, Pengumpulan Informasi, perancangan, pembuatan, pengujian, dan presentasi, peserta didik akan memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai konsep energi, listrik dinamis, dan daya listrik yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, peserta didik juga akan mengaplikasikan konsep tersebut dalam proyek miniatur rumah hemat energi sebagai usaha untuk menghemat energi listrik.

B. Pemahaman Bermakna

Aspek energi dan perubahannya membahas tentang konsep dasar pengukuran energi dan perubahan energi pada segala sesuatu yang dapat melakukan usaha dan bentuk. Perubahan energi dapat terjadi pada energi kimia, listrik, panas, dan mekanik, serta energi terbarukan. Kebutuhan manusia terhadap energi semakin meningkat, namun sumber energi semakin menipis. Energi listrik sangat penting dalam kehidupan sehari-hari namun permintaannya tinggi dan sumbernya terbatas. Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi masih menjadi pilihan utama, tetapi tidak ramah lingkungan dan sumbernya semakin berkurang. Oleh karena itu, energi terbarukan menjadi alternatif yang menjanjikan sebagai sumber energi masa depan. Salah satu contoh sumber energi terbarukan adalah serbuk kayu. Diharapkan setelah mengikuti modul ini, peserta didik dapat mengatasi masalah energi dengan cara yang ramah lingkungan.

C. Pertanyaan Pemantik

1. Sumber energi apa yang kalian biasa gunakan dalam kehidupan sehari-hari ?
2. Sebutkan energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti energi tak terbarukan?
3. Apa saja yang dapat dilakukan untuk menghemat energi tak terbarukan ?

D. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
Pendahuluan		1. Kegiatan dimulai dengan guru menyampaikan salam dan mengajak siswa untuk berdoa sesuai dengan keyakinan agama masing-masing. 2. Guru melakukan absensi kehadiran siswa pada saat pembelajaran dimulai. 3. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk membangkitkan semangat dan motivasi belajar. 4. Siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok oleh guru. 5. Guru mengecek penguasaan	10

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		kompetensi yang sudah dipelajari tentang konsep tentang konsep geometri, teorema pythagoras, aritmatika sosial komponen listrik, konsep rangkaian listrik : - Apakah yang dimaksud dengan konsep geometri - Apakah kalian masing ingat dengan teorema pythagoras dalam matematika ? - Apakah kalian ingat dengan rangkaian listrik, baik seri dan paralel 6. Guru menyampaikan kompetensi yang akan dicapai	

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
Kegiatan Inti	Fase 1 : Mengajukan Pertanyaan	1. siswa mengamati video penggunaan energi terbarukan dan tak terbarukan dalam kehidupan sehari. 2. Para peserta didik diminta untuk membuat pertanyaan tentang rangkaian listrik yang terkait dengan pengalaman sehari-hari mereka. 3. Guru memberikan arahan dan pertanyaan terbimbing seperti berikut kepada peserta didik: a) Apakah ada energi disekitar kita? b) Bagaimana menggunakan energi yang tersedia dialam	10

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		untuk kehidupan sehari-hari? c) Apakah energi dapat diciptakan? d) Apakah energi listrik dalam kehidupan sehari-hari sangat berperan besar? e) Pada implemntasi energi listrik , rangkaian apa yang digunakan pada instalasi listrik dirumah? f) Apakah bisa kita mengatur/mengupayakan rangkaian listrik di rumah agar lebih hemat dalam penggunaan setiap harinya? g) Ada yang tahu bagaimana	

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		caranya? 4. Siswa mengajukan pertanyaan – pertanyaan mendasar untuk dasar pengembangan project. 5. Siswa mendapatkan lembar kerja (LK) yang dibagi guru. 6. Siswa membaca dan memerhatikan lembar kerja (LK).	
	Fase 2 : Mendesain Pernecanaan project	1. Siswa berdiskusi dalam kelompok merencanakan sebuah project membuat miniatur rumah hemat energi lengkap dengan instalasi listrik didalamnya. 2. Siswa secara berkelompok mengumpulkan informasi dan mengasosiasikan informasi yang	40

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		diperoleh mengenai pembuatan miniatur rumah hemat energi, 3. Siswa secara mandiri membuat sketsa miniatur rumah hemat energi sesuai dengan instruksi yang tertera di lembar kerja (LK). 4. Siswa secara mandiri mengumpulkan informasi terkait menghemat energi listrik pada rangkaian listrik untuk rumah. 5. Siswa membuat gambar instalasi listrik pada sketsa miniatur rumah hemat energi . 6. Guru menekankan proses desain hasil masing-masing kelompok. 7. Siswa mendiskusikan kembali hasil	

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		komentar terkait desain yang telah dibuat. 8. Siswa membuat rancangan miniatur rumah hemat energi, sesuai dengan panduan lembar kerja. 9. Guru membuat catatan pada jurnal tentang sikap peserta didik selama proses.	
	Fase 3 : Menyusun	Siswa menyusun timeline untuk jadwal penyelesaian project dengan bimbingan guru.	10
Penutup		1. Guru membimbing siswa membuat simpulan kegiatan pembelajaran 2. Guru dan siswa mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan pada pembelajaran yang dilakukan	10

Pertemuan Ke- 1 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		3. Guru merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran 4. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran selanjutnya 5. Guru dan siswa menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa dan salam	

Pertemuan Ke-2 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
Pendahuluan		1. Sebelum memulai pembelajaran, guru memulai dengan memberikan salam dan mengajak siswa untuk berdoa sesuai dengan agama dan kepercayaan masing-masing. 2. Guru mengabsensi kehadiran siswa 3. Guru memberikan motivasi kepada siswa 4. Guru mengecek penguasaan kompetensi yang sudah dipelajari dan kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya 5. Guru menyampaikan kegiatan dan penilaian yang akan dilakukan	10
Kegiatan Inti	Fase 4 : Memonitor	1. Siswa dalam kelompok melaksanakan project membuat miniatur rumah	60

Pertemuan Ke-2 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
	siswa dan kemajuan project	hemat energi beserta rangkaian listrik didalamnya 2. Siswa mendokumentasikan seluruh proses pembuatan miniatur rumah hemat energi 3. Guru memonitoring dan mengobservasi, selama proses pembuatan project tersebut berlangsung 4. Siswa menyelesaikan tugas pembuatan rumah hemat energi dan menghitung energi beserta daya listriknya jika belum selesai dilanjut dipertemuan selanjutnya	
Penutup		1. Guru membimbing siswa membuat simpulan kegiatan pembelajaran	10

Pertemuan Ke-2 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		2. Guru dan siswa mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan pada pembelajaran yang dilakukan 3. Guru merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran 4. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran selanjutnya 5. Guru dan siswa menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa dan salam	

Pertemuan ke-3 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
Pendahuluan		1. Guru memulai pembelajaran dengan memberikan salam dan mengajak siswa untuk melakukan doa sesuai dengan agama atau kepercayaan masing-masing. 2. Guru mengabsensi kehadiran siswa 3. Guru memberikan motivasi kepada siswa 4. Guru mengecek penguasaan kompetensi yang sudah dipelajari dan kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya 5. Guru menyampaikan kegiatan dan penilaian yang akan dilakukan	10
Kegiatan Inti	Fase 5 : Menguji hasil	1. Siswa melakukan uji coba terhadap instalasi listrik masing-masing miniatur	40

Pertemuan ke-3 (2 JP x 40 menit)

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		rumah hemat energi yang dimilikinya sebelum persentasi. 2. guru menyampaikan peraturan saat peersentasi. 3. siswa memaparkan dan mengkomunikasikan hasil project (miniatur rumah hemat energi) yang telah dibuatnya. 4. Siswa melakukan sesi tanya jawab dan pemberian saran dari masing- masing kelompok dan guru 5. Guru menilai persentasi yang dilakukan oleh siswa	
	Fase 6 : Mengevaluasi Pengalaman	1. Siswa mengungkapkannya selama penyelesaian project 2. Pada akhir pembelajaran, guru dan	20

Pertemuan ke-3 (2 JP x 40 menit)			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Desripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
		siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas selama pembuatan miniatur rumah hemat energi	
Penutup		1. Guru membimbing siswa membuat simpulan kegiatan pembelajaran 2. Guru dan siswa mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan pada pembelajaran yang dilakukan 3. Guru merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran 4. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran selanjutnya 5. Guru dan siswa menutup kegiatan pembelajaran dengan berdoa dan salam	10

E. Asesmen

1. Asesmen Diagnostik

Untuk mengidentifikasi gaya belajar peserta didik (visual, auditory, kinestetik), tes dapat dilakukan secara online menggunakan perangkat masing-masing peserta didik. Dengan demikian, hasil tes dapat segera diketahui dengan cepat. Link tes gaya belajar adalah <https://akupintar.id/tesgaya-belajar>.

2. Asesment Formatif

- a. Sikap dan keaktifan dalam diskusi
- b. Pemahaman kognitif
- c. Tampilan presentasi siswa

3. Asesment Sumatif

- a. Test tulis

Pengayaan/Remedial

- a. Remedial : siswa yang masih perlu bimbingan untuk menguasai beberapa capaian elemen yang telah ditentukan diberikan remedial dalam bentuk tes lisan/ mengulang yang diujikan
- b. Pengayaan : siswa yang sudah menguasai beberapa elemen capaian pembelajaran diberikan pengayaan dalam bentuk menonton video terkait materi yang berhubungan.

LAMPIRAN

1. Lembar Kerja

Lembar Penilaian *Project* Dan Produk

Kelompok :

Anggota :

No	Indikator Penilaian	Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
A.	Perencanaan				
1.	Persiapan alat dan bahan				
2.	Rancangan : a. Gambaran rancangan b. Alur kerja dan deskripsi c. Penggunaan alat				
B.	Hasil Akhir (Produk)				
3.	Bentuk fisik				
4.	Inovasi alat				
C.	Laporan				
5.	Laporan dibuat dengan kriteria : a. Kebermanfaatan laporan b. Sistematika laporan c. Penulisan kesimpulan				

*Keterangan : *beri tanda check (v) pada kolom yang sesuai*

Rubrik Penilaian Proyek dan Produk

No	Indikator Penilaian	Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
A.	Perencanaan				
1.	Persiapan alat dan bahan	Hanya menuliskan rancangan alat dan bahan, tetapi tidak menyiapkan alatnya	Alat dan bahan kurang lengkap	Alat dan bahan lengkap tetapi tidak sesuai dengan gambar rancangan	Alat dan bahan lengkap sesuai dengan gambar rancangan
2.	Rancangan : a. Gambaran rancangan b. Alur kerja dan deskripsi c. Penggunaan alat	Hanya terdapat satu dari tiga hal yang dinilai	Hanya terdapat dua	Terdapat semua tetapi kurang sesuai	Terdapat gambar rancangan rumah hemat energi alur kerja dan cara penggunaannya

No	Indikator Penilaian	Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
B.	Hasil Akhir (Produk)				
3.	Bentuk fisik	Alat jauh dari bentuk rancangan awal	Alat sesuai dengan rancangan awal namun tidak bisa digunakan	Alat masih belum sesuai dengan rancangan yang diberikan namun dapat digunakan	Alat sesuai rancangan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya
4.	Inovasi alat	Alat-alat dibuat dari bahan yang ada disekitar, namun tampilan tidak menarik	Alat dibuat dari bahan sekitar, namun kurang menarik	Alat dibuat dari bahan yang disekitar dan menarik	Alat dibuat dari bahan sekitar, didesain sangat menarik dan terdapat keterbaruannya
C.	Laporan				

No	Indikator Penilaian	Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
5.	Laporan dibuat dengan kriteria : a. Kebermanfaa tan laporan b. Sistematika laporan c. Penulisan kesimpulan	Dari ketiga yang dinilai tidak terpenuhi semua	Laporan sesuai dengan sistematika, hanya beberapa kriteria yang terpenuhi	Laporan sesuai sistematika, isi laporan baik simpulan tidak sesuai	Semua krtiteria terpenuhi, isi laporan dan simpulan sangat sesuai

Lembar penilaian persentasi

No	Nama Peserta Didik	Penggunaan bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran konsep
1.					
2.					
3.					

2.3 Kesimpulan

Berdasarkan rancangan pembuatan miniatur rumah hemat energi di atas, dapat disimpulkan bahwa:

Pembuatan miniatur rumah hemat energi digunakan sebagai metode pembelajaran dalam topik energi dan daya listrik untuk mengilustrasikan konsep penghematan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari.

Pada miniatur rumah hemat energi, dilakukan pendekatan STEM atau pendekatan pembelajaran yang terintegrasi antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Hal ini dilakukan karena di dalam miniatur rumah tersebut terdapat cakupan pengetahuan sains dan teknologi tertentu yang dapat direkayasa dengan mempertimbangkan perhitungan matematika. Dalam cakupan sains, akan dibahas mengenai pengetahuan factual, konseptual, prosedural, dan metakognitif. Sedangkan dalam teknologi, akan dibahas mengenai rumah hemat energi atau rumah pasif. Dalam rekayasa atau engineering, dilakukan perancangan miniatur rumah hemat energi dengan instalasi listrik di dalamnya yang melibatkan beberapa perhitungan matematika.

Saran

Saran untuk rancangan ini adalah:

1. Pastikan alat dan bahan yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan dengan baik.
2. Pastikan untuk setiap pembuatan maket miniatur rumah hemat energi diperlukan perhitungan dan desain yang baik.
3. Pastikan instalasi listrik yang terpasang dapat menyala.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlering, Fargione, & Parton. 2016. Potential Carbon Dioxide Emission Reductions from Avoided Grassland Conversion in the Northern Great Plains. *Ecosphere*, 7.
- Alalouch, C., Saleh, M. S.-e., & Al-Saadi, S. 2016. Energy Efficient House In The GCC Region. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 736-743.
- Alam, S. S., Lin, C.-Y., Ahmad, M., Omar, N. A., & Ali, M. H. 2019. Factors Affecting Energy-Efficient Household Products Buying Intention: Empirical Study. *Scienco Environmental and Climate Technologies*, 23(1), 84-97.
- Alih, S. C., & Vafei, M. 2019. Performance of reinforced concrete buildings and wooden structures during the 2015 Mw 6.0 Sabah earthquake in Malaysia. *Engineering Failure Analysis*, 351-368.
- Anderson, P. 2013. Free, Prior, and Informed Consent? Indigenous Peoples and The Palm Oil Boom in Indonesia. *The Palm Oil Controversy in Southeast Asia, a Transnational Perspective*, 244-258.
- Bali, I. 2020. The On-site Earthquake Early Warning System Application as a Manifestation of Concern for Community. *Alumni Meeting: Hunger for Justice*.
- Bastida, L., Cohen, J. J., Kollmann, A., Moya, A., & Reichl, J. 2019. Exploring the Role of ICT on Household Behavioural Energy Efficiency to Mitigate Global Warming. *ScienceDirect*, 455-462.
- Boudet, H. S., Flora, J. A., & Armel, K. C. 2016. Clustering Household Energy-Saving Behaviours by Behavioural Attribute. *Energy Policy*, 92, 444-454.

- Butkiene, I. S., Zavadskas, E. K., & Streimikiene, D. 2020. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for the Assessment of Renewable Energy Technologies in a Household: A Review. *Energies*, 13.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. 2013. Why Pbl? Why Stem? Why Now? An Introduction To Stem Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, And Mathematics (Stem) Approach. *Brill*, 1(1), 1-5.
- Cavic, M. R., Stanisavljevic, J. D., Bogdanovic, I. Z., Skuban, S. J., & Hrvojevic, M. V. 2022. Project-Based Learning of Diffusion and Osmosis: Opinions of Students of Physics and Technology at University. *Sage Open*, 1(1), 1-10.
- Chabaya, R., & Sherwood, B. 2006. Restructuring the introductory electricity and magnetism course. *American Journal of Physics*, 74(4).
- Chel, A., & Kaushik, G. 2018. Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building. *Alexandria Engineering Journal*, 57, 655-669.
- Dekdipnas. 2019. *Undang-undang RI No.20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Ristekdikti.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. 2021. Pengaruh Pembelajaran STEM Berbasis PjBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Kritis. *10*(1), 209-226.
- Fitriyani, A., Toto, & Erlin, E. 2020. Implementasi Model Pjbl-Stem Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1-6.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. 2020. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *ScienceDirect*, 1(1), 1-13.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2005. *Physics 7th Extended Edition*. USA: John Willey & Sons.

- Hanover. 2011. K-12 STEM Education Overview. *hanoverresearch.com*.
- Hidayat, M., Barlian, E., Fatimah, S., Heldi, & Umar, I. 2021. Minangkabau Traditional Rumah Gadang as an Alternative for Earthquake Disaster Response (An Effort for Cultural Sustainability in Padang, West Sumatra). *Central Asian Journal of Literature, Philosophy and Cluture*.
- Hussin, H., Jiea, P. Y., Rosly, R. N., & Omar, S. R. 2019. Integrated 21st Century Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem) Education Through Robotics Project-Based Learning. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(2), 204-211.
- Indra. 2005. Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Masyarakat dalam Upaya Menghemat Pemakaian Energi Listrik di Perumahan Nasional (Perumnas) Helvetia. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17, 60-65.
- Johansson, M. T., & Thollander, P. 2018. A Review of Barriers to and Driving Forces for Improved Energy Efficiency in Swedish Industry– Recommendations for Successful in-House Energy Management. *ScienceDirect*, 618-628.
- Karjallainen. 2011. Consumer Preferences for Feedback on Household Electricity Consumption. *Energi*, 43, 458-467.
- Krajcik, J. S., & Shin, N. 2014. Project-Based Learning-Practices that Foster Effective Learning. *Cambridge University Press*, 275-297.
- Krüger, F., Bankoff, G., Cannon, T., Orlowski, B., & Schipper, E. F. 2015. *Cultures and Disasters: Understanding Cultural Framings in Disaster Risk Reduction*. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Kurnio, H., Fekete, A., Naz, F., & Jüpner, R. 2021. Resilience Learning and Indigenous Knowledge of Earthquake Risk in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.

- Martinaitis, V., Zavadskas, E. K., Motuziene, V., & Vilutiene, T. 2015. Importance Of Occupancy Information When Simulating Energy Demand Of Energy Efficient House: A Case Study. *Journal Energy and Buildings*, 64-75.
- Mercer, J., Gaillard, J., Crowley, K., Shannon, R., Alexander, B., Day, S., et al. 2012. Environmental Hazards: Culture and Disaster Risk Reduction - Lessons and Opportunities. *Taylor & Francis*, 74-95.
- Migda, W., Szczepański, M., & Jankowski, R. 2019. Increasing the Seismic Resistance of Wood-frame Buildings by Applying PU Foam as Thermal Insulation. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 480-488.
- Motuziene, V., & Vilutiene, T. 2013. Modelling the Effect of the Domestic Occupancy Profiles on Predicted Energy Demand of the Energy Efficient House. *SciVerse ScienceDirect*.
- Mufida, S. N., Sigit, D. V., & Ristanto, R. H. 2020. Integrated project-based e-learning with science, technology, engineering, arts, and mathematics (PjBeL-STEAM): its effect on science process skills. *Biosfer Jurnal Biologi UNJ*, 13(2).
- Nikolova, T., Czyz, J., Rolletschek, A., Blyszczuk, P., Fuchs, J., Jovtchev, G., et al. 2005. Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. *The FASEB Journal*, 1(1), 1-25.
- Parno, Yuliati, L., Munfaridah, N., Ali, M., Rosyidah, F., & Indrasari, N. 2020. The effect of project based learning STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction. *IOP Publishing*, 1(1), 1-8.
- Parno, Zulaikah, S., Rosyidah, F. U., & Ali, M. 2020. Faraday flashlight project-based STEM to enhance problemsolving skill of students. *IOP Publishing*, 1(1), 1-8.

- Prianto. 2007. Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming. *Riptek*, 1, 1-10.
- Prianto, E. 2012. Strategi Desain Fasad Rumah Tinggal Hemat Energi. *Riptek*, 6, 55-65.
- Rapoport, A. 1969. *House Form and Culture*. Amerika Serikat: Prentice-Hall.
- Roberts. 2012. A justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*, 74, 1-5.
- Santoso, A. D., & Salim, M. A. 2019. Household Electricity Savings to Support National Energy Stability and Environmental Sustainability. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20, 263-270.
- Scott, C. L. 2015. What Kind Of Pedagogies For The 21st Century. *Education Research Foresight Unesco*, 1-21.
- Setiawan, N. C., Sutrisno, Munzil, & Danar. 2020. Pengenalan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS di Kota Madiun. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5.
- Shove, E. 2018. What is Wrong With Energy Efficiency. *Building Research & Information*, 46(7), 779-789.
- Sinurat, H. A., Syaiful, & Muhammad, D. 2022. The Implementation of Integrated Project-Based Learning Science Technology Engineering Mathematics on Creative Thinking Skills and Student Cognitive Learning Outcomes in Dynamic Fluid. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(1), 83-94.
- Soares, A. A., & Reis, T. O. 2019. Studying Faraday's law of induction with a smartphone and personal computer. *IOP Science*, 1(1).
- Trilling, B., & Fadel, C. 2009. *21st Century Skills: learning for life in our times*. USA: Jossey Bass.

- Trotta, G. 2018. Factors Affecting Energy-Saving Behaviours and Energy Efficiency. *ScienceDirect*, 529-539.
- Wicaksono, W. 2007. *Pedoman Menghadapi Bencana Gempa dan Tsunami*. Paris: KOGAMI-UNESCO-ISDR.
- Widayanti, Abdurrahman, & Suyatna, A. 2019. Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. *IOP Publishing*, 1(1), 1-9.
- Wijokongko. 2019. Pembelajaran STEM di Queensland Australia. *JURNAL IDEGURU*, 4(1), 95-102.
- Winarti, Sulisworo, D., & Kaliappen, N. (2021, Desember). Evaluation of STEM-Based Physics Learning on Students' Critical Thinking Skills: A Systematic Literature Review. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, 4(2), 61-69.
- Wulandari, N., Sudarti, & Harijanto, A. 2017. Analisis Penguasaan Konsep Induksi Elektromagnetik Pada Siswa SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 2(1), 1-5.
- Yakman, G., & Lee, H. 2012. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *2Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yalcin, V., & Erden, S. 2021. The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills. *Science Direct*, 41(1).
- Yan, Wan, Yuan, Yin, Balezentis, & Streimikiene. 2017. Economic and Technical Efficiency of the Biomass Industry in China. *A Network Data Envelopment Analysis Model Involving Externalities Energies*, 10, 1418.
- Yanuar, Y. 2018. *Unit Pembelajaran STEM*. Bandung: Seameo Qitep In Science.

- Yucel, A., & Kocak, C. 2010. Determining the Critical Thinking Levels of Students Teachers and Evaluating Through Some Variables. *Internasional Online Journal of Educational Sciences*, 2(3), 865-882.
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. 2019. HOTS profile of physics education students in STEM-based. *IOP Publishing*, 1, 1-6.
- Zen, Z., Reflianto, Syamsuar, & Ariani, F. 2022. Academic achievement: the effect of project-based online learning method and student engagement. *ScienceDirect*, 1(1), 1-13.
- Zhou, Y., Shao, H., Cao, Y., & Lui, E. M. 2021. Application of buckling-restrained braces to earthquake-resistant design of buildings: A review. *Engineering Structures*.
- Zucker, T. A., Montroy, J., Master, A., Assel, I., McCallum, C., & Maldonado, G. Y. 2021. Expectancy-value theory & preschool parental involvement in informal STEM learning. *Science Direct*, 76(1).
- Zulfadrim, Z., Toyoda, Y., & Kanegae, H. 2019. The Integration of Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction Practices Through Scientific Knowledge: Cases from Mentawai Islands, Indonesia. *International Journal Disaster Management*, 1-12.

BAB 3

SIMULASI KONSTRUKSI BANGUNAN ANTI GEMPA

3.1 Pentingnya Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa

3.1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan fenomena alam ketika terjadinya getaran atau pergerakan gelombang pada permukaan bumi, yang disebabkan oleh gaya dari dalam bumi (Departemen Pendidikan Nasional, 2008). Bencana alam tersebut dapat menyebabkan kerusakan mulai dari ringan hingga berat bagi masyarakat yang terkena dampak (Krüger, Bankoff, Cannon, Orlowski, & Schipper, 2015; Mercer, *et al.*, 2012; Rapoport, 1969).

Karena terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik besar - Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia, Indonesia memiliki risiko yang tinggi terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi (Kurnio, Fekete, Naz, & Jüpner, 2021). Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mencatat pada tahun 2018 terdapat 11.573 kejadian gempa di Indonesia (Bali, 2020). Lingkungan ekstrim ini memaksa masyarakat untuk menghadapi dan memitigasi bahaya melalui kearifan local sejak dini, yang masih dilestarikan di beberapa daerah saat ini. Ada 1128 suku bangsa yang tersebar di wilayah Indonesia di 35 provinsi dari Sabang paling barat sampai Merauke paling timur dan populasi penduduk asli adalah antara 50 hingga 70 juta (Anderson, 2013). Setiap kelompok masyarakat adat memiliki budaya dan kearifan lokalnya masing-masing.

Resiliensi terkait kearifan lokal telah menjadi faktor penting dalam menyelamatkan kehidupan di Indonesia di masa lalu dan baru-baru ini. Oleh karena itu, praktik masyarakat adat di Indonesia juga menjadi perhatian khalayak internasional untuk menginformasikan upaya pengurangan risiko bencana gempa. Pelestarian pengetahuan adat dapat bermanfaat untuk literasi risiko karena pendidikan dan meningkatkan kapasitas masyarakat untuk mengurangi risiko bencana dapat dilakukan (Wicaksono, 2007). Karena pengamatan dan interaksi yang panjang dengan bencana, kearifan lokal lebih mengedepankan budaya pencegahannya dalam kehidupan sehari-hari terutama menghadapi gempa (Zulfadrim, Toyoda, & Kanegae, 2019). Sebagai contoh, kearifan lokal menyoroti bahwa bahan bangunan rumah harus fleksibel dan merekomendasikan bambu, akar kelapa, dan daun kelapa agar tahan gempa.

Selain bahan bangunan, penentuan keseimbangan (titik berat) pada struktur bangunan juga perlu diperhatikan untuk meminimalisir risiko bangunan runtuh akibat gempa. Secara matematis, penentuan titik berat dapat ditentukan sebagai berikut (Halliday, Resnick, & Walker, 2005).

Keseimbangan atau titik berat memiliki dua syarat agar sebuah objek dapat dikatakan seimbang, yaitu:

- 1) Nilai momentum linear $\vec{P}$ dari suatu benda dari pusat massa benda tersebut konstan;
- 2) Momentum angular $\vec{L}$ yang berputar di sekitar pusat massa atau titik lain tetap konstan.

Nilai $\vec{P}$ dan $\vec{L}$ adalah nol sehingga objek tidak bergerak baik translasi maupun rotasi dalam kerangka acuan dari tempat pengamatan dan dapat dikatakan bahwa objek tersebut dalam kondisi keseimbangan statis.

Jika benda kembali ke keadaan seimbang statis setelah dipindahkan dari keadaan tersebut oleh sebuah gaya, maka

benda tersebut dikatakan benda dalam keseimbangan statis yang stabil. Jika gaya yang kecil dapat memindahkan benda dan mengakhiri keseimbangannya, maka benda tersebut berada dalam keseimbangan statis yang tidak stabil.

Analisis keseimbangan statis sangat penting dalam praktik ilmu teknik. Seorang insinyur harus memisahkan dan mengidentifikasi semua gaya dan torsi eksternal yang mungkin bekerja pada struktur dengan rancangan yang bagus serta pemilihan bahan yang tepat dapat menjamin struktur akan tetap stabil. Analisis seperti itu diperlukan untuk menjamin, misalnya rumah tidak akan runtuh setelah guncangan gempa.

Persamaan mengatur momentum linear, yaitu hukum kedua Newton, menentukan gerak translasi suatu benda (1), yaitu:

$$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (1)$$

Ketika momentum linear $\vec{P}$ konstan, maka benda berada dalam keadaan keseimbangan translasi $\frac{d\vec{P}}{dt} = 0$ sehingga:

$$\vec{F}_{net} = 0 \text{ (keseimbangan gaya)} \quad (2)$$

Hukum kedua Newton dalam bentuk momentum angular mengatur gerakan rotasi benda, ditentukan oleh persamaan (3), yaitu:

$$\vec{\tau}_{net} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad (3)$$

Jika momentum angular $\vec{L}$ benda konstan, maka benda berada dalam keadaan keseimbangan rotasi aka $\frac{d\vec{L}}{dt} = 0$ sehingga:

$$\vec{\tau}_{net} = 0 \quad (4)$$

Dengan demikian, dua persyaratan agar sebuah objek menjadi seimbang adalah sebagai berikut.

1. Jika jumlah vektor gaya eksternal yang diberikan pada benda adalah nol, maka benda berada dalam keseimbangan;
2. Bila hasil penjumlahan dari semua vektor torsi eksternal yang diberikan pada benda sekitar suatu titik sama dengan nol, maka benda tersebut berada dalam keseimbangan.

3.1.2 Penelitian Relevan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian
1	Sophia C. Alih, Mohammadreza Vafaei	Performance of reinforced concrete buildings and wooden structures during the 2015 Mw 6.0 Sabah earthquake in Malaysia (Alih & Vafei, 2019).	Membahas hasil investigasi yang dilakukan setelah gempa Sabah 2015 di Malaysia dimana bangunan di daerah yang terkena dampak sebagian besar dibangun dari bahan beton bertulang dan kayu.
2	Hananto Kurnio, Alexander Fekete, Farhat Naz, Celia	Resilience learning and indigenous knowledge of earthquake risk in	Menyoroti hubungan antara mengetahui dan bertindak atas bencana

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian
	Norf, Robert Jüpner	Indonesia (Kurnio, Fekete, Naz, & Jüpner, 2021).	sebagaimana diwujudkan dalam pembangunan rumah dan bagaimana hal tersebut selaras dengan konsep ketahanan.
3	Yun Zhou, Hetian Shao, Yongsheng Cao, Eric M. Lui	Application of buckling-restrained braces to earthquake-resistant design of buildings: A review (Zhou, Shao, Cao, & Lui, 2021).	Merangkum perkembangan BRB dalam beberapa dekade terakhir termasuk sejarah, klasifikasi, aplikasi dan penelitian ilmiahnya
4	Wojciech Migda, Marcin Szczepański, Robert Jankowski	Increasing the Seismic Resistance of Wood-frame Buildings by Applying PU Foam as Thermal Insulation (Migda, Szczepański, & Jankowski, 2019).	Menunjukkan hasil analisis FEM numerik terperinci yang berfokus pada perilaku seismik rumah rangka kayu dengan bahan insulasi dalam dinding yang berbeda.

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian
5	Muhammad Hidayat, Eri Barlian, Siti Fatimah, Heldi, Iswandi Umar	Minangkabau Traditional Rumah Gadang as an Alternative for Earthquake Disaster Response (An Effort for Cultural Sustainability in Padang, West Sumatra) (Hidayat, Barlian, Fatimah, Heldi, & Umar, 2021).	Studi mengenai Rumah Gadang sebagai respon terhadap bencana gempa bumi untuk wilayah Sumatera Barat.

3.1.3 Alat dan Bahan

- 2 buah pipa pvc 80 cm;
- 2 buah pipa pvc 100 cm;
- 2 buah tongkat kayu 120 cm;
- 4 buah sambungan pipa;
- 4 buah baut;
- 4 buah baut paying;
- 8 buah mur;
- 4 karet gelang besar;
- 2 rangkaian gedung dari stik eskrim;
- Papan triplek ukuran 90 cm x 60 cm.

3.1.4 Cara Pembuatan

- 1) Rangkai pipa menjadi bentuk persegi panjang;
- 2) Lubangi setiap sudut pipa;
- 3) Pasang baut, baut payung, dan mur pada masing-masing sudut pipa;
- 4) Pasang 2 buah tongkat kayung di tengah sisi panjang rangkaian;
- 5) Pasang papan triplek berukuran 90 cm x 60 cm diatas tongkat kayu;
- 6) Sambungkan triplek dan pipa dengan karet di setiap sisi;
- 7) Simpan 2 rangkaian Gedung dari stik eskrim di atas papan triplek untuk diujicobakan.

3.2 Implementasi Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa

3.2.1 Desain Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa

Desain konstruksi bangunan anti gempa terbentuk dari beberapa stik eskrim yang disusun sedemikian rupa agar mampu menahan simulasi guncangan gempa bumi.



Gambar 3.1 : Desain konstruksi bangunan tampak atas
(sumber: dokumen pribadi)

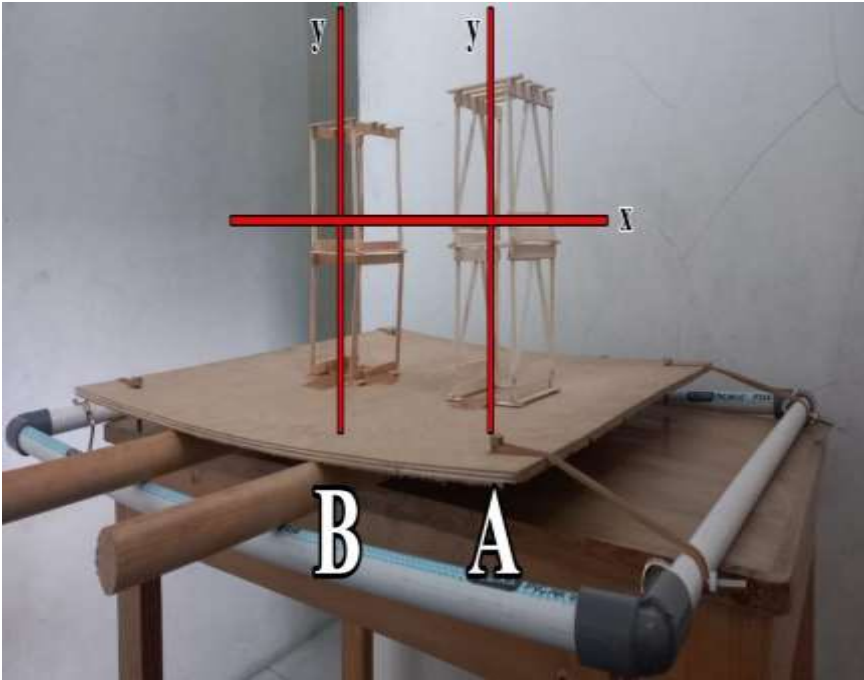


Gambar 3.2 : Desain konstruksi bangunan tampak depan
(sumber: dokumen pribadi)

Konstruksi bangunan dibuat dalam dua desain yang berbeda agar bisa membandingkan ketahanan struktur bangunan ketika mengalami goncangan akibat gempa bumi.

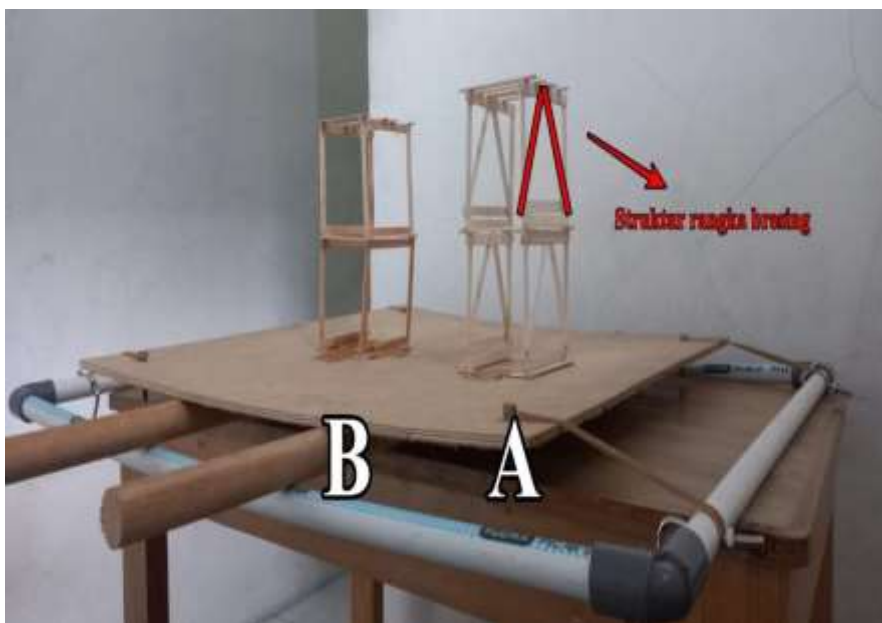
3.2.2 Pembahasan Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa

Penyusunan konstruksi bangunan didasarkan pada konsep fisika keseimbangan benda tegar dan konsep teknik sipil dalam membuat bangunan anti gempa struktur rangka bresing jenis BRB (*Buckling Restrained Braced*). Dalam pembuatannya, di bangun dua konstruksi yang berbeda agar dapat dilihat perbandingannya ketika simulasi.



Gambar 3.3 : Konstruksi bangunan berdasarkan konsep fisika keseimbangan benda tegar (sumber: dokumen pribadi)

Untuk mencapai keseimbangan, objek harus memenuhi dua kondisi yaitu, total vektor gaya eksternal dan total vektor torsi eksternal yang bekerja pada objek harus nol. Konstruksi bangunan A dibuat agar seluruh vektor gaya dan torsinya bernilai nol agar memenuhi syarat keseimbangan benda tegar. Pada konstruksi bangunan B konstruksinya dibuat apa adanya tanpa pertimbangan apapun menyebabkan struktur bangunan terlihat lebih condong ke arah kanan.



Gambar 3.4 : Konstruksi bangunan berdasarkan konsep teknik sipil struktur rangka bresing jenis BRB (sumber: dokumen pribadi)

Konstruksi bangunan A disusun berdasarkan struktur rangka bresing jenis BRB yang memiliki kemampuan untuk menahan gaya tarik dan tekan yang dapat menyebabkan struktur melengkung adalah struktur tersebut bangunan dengan ciri-ciri terdapat kurva tulang punggung atau selubung kurva histeresis yang dianggap sebagai dasar penting dari desain praktis sehingga dapat menyerap energi dalam jumlah yang signifikan selama beban siklik seperti peristiwa gempa bumi.

Pada konstruksi bangunan B tidak diberikan perlakuan apapun. Konstruksi tersebut hanya dibangun mengikuti struktur bangunan yang sering dijumpai pada konstruksi bangunan masyarakat Indonesia.

3.2.3 Pembahasan

STEM Simulasi Konstruksi Bangunan Anti Gempa

Tabel 3.1 : Deskripsi aktivitas STEM simulasi konstruksi bangunan anti gempa

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
Keseimbangan Benda Tegar	Menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa	Syarat-syarat keseimbangan benda tegar	Mencari informasi mengenai keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan anti gempa	Karakteristik struktur bangunan anti gempa BRB	Menghitung besaran gaya dan torsi berdasarkan persamaan keseimbangan benda tegar
Keseimbangan Benda Tegar	Menciptakan simulasi bangunan anti gempa	Penerapan konsep keseimbangan benda tegar dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari	Memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat konstruksi bangunan anti gempa	Membuat konstruksi bangunan anti gempa berdasarkan teori keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan BRB	Menentukan nilai gaya dan torsi bangunan agar sama dengan nol.

Kegiatan simulasi konstruksi bangunan anti gempa mencakup dua aktivitas STEM yaitu:

- 1) Menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa, mencakup mempelajari syarat-syarat keseimbangan benda tegar, mencari informasi mengenai keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan anti gempa, mempelajari karakteristik struktur bangunan anti gempa BRB, dan menghitung besaran gaya dan torsi berdasarkan persamaan keseimbangan benda tegar;
- 2) Menciptakan simulasi bangunan anti gempa, mencakup mengaplikasikan penerapan prinsip keseimbangan pada benda tegar dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat konstruksi bangunan anti gempa, membuat konstruksi bangunan anti gempa berdasarkan teori keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan BRB, dan menentukan nilai gaya dan torsi bangunan agar sama dengan nol.

3.2.4 Pengembangan Simulasi Kontruksi Bangunan Anti Gempa

Pengembangan simulasi konstruksi bangunan anti gempa dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut.

Tabel 3.2 : Kegiatan pengembangan simulasi konstruksi bangunan anti gempa

Kegiatan	Keterangan
Menyiapkan alat dan bahan untuk dilakukan perakitan simulator konstruksi bangunan anti gempa.	 Gambar 3.5 Alat dan bahan simulasi konstruksi bangunan anti gempa (sumber: dokumen pribadi)
Merakit pipa dan mur sebagai tepian simulator konstruksi bangunan anti gempa.	 Gambar 3.6 Perakitan pipa dan mur (sumber: dokumen pribadi)
Merakit dan menggabungkan tongkat kayu dan papan triplek dengan pipa dan mur yang sudah dirakit sebelumnya.	 Gambar 3.7 Perakitan tongkat kayu dan papan triplek (sumber: dokumen pribadi)

Proses perakitan dan pengembangan simulasi konstruksi bangunan anti gempa lebih lengkap dan terperinci dapat diakses melalui kanal youtube <https://youtu.be/umfkDCNNf6A>.

3.2.5 Modul Ajar

MODUL AJAR Keseimbangan Benda Tegar INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Nama Penyusun : Fahdarina Mahligawati, S.Pd.
Wandi Ginting, S.Pd.
Instansi : Universitas Negeri Jakarta
Tahun Pelajaran : 2022/2023
Kelas : XI / Ganjil
Fase : F
Alokasi Waktu : 6 x 45 menit

B. Kompetensi Awal

Peserta didik menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa.

C. Profil Pelajar Pancasila

Mandiri

Pembelajaran mengendalikan dan menyesuaikan emosi yang dirasakan oleh peserta didik dalam situasi yang menekan dan sulit dalam konteks pembelajaran, hubungan, dan pekerjaan, ketepatan dalam tindakan diperlukan.

Gotong Royong

Pembelajaran melibatkan membangun tim dan mengelola kerjasama dengan tujuan mencapai sasaran yang telah ditentukan bersama.

Kreatif

Pembelajaran melibatkan eksplorasi dan ekspresi pikiran serta perasaan peserta didik dalam bentuk tindakan atau karya, dilanjutkan dengan evaluasi dan pertimbangan dampak serta risiko bagi diri sendiri dan lingkungan, dengan memperhatikan berbagai perspektif.

Bernalar Kritis

Pembelajaran melibatkan analisis dan evaluasi terhadap kemampuan penalaran dalam mencari solusi dan pengambilan keputusan.

D. Sarana dan Prasarana

- Laptop
- Proyektor
- Modul ajar
- Maket simulasi konstruksi bangunan anti gempa
- Alat tulis
- LKPD
- Jaringan internet
- Papan tuli

E. Target Peserta Didik

Peserta didik dapat:

1. Menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa;
2. Menciptakan simulasi bangunan anti gempa.

F. Model Pembelajaran

PjBL (*Project Based Learning*)

KOMPONEN INTI

A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat:

- Menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa, mencakup mempelajari syarat-syarat keseimbangan benda tegar, mencari informasi mengenai keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan anti gempa, mempelajari karakteristik struktur bangunan anti gempa BRB, dan menghitung besaran gaya dan torsi berdasarkan persamaan keseimbangan benda tegar;
- Membuat simulasi bangunan tahan gempa yang melibatkan penerapan konsep keseimbangan benda tegar dalam situasi kehidupan sehari-hari, memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat konstruksi bangunan anti gempa, membuat konstruksi bangunan anti gempa berdasarkan teori keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan BRB, dan menentukan nilai gaya dan torsi bangunan agar sama dengan nol.

B. Pemahaman Bermakna

Bagaimana keseimbangan benda tegar dapat membuat simulasi konstruksi bangunan anti gempa.

C. Kegiatan Pembelajaran

Pendahuluan	Menampilkan video kerusakan bangunan akibat gempa bumi
Mengajukan pertanyaan	Guru mengajukan: 1. Bisakah kita menyelesaikan permasalahan yang ada di video tersebut? 2. Konsep fisika apa yang memiliki korelasi dengan penyelesaian permasalahan tersebut?

Pendahuluan	Menampilkan video kerusakan bangunan akibat gempa bumi
Kegiatan inti	● Guru menentukan pertanyaan mendasar; ● Guru berkolaborasi dengan siswa Menyusun perencanaan proyek; ● Guru bersama-sama dengan siswa membuat jadwal pelaksanaan proyek; ● Guru mengawasi siswa dalam melakukan proyek; ● Penilaian hasil secara bersama-sama guru dan siswa; ● Evaluasi pengalaman.
Membuat simpulan	Berdasarkan aktivitas pembelajaran yang telah dilaksanakan, apa kesimpulan yang dapat diambil

D. Asesmen

1. Asesmen diagnostik dilakukan dengan tes awal untuk mengidentifikasi gaya belajar dan pemahaman yang salah dari peserta didik terhadap konsep keseimbangan benda tegar;
2. Asesmen Formatif dilakkan selama proses pembelajaran berlangsung, saat peserta didik diskusi, mengerjakan proyek, dan presentasi;
3. Asesmen Sumatif dilakukan di akhir pembelajaran berupa tes.

E. Pengayaan dan Remedial

Pengayaan
Menampilkan struktur bangunan anti gempa dari berbagai negara.

Remedial

Pada kegiatan pembelajaran seperti yang dijelaskan di atas, guru memberikan panduan dan bimbingan kepada peserta didik dalam melaksanakan kegiatan tersebut.

3.3 Kesimpulan

Bangunan Anti Gempa merujuk pada struktur bangunan yang dapat menahan gempa bumi dengan kemampuan untuk tetap berdiri dan beradaptasi terhadap gaya gempa tanpa mengalami kerusakan yang signifikan, serta memiliki sifat elastis untuk menyerap dan meredam getaran gempa. STEM simulasi konstruksi bangunan anti gempa dapat mengajarkan peserta didik mengenai Menganalisis hubungan antara konsep keseimbangan benda tegar dengan konstruksi bangunan anti gempa, mencakup mempelajari syarat-syarat keseimbangan benda tegar, mencari informasi mengenai keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan anti gempa, mempelajari karakteristik struktur bangunan anti gempa BRB, dan menghitung besaran gaya dan torsi berdasarkan persamaan keseimbangan benda tegar dan menciptakan simulasi bangunan anti gempa, melibatkan penerapan prinsip keseimbangan benda tegar dalam situasi-situasi kehidupan sehari-hari, memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat konstruksi bangunan anti gempa, membuat konstruksi bangunan anti gempa berdasarkan teori keseimbangan benda tegar dan struktur bangunan BRB, dan menentukan nilai gaya dan torsi bangunan agar sama dengan nol.

Saran

Berikut adalah beberapa rekomendasi yang dapat diambil dari proses pembelajaran ini.

1. Periksa agar semua komponen terpasang dengan baik dan benar;
2. Pastikan rangkaian gedung dari stik eskrim tidak rusak;
3. Pastikan karet tidak putus.

DAFTAR PUSTAKA

- Alih, S. C., & Vafei, M. 2019. Performance of reinforced concrete buildings and wooden structures during the 2015 Mw 6.0 Sabah earthquake in Malaysia. *Engineering Failure Analysis*, 351-368.
- Anderson, P. 2013. Free, Prior, and Informed Consent? Indigenous Peoples and The Palm Oil Boom in Indonesia. *The Palm Oil Controversy in Southeast Asia, a Transnational Perspective*, 244-258.
- Bali, I. 2020. The On-site Earthquake Early Warning System Application as a Manifestation of Concern for Community. *Alumni Meeting: Hunger for Justice*.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2005. *Physics 7th Extended Edition*. USA: John Willey & Sons.
- Hidayat, M., Barlian, E., Fatimah, S., Heldi, & Umar, I. 2021. Minangkabau Traditional Rumah Gadang as an Alternative for Earthquake Disaster Response (An Effort for Cultural Sustainability in Padang, West Sumatra). *Central Asian Journal of Literature, Philosophy and Cluture*.
- Krüger, F., Bankoff, G., Cannon, T., Orłowski, B., & Schipper, E. F. 2015. *Cultures and Disasters: Understanding Cultural Framings in Disaster Risk Reduction*. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Kurnio, H., Fekete, A., Naz, F., & Jüpner, R. 2021. Resilience Learning and Indigenous Knowledge of Earthquake Risk in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.

- Mercer, J., Gaillard, J., Crowley, K., Shannon, R., Alexander, B., Day, S., & Becker, J. 2012. Environmental Hazards: Culture and Disaster Risk Reduction - Lessons and Opportunities. *Taylor & Francis*, 74-95.
- Migda, W., Szczepański, M., & Jankowski, R. 2019. Increasing the Seismic Resistance of Wood-frame Buildings by Applying PU Foam as Thermal Insulation. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 480-488.
- Rapoport, A. 1969. *House Form and Culture*. Amerika Serikat: Prentice-Hall.
- Wicaksono, W. 2007. *Pedoman Menghadapi Bencana Gempa dan Tsunami*. Paris: KOGAMI-UNESCO-ISDR.
- Zhou, Y., Shao, H., Cao, Y., & Lui, E. M. 2021. Application of buckling-restrained braces to earthquake-resistant design of buildings: A review. *Engineering Structures*.
- Zulfadrim, Z., Toyoda, Y., & Kanegae, H. 2019. The Integration of Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction Practices Through Scientific Knowledge: Cases from Mentawai Islands, Indonesia. *International Journal Disaster Management*, 1-12.

BAB 4

STEM BEL LISTRIK

4.1 Pentingnya Stem Bel Listrik

4.1.1 Latar Belakang

Kemajuan suatu negara sangat tergantung pada kemajuan pendidikan yang memberikan fondasi bagi generasi muda sebagai penerus pembangunan. Sistem pendidikan formal di sekolah mulai dari SD hingga SMA biasanya dilaksanakan dalam jadwal atau kurikulum yang telah ditetapkan oleh masing-masing sekolah, dengan durasi enam hari dalam seminggu. Pada akhir dan awal setiap pelajaran, serta saat waktu istirahat dan pulang, biasanya ditandai dengan bel sekolah berbunyi. Di sebagian besar sekolah, pengoperasian bel ini masih dilakukan secara manual, dengan guru piket atau petugas sekolah yang bertugas untuk memantau waktu pada jam dinding dan menekan tombol untuk memainkan bel sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan (Kusumawati et al., 2018).

Pada kenyataannya, terkadang guru piket atau petugas sekolah mengabaikan atau terlambat dalam memutar bel sekolah karena berbagai alasan, sehingga hal ini dapat menyebabkan waktu dan tenaga yang tidak efisien dalam kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu, solusi yang diperlukan adalah pemasangan bel sekolah otomatis yang dapat berbunyi secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam kegiatan belajar mengajar. Bel atau lonceng sendiri merupakan sebuah perangkat sederhana yang berfungsi untuk menghasilkan suara. (Kusumawati *et al.*, 2018).

Cabang ilmu fisika yang mempelajari keterkaitan antara medan magnetik dan arus listrik adalah elektromagnetik. Prinsip-prinsip yang terkait dengan elektromagnetik telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang teknologi, termasuk telekomunikasi, transportasi, dan energi. (David Griffiths., 1999). Pembuktian elektromagnetik adalah bagian dari fisika yang mempelajari hubungan antara medan magnetik dan arus listrik. Listrik dinamis adalah jenis arus listrik yang berubah-ubah atau berfluktuasi dalam waktu (Paul Lorrain., 1990).

Bel listrik merupakan suatu perangkat yang berguna untuk mengukur dan menampilkan nilai dari besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, dan daya. Hukum Faraday menjadi dasar pembuktian elektromagnetik, yang menyatakan bahwa adanya perubahan medan magnetik pada sekitar kawat dapat menimbulkan terjadinya arus listrik pada kawat tersebut. Konsep ini sangat penting dalam pengembangan transformator, generator, serta motor listrik. Dengan demikian, Hukum Faraday memiliki peran penting dalam perkembangan teknologi listrik. (Paul Lorrain., 1990). Listrik dinamis juga dapat dibuktikan melalui Hukum Lenz, yang menyatakan bahwa arus listrik yang dihasilkan oleh perubahan medan magnetik akan selalu bertindak untuk mengurangi perubahan tersebut. Ini berarti bahwa arus listrik yang dihasilkan oleh medan magnetik yang berubah akan selalu bertindak untuk menghambat perubahan tersebut (Edward M. Purcell., 1981).

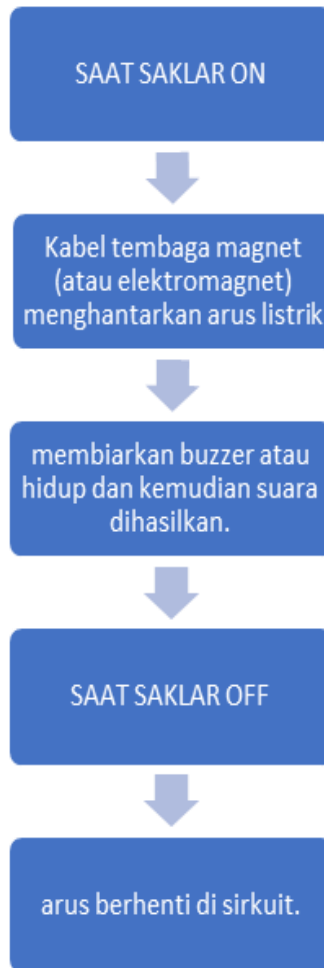
4.1.2 Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
1.	Muchamad Sobri Sungkar	Perancangan Otomatisasi Bel Sekolah Dengan Autopower Menggunakan Interface Berbasis Desktop	membuat sebuah bel otomatis dengan berbasiskan perangkat lunak didalamnya sehingga pengaturan bunyi bel dapat di setting sesuai dengan keinginan.
2.	Sarmidi , Ado Nurtado	Simulasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Uno	Untuk dapat menciptakan alat, yang dapat membantu meringankan guru yang bertugas piket untuk membunyikan bel sekolah dan untuk merancang dan mengaplikasikan sistem kontrol jadwal bel sekolah menggunakan arduino uno

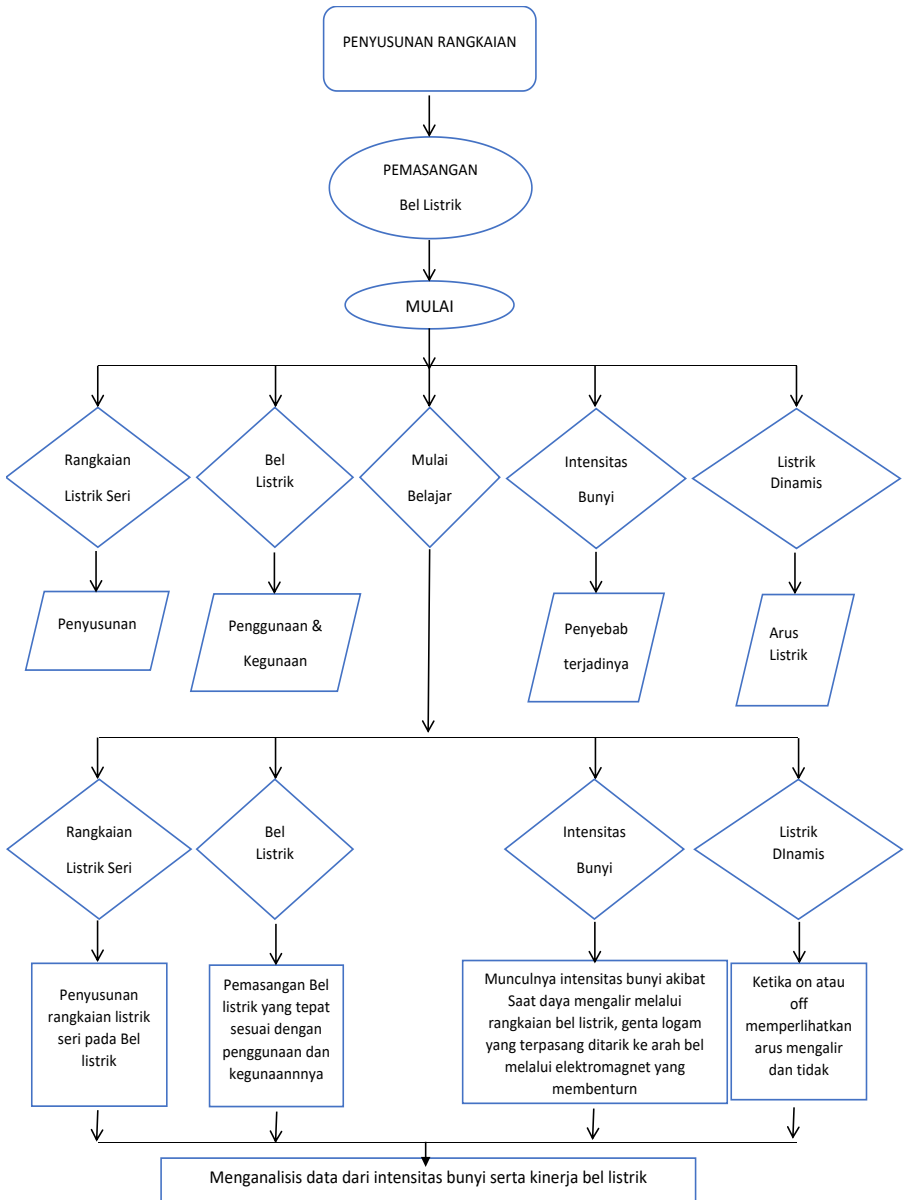
A. Alat dan bahan

- 1 buzzer
- 1 saklar
- 1 selotip listrik
- 1 tempat baterai
- Kabel 1 meter
- 2 baterai tipe AA
- 1 papan triplek

B. Flowchart



4.1.3 Desain Pembuatan Bel Listrik



4.2 Implementasi STEM BEL LISTRIK

4.2.1 Desain BEL LISTRIK



Gambar 4.1 : Rangkaian Bel Listrik
(Sumber: Peneliti)

BEL (Bell) Listrik adalah alat yang digunakan dalam pembuktian konsep elektromagnetik dan listrik dinamis. Alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu kontak dan electromagnet. Saat arus listrik mengalir melalui kontak, electromagnet akan menarik kontak dan menyebabkan bel berbunyi. Ini menunjukkan bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnetik, yang dapat digunakan untuk menggerakkan benda fisik. Alat ini juga digunakan untuk menunjukkan bahwa arus listrik dapat mengalir melalui suatu jaringan yang terputus dan menyebabkan perubahan medan magnetik yang terjadi secara dinamis.

4.2.2 Pembahasan Bel Listrik

Karakteristik produk :

BEL listrik adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan konsep elektromagnetik dan listrik dinamis. Alat ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu kontak dan electromagnet. Arus listrik yang diperlukan untuk menyalakan bel relatif kecil, biasanya sekitar 5-20mA. Ini karena arus yang mengalir melalui electromagnet cukup kecil untuk menyebabkan medan magnetik yang cukup kuat untuk menarik kontak dan menyebabkan bel berbunyi.

Bunyi yang dihasilkan oleh bel dapat diubah-ubah dengan mengubah arus yang mengalir melalui electromagnet. Misalnya, jika arus yang mengalir melalui electromagnet diperbesar, bunyi yang dihasilkan oleh bel akan lebih keras. Sebaliknya, jika arus yang mengalir melalui electromagnet dikurangi, bunyi yang dihasilkan oleh bel akan lebih lemah.

Selain itu, bunyi yang dihasilkan oleh bel dapat diubah-ubah dengan mengubah frekuensi arus yang mengalir melalui electromagnet. Misalnya, jika frekuensi arus yang mengalir melalui electromagnet diperbesar, bunyi yang dihasilkan oleh bel akan lebih sering. Sebaliknya, jika frekuensi arus yang mengalir melalui electromagnet dikurangi, bunyi yang dihasilkan oleh bel akan lebih jarang.

Langkah-langkah penggunaan Bel Listrik:

1. Pastikan kondisi lingkungan aman dan bahwa semua alat yang digunakan telah diperiksa dan dinyatakan dalam kondisi baik.
2. Hubungkan kabel listrik ke sumber listrik dan pasang kabel pada kontak bel listrik.
3. Pastikan bahwa sambungan listrik yang dibuat benar dan aman.
4. Nyalakan sumber listrik dan amati apakah bel listrik menyala atau tidak.

5. Jika bel listrik tidak menyala, periksa kondisi kabel listrik, kontak bel listrik, dan sumber listrik untuk mencari kesalahan.
6. Bila bel listrik menyala, amati bunyi yang dihasilkan oleh bel dan periksa apakah bunyi tersebut normal atau tidak.
7. Jika bunyi yang dihasilkan oleh bel tidak normal, periksa kondisi kabel listrik, kontak bel listrik, dan sumber listrik untuk mencari kesalahan.
8. Bila bel listrik menyala dan bunyinya normal, gunakan bel listrik untuk menguji kontinuitas jaringan listrik dengan cara memutuskan sambungan listrik satu persatu dan amati apakah bel masih menyala atau tidak.
9. Jika bel listrik tidak menyala saat sambungan listrik diputuskan, itu menunjukkan bahwa sambungan listrik tersebut tidak kontinu dan harus diperbaiki.
10. Gunakan bel listrik untuk menguji tegangan, arus, dan resistansi pada jaringan listrik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.
11. Setelah selesai digunakan, matikan sumber listrik dan lepaskan kabel listrik dari kontak bel listrik.

STEM BEL LISTRIK

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
1. Pembuatan rangkaian bel listrik sederhana. 2. Pembuatan rangkaian bel listrik ganda. 3. Menentukan jumlah bel yang dapat menyala dengan tegangan yang sama. 4. Melakukan pengukuran tegangan, arus dan daya pada	1. Siswa dapat memahami konsep dasar bel listrik dan bagaimana bekerjanya. 2. Siswa dapat membuat rangkaian bel listrik sederhana dan menentukan jumlah bel yang dapat menyala. 3. Siswa dapat melakukan pengukuran tegangan, arus, dan daya pada rangkaian bel	1. Konsep dasar listrik. 2. Prinsip dasar arus listrik. 3. Konsep dasar tegangan listrik.	1. Penggunaan peralatan dan bahan pembuatan rangkaian bel listrik. 2. Penggunaan multimeter untuk pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik.	1. Pembuatan rangkaian bel listrik sederhana. 2. Pembuatan rangkaian bel listrik ganda. 3. Pembuatan saklar bel listrik sederhana.	Penggunaan perhitungan dalam pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik. Dengan memanfaatkan metode STEM, siswa akan memahami konsep dasar bel listrik dan bagaimana bekerjanya, serta belajar bagaimana mengaplikasikan konsep ini

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
rangkaian bel listrik. 5. Pembuatan saklar bel listrik sederhana.	listrik. 4. Siswa dapat membuat saklar bel listrik sederhana.				dalam pembuatan rangkaian bel listrik sederhana dan saklar bel listrik. Ini akan membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, bekerja sama, presentasi, dan teknis, serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi dunia kerja dan masa depan

4.2.3 Pembahasan

STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) adalah metode pembelajaran yang menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, engineering, dan matematika untuk mengejar solusi atas masalah dan mengaplikasikan konsep ilmu pengetahuan dan matematika dalam pemecahan masalah. Dalam hal ini, bel listrik adalah topik pembelajaran yang akan diterapkan melalui pendekatan STEM.

Science: Dalam hal bel listrik, siswa akan mempelajari konsep dasar bel listrik, termasuk prinsip arus dan tegangan listrik, dan bagaimana bel listrik bekerja. Mereka akan belajar bagaimana arus listrik melalui bel dan memicu proses elektro-kimia yang menyebabkan bel berbunyi.

Technology: Siswa akan mempelajari bagaimana peralatan dan bahan digunakan dalam pembuatan rangkaian bel listrik, seperti kabel, saklar, dan bel. Mereka juga akan belajar bagaimana menggunakan alat ukur seperti multimeter untuk mengukur tegangan, arus, dan daya listrik.

Engineering: Siswa akan mempraktekkan keterampilan engineering mereka saat membuat rangkaian bel listrik sederhana dan ganda, serta membuat saklar bel listrik sederhana. Mereka akan belajar bagaimana membuat desain yang sesuai dengan kriteria dan melakukan pengujian untuk memastikan bahwa rangkaian bekerja dengan baik.

Mathematics: Siswa akan menggunakan matematika dalam perhitungan tegangan, arus, dan daya listrik, dan memahami bagaimana perhitungan ini digunakan dalam pemecahan masalah dalam dunia nyata.

Dengan memanfaatkan pendekatan STEM, siswa akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bel listrik dan bagaimana ini bekerja dalam dunia nyata. Mereka akan belajar bagaimana mengaplikasikan konsep ilmu pengetahuan dan matematika dalam pemecahan masalah dan memperoleh

keterampilan yang berharga seperti berpikir kritis, analitis, bekerja sama, presentasi, dan teknis. Ini akan membantu mereka mempersiapkan diri untuk menghadapi dunia kerja dan membantu mereka memahami bagaimana ilmu pengetahuan dan teknologi digunakan dalam pemecahan masalah sehari-hari.

4.2.4 Pengembangan BEL LISTRIK

➤ Dokumentasi alat dan bahan

1 Bel/Buzzer	
1 Saklar	
1 Tempat baterai	
2 Baterai AA	
Kabel 1 meter	

1 Selotip listrik	
1 Papan triplek	

4.2.5 Modul Ajar

MODUL AJAR PERENCANAAN PEMBELAJARAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

1. KOMPONEN INFORMASI UMUM

a. Identitas:

- Nama Penyusun : Alfarizi Ade Karlin Kusuma & Ni Ketut Rahayu
- Satuan Pendidikan : SMA
- Tahun Pelajaran : 2022/2023
- Mata Pelajaran : Fisika
- Kelas/Fase : XI (sebelas) / E
- Alokasi Waktu : 2 JP

b. Kompetensi Awal

1. Keterampilan berpikir kritis dan analitis: Siswa akan memecahkan masalah listrik menggunakan konsep STEM, membutuhkan keterampilan berpikir kritis dan analitis.
2. Keterampilan bekerja sama: Dalam diskusi kelompok dan pemecahan masalah bersama, siswa dapat belajar untuk bekerja sama dan berkomunikasi dengan teman sekelompok.
3. Keterampilan presentasi: Siswa akan mempresentasikan hasil diskusi dan pemecahan masalah ke depan kelas, membutuhkan keterampilan presentasi yang baik.
4. Keterampilan teknis: Siswa akan melakukan demonstrasi praktik dan memecahkan masalah listrik, membutuhkan keterampilan teknis dasar.
5. Keterampilan beradaptasi dengan teknologi: Siswa akan bekerja dengan alat peraga bel listrik, multimeter, dan alat ukur lainnya,

membutuhkan keterampilan beradaptasi dengan teknologi.

**c. Profil
Pelajar
Pancasila**

- a. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia :

Modul ajar ini menekankan peserta didik untuk memiliki akhlak beragama, menjadi pribadi yang berakhlak mulia, berakhlak mulia kepada sesama manusia, berakhlak mulia kepada alam semesta, dan berakhlak bernegara.

- b. Bergotong-royong

Modul ajar ini mengarahkan peserta didik untuk mampu bekerja sama dalam menyelesaikan tugas kelompok, mampu berkolaborasi dalam menyelesaikan permasalahan sederhana sehingga akan terbentuk rasa saling menghargai.

menyelesaikan masalah dalam kelompok melalui kegiatan berkolaborasi, berkomunikasi dengan efektif baik secara visual maupun oral.

- c. Kreatif dan bernalar kritis: merancang percobaan, menyajikan dan menganalisis

informasi secara kualitatif dan kuantitatif, membangun keterkaitan antara berbagai informasi, menyimpulkan dan mengevaluasi eksperimen yang dirancang sendiri.

d. Sarana dan Prasarana

1. Alat peraga bel listrik
2. Kabel dan lampu
3. Alat ukur seperti multimeter
4. Laptop dan proyektor

e. Materi Pembelajaran

: Konsep dasar bel listrik: arus listrik, tegangan, resistansi, dan daya, Cara kerja bel listrik, Aplikasi bel listrik dalam dunia nyata

f. Model Pembelajaran

- Diskusi kelompok
- Demonstrasi praktik
- Pemecahan masalah bersama
- Presentasi individu.

2. KOMPONEN INTI

a. Tujuan Pembelajaran

Manfaat yang akan peserta didik terima setelah mengikuti proses pembelajaran ini dapat menjelaskan:

- Menjelaskan konsep dasar bel listrik
- Menerapkan konsep STEM untuk memahami bagaimana bel listrik bekerja
- Memecahkan masalah listrik menggunakan konsep STEM

b. Langkah/Kegiatan Pembelajaran:

1. Pendahuluan (10 menit)

- ✓ Guru memperkenalkan topik pembelajaran tentang bel listrik
- ✓ Guru membagikan tugas kelompok dan menjelaskan metode pembelajaran yang akan digunakan
- 2. Diskusi Kelompok (30 menit)
 - ✓ Kelompok berdiskusi tentang konsep dasar bel listrik dan cara kerja bel listrik
 - ✓ Kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas
- 3. Demonstrasi Praktik (30 menit)
 - ✓ Guru menunjukkan bagaimana bel listrik bekerja melalui demonstrasi praktik
 - ✓ Kelompok berdiskusi tentang bagaimana konsep STEM diterapkan dalam demonstrasi praktik
- 4. Pemecahan Masalah Bersama (30 menit)
 - ✓ Kelompok bekerja sama untuk memecahkan masalah listrik menggunakan konsep STEM
 - ✓ Guru membantu kelompok jika diperlukan
- 5. Presentasi Individu (20 menit)
 - ✓ Setiap anggota kelompok mempresentasikan hasil pemecahan masalah yang mereka kerjakan
 - ✓ Guru memberikan umpan balik dan penilaian
- 6. Penutup (10 menit)
 - ✓ Guru menyimpulkan topik pembelajaran tentang bel listrik
 - ✓ Guru menjelaskan tugas rumah dan materi pembelajaran berikutnya

Dengan menggunakan metode STEM, siswa dapat memahami konsep bel listrik dengan lebih baik dan memecahkan masalah listrik secara kreatif dan inovatif. Pembelajaran ini juga dapat membantu siswa membentuk keterampilan STEM dan mempersiapkan mereka untuk perkembangan profesional dalam

Video pembuatan produk

Link:

- <https://drive.google.com/file/d/1s-ghr0k3ESnYdgKhMGxxPXOyD6UgwcYE/view?usp=drivesdk>

4.3 Kesimpulan

Dapat di simpulkan bahwa :

1. Penerapan konsep STEM: Praktikum bel listrik memberikan kesempatan bagi pelajar untuk menerapkan konsep STEM dalam bidang listrik dan memahami bagaimana teori diterapkan dalam dunia nyata.
2. Keterampilan praktis: Pelajar memperoleh keterampilan praktis dalam menggunakan peralatan laboratorium dan memecahkan masalah, yang dapat berguna dalam profesi terkait bidang listrik.
3. Pembentukan tim dan keterampilan sosial: Praktikum membantu pelajar bekerja sama dalam tim dan memperkuat keterampilan sosial dan kerja sama.
4. Pemahaman yang lebih baik tentang konsep listrik: Pelajar memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang konsep dasar listrik seperti arus, tegangan, resistansi, dan daya, membentuk dasar yang kuat untuk perkembangan profesional berkelanjutan dalam bidang ini.

Secara keseluruhan, praktikum bel listrik di sekolah membantu membentuk pemahaman dan keterampilan dalam bidang STEM dan memberikan dasar untuk perkembangan profesional yang berkelanjutan dalam bidang listrik.

4.3.1 Saran

Saran dari kegiatan ini sebagai berikut:

1. Pastikan alat yang akan digunakan sesuai dan berfungsi dengan baik
2. Pastikan semua komponen terhubung dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- David Griffiths. 1999. Introduction to Electrodynamics. New Jersey : Prentice Hall.
- Edward M. Purcell. Electricity and Magnetism. Singapore : Mc Graw Hill.
- Kusumawati, D., & Wiryanto, BA. 2018. Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler AVR ATMEGA 328 dan REAL TIME CLOCK DS3231. Jurnal Elektronik Sistem Informasi dan Komputer. Vol.4 No.1.
- Muchamad Sobri Sungkar. 2017. Perancangan Otomatisasi Bel Sekolah Dengan Autopower Menggunakan Interface Berbasis Desktop. Jurnal Informatika:Jurnal Pengembangan IT (JPIT) , Vol. 02, No. 02.
- Paul Lorrain. 1990. Electromagnetism: Principles and Applications. San Francisco : W. H. Freeman
- Sarmidi., & Nurtado, A. 2019. Simulasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Uno. JUMANTAKA Vol.03, No

BAB 5

GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

CAHAYA STEM ALAT UKUR

INTENSITAS CAHAYA

5.1 Pentingnya STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya

5.1.1 Latar Belakang

Proses belajar fisika dapat dilakukan dengan memberikan teori dan juga melalui praktikum untuk memperkuat pemahaman teori. Menurut penelitian Setiawan, pada masa awal perkembangan ilmu fisika, pengetahuan dalam fisika diperoleh melalui percobaan, namun seiring berjalannya waktu, pengetahuan dalam fisika diperoleh melalui teori. Proses pembelajaran fisika di sekolah seharusnya melibatkan praktikum atau percobaan agar membantu peserta didik memvisualisasikan teori yang dipelajari (Dewi *et al.*, 2021).

Belajar fisika dan melakukan praktikum merupakan dua hal yang sangat terkait, karena fisika merupakan ilmu yang banyak berisi teori, konsep, hukum, dan prinsip yang memerlukan pengujian dan konfirmasi melalui praktikum. Fisika adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari teori yang terkait dengan fenomena alam, dan untuk membuktikan kebenaran teori-teori tersebut dalam kenyataan, diperlukan suatu metode yang efektif, yakni dengan melakukan percobaan atau praktikum dan menghubungkan antara teori dengan hasil observasi (Wats *et al.*, 2017). Pembelajaran fisika tidak hanya mengajarkan konsep ilmu pengetahuan tentang fenomena alam, tetapi juga melatih keterampilan peserta didik dalam melakukan penelitian dan observasi secara ilmiah melalui praktikum.

Melalui praktik berbasis proyek, siswa telah berhasil merancang dan membuat fotometer sederhana. Photometer dibuat dengan mudah dan dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi larutan KMnO_4 . Pengukur foto buatan siswa memiliki keuntungan sebagai berikut dibandingkan dengan sistem komersial: biaya rendah, kemudahan konstruksi dan penggunaan, dan pemahaman siswa yang lebih besar tentang konsep fotometri. Proyek dapat memfasilitasi peningkatan pemahaman siswa tentang konsep fotometri dan meningkatkan pemecahan masalah secara kreatif. (Diawati *et al.*, 2018)

Cahaya merupakan salah satu materi dalam pembelajaran fisika pada kurikulum merdeka yang memerlukan praktikum sebagai bagian dari pembelajarannya. Cahaya adalah sebuah energi yang dapat menyebar tanpa memerlukan bantuan media perantara (Kibler, 2021). Cahaya merupakan kombinasi dari sejumlah warna yang merambat secara terus-menerus. Ada beberapa sifat dasar cahaya yang dapat diidentifikasi, seperti kemampuannya untuk merambat dalam garis lurus, menembus benda transparan, pemantulan dan pembiasan, serta dapat melentur (dispersi) ketika melalui celah yang sempit dan diurai berdasarkan warna-warnanya. Salah satu sifat dasar cahaya adalah kemampuannya untuk mengalami pembiasan saat melintasi dua media yang berbeda, yang bergantung pada perbedaan kerapatan media tersebut. Pembiasan cahaya akan mendekati garis normal jika merambat dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat (Kemp, 2017).

Mata manusia dapat melihat cahaya sebagai komponen spektrum radiasi gelombang elektromagnetik (Xinyu, 2021). Semua warna dalam spektrum cahaya membentuk cahaya putih biasa, juga dikenal sebagai cahaya tampak. Rentang panjang gelombang inilah yang membagi spektrum cahaya. Otak manusia mengartikan berbagai panjang gelombang sebagai warna. Setiap ruangan memiliki persyaratan

pencahayaannya yang unik, yang bervariasi tergantung pada aktivitas yang dilakukan. Menurut sejumlah penelitian tentang hubungan antara pencayaan dan produktivitas, pencayaan yang memadai untuk jenis pekerjaan dapat menghasilkan output yang maksimal dan biaya yang lebih rendah. Pencayaan yang membuat kita dapat melihat dengan jelas barang yang sedang dikerjakan dianggap sebagai pencayaan yang baik

Pengetahuan tentang fenomena cahaya sangat penting dalam Ilmu Material, untuk karakterisasi material, di mana radiasi elektromagnetik (EM) digunakan sebagai alat analisis. Siswa dapat dengan mudah melihat apa yang sedang terjadi ketika mereka menggunakan cahaya tampak, dan ketika mereka harus menangkap bukti digital dari fenomena tersebut, mereka fokus pada peristiwa tersebut. (Kavanagh & Raftery, 2017).

Perspektif dan pemahaman peserta tentang cahaya dan konsep terkait umumnya mencerminkan apa yang dicakup oleh silabus mereka pada tingkat pendidikan yang berbeda. Para peserta memandang cahaya dari dua sudut pandang; efek atau fungsi cahaya dan sifat atau struktur cahaya sebagai entitas fisik. Karena tingkat pendidikan peserta sudah lanjut, mereka menggambarkan cahaya melalui efek dan interaksinya serta sifat fisiknya. Meskipun menyadari fenomena tersebut, banyak peserta ditemukan tidak dapat menjelaskannya secara ilmiah. Di semua tingkatan, beberapa kesalahpahaman umum tentang cahaya, sumber cahaya, dan cara kita melihat telah teridentifikasi (Uzun et al., 2013).

Karena manusia pada dasarnya membutuhkan pencayaan yang cukup, maka intensitas cahaya harus diketahui. Kelembaban, suhu, dan kondisi lain suatu lokasi sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Luxmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya. (Pamungkas *et al.*, 2015).

Pencahayaan merupakan aspek penting dari lingkungan. Pencahayaan yang baik dan memadai memastikan tugas yang tepat dapat dilakukan dengan sukses. Pencahayaan yang dirancang dengan baik akan memungkinkan pekerja bekerja lebih baik dengan risiko bahaya kerja yang lebih kecil. Pentingnya pencahayaan alami tidak dapat disangkal. Namun, ada bangunan tertentu yang harus bergantung pada lampu buatan saja. Area resusitasi merupakan salah satu area di Zona Merah dimana semua resusitasi pasien akan dilakukan. Penelitian ini dilakukan di Area Resusitasi, Departemen Kecelakaan dan Gawat Darurat Rumah Sakit Universiti Sains Malaysia (HUSM), Kubang Kerian, Kelantan, Malaysia. Temuan mengungkapkan bahwa pencahayaan di zona ini tidak dirancang berdasarkan persyaratan tugas, sehingga dibenarkan lampu tambahan ditambahkan kemudian. Pencahayaan yang terbaik di tempat kerja mungkin memiliki keseimbangan antara pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. (Wahab *et al.*, 2019).

Populasi rentan dan rentan (anak kecil, remaja dan orang lanjut usia) telah dipertimbangkan secara terpisah. Anak-anak memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap cahaya biru dan meskipun emisi mungkin tidak berbahaya, LED biru (antara 400 nm dan 500 nm) termasuk mainan mungkin sangat menyilaukan dan dapat menyebabkan retinopati fotokimia, yang menjadi perhatian terutama untuk anak di bawah umur tiga tahun. Orang tua mungkin mengalami ketidaknyamanan akibat paparan cahaya yang kaya akan cahaya biru hasil yang diperoleh dengan menggunakan kondisi paparan yang sulit dikaitkan dengan paparan manusia atau menggunakan tingkat paparan yang lebih besar daripada yang mungkin dicapai dengan pencahayaan LED. Beberapa LED menghadirkan potensi masalah kesehatan karena modulasi cahaya temporal (berkedip) pada frekuensi 100 Hz ke atas. informasi yang dapat diandalkan tentang hubungan dosis-

respons untuk efek kesehatan yang merugikan bagi masyarakat umum yang sehat tidak tersedia dalam literatur ilmiah untuk semua panjang gelombang yang dipancarkan oleh perangkat LED. Karena penggunaan teknologi LED masih terus berkembang, Komite menganggap penting untuk memantau dengan cermat risiko dampak kesehatan yang merugikan dari penggunaan LED jangka panjang oleh masyarakat umum. (Scheer, 2018).

Namun, alat ukur ini hanya tersedia di beberapa laboratorium tertentu karena harganya yang mahal dan ketersediaannya yang sulit. Akibatnya, alat untuk mengukur intensitas cahaya banyak dikembangkan dengan biaya yang jauh lebih rendah daripada alat yang tersedia saat ini. Pada tugas akhir ini digunakan sensor cahaya berbasis sensor intensitas cahaya digital untuk mengimplementasikan rancangan alat pengukur intensitas cahaya. Mikrokontroler Atmega8 digunakan untuk pemrosesan.

Meningkatkan kurikulum untuk guru dan siswa menjadi lebih fleksibel dalam pembelajaran dengan inovasi dengan menggunakan teknologi berkontribusi pada peningkatan pembelajaran. (Adekunle, 2020). Namun, menerapkan teknologi dalam lingkungan pengajaran dan pembelajaran yang sehat secara pedagogis menghadirkan sebuah tantangan. Pembelajaran berbasis proyek dengan Robotika Pendidikan adalah cara yang bagus untuk mempelajari STEM, pengkodean, pemikiran komputasional, dan keterampilan teknik semuanya dalam satu proyek. Siswa dapat belajar tentang bagaimana teknologi bekerja dalam kehidupan nyata melalui robotika. Saat kita membuat sesuatu, kita semua menggunakan alat. Siswa diberi kesempatan untuk berhenti sejenak, merenungkan teknologi, dan bertanya sambil belajar dengan robot edukasi. Siswa tidak hanya belajar bagaimana teknologi bekerja dengan merancang, membangun, memprogram, dan mendokumentasikan robot otonom, tetapi mereka juga menerapkan

keterampilan yang telah mereka pelajari di sekolah dan pengetahuan konten dengan cara yang bermakna dan menarik. Ada banyak peluang bagi robot pendidikan untuk mengintegrasikan literasi, studi sosial, tari, musik, seni, alat teknik, pemecahan masalah, dan pemikiran kreatif dan inovatif selain STEM.

STEM adalah pengembangan pembelajaran yang dimaksudkan untuk memberi siswa peluang pertumbuhan yang signifikan (Khatri, 2017). Sains, teknologi, teknik, dan matematika merupakan singkatan dari STEM. Strategi pembelajaran yang menggabungkan empat bidang studi yang berbeda ke dalam satu proses disebut dengan istilah ini. Tujuannya adalah untuk membuat siswa berpikir kreatif, kritis, dan menyeluruh ketika menemukan solusi untuk masalah. Penerapan pendidikan STEM bertujuan untuk melibatkan kedua sisi otak, menumbuhkan literasi fungsional bagi siswa di seluruh kurikulum, dan menawarkan pendidikan komprehensif yang mendorong konstruktivisme. Melalui aktivitas langsung yang memanfaatkan kekuatan siswa dengan menerapkan STEM, siswa memiliki kesempatan untuk menginvestigasi berbagai ide (Baharin, 2018).

5.1.2 Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
1	Shaik Farid Abdull Wahab1(&) Ahmad Rasdan Ismail, and Rohayu Othman3	Lighting Assessment at Resuscitation Area of Accident and Emergency Department, Universiti Sains Malaysia	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pencahayaan pada area resusitasi Kecelakaan dan Departemen darurat. Area resusitasi merupakan salah satu area di Zona Merah dimana semua resusitasi pasien akan dilakukan.
2	Ellen Bruzell Jean-François Doré Massimo Nicolò John O'Hagan (Rapporteur) Celia Sánchez-Ramos Linda van Kerkhof	Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks SCHEER Opinion on Potential risks to human health of Light Emitting Diodes (LEDs	Tujuan penelitian yang dilakukan oleh SCHEER telah membuahkan hasil yang berharga kesimpulan dan mengidentifikasi kesenjangan tertentu dalam pengetahuan tentang potensi risiko terhadap kesehatan manusia dari LED.
3	Salih Uzun*† Nedim Alev†, Işık Saliha Karalş	A cross-age study of an understanding of light and sight concepts in physics	Tujuan utama artikel ini adalah untuk mengetahui bagaimana siswa sekolah dasar hingga perguruan tinggi dan guru pra-

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
			jabatan memahami cahaya, visi, dan konsep terkait dalam berbagai latar pendidikan. Metodologi cross-sectional digunakan dengan alasan bahwa para anggotanya memiliki usia dan tingkat pendidikan yang berbeda
4	Chansyanah Diawati, ^{*,†} Liliasari, [‡] Agus Setiabudi, [‡] and Buchari [§]	Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances	Tujuan Penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi sampel KMnO_4 yang tidak diketahui solusi. Fotometer dirancang dan dibangun oleh siswa terdiri dari laser pointer hijau sebagai sumber cahaya dan lux meter sebagai detektor dan pembacaan.
5	Titin Sunarti ^{1,*} Wasis Wasis ² Woro Setyarsih ³ Abu Zainudin ⁴ Mukhayyarotin N.	Analysis of the Development of Critical Thinking Instruments Test in Physics	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji metode pengembangan instrumen, bentuk instrumen tes, soal indikator, uji kelayakan instrumen,

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
	R. Jauhariyah5		subjek penelitian, media aplikasi instrumen, analisis instrumen tes hasil belajar, model pembelajaran, dan teori fisika. Penelitian ini merupakan studi kepustakaan dengan menggunakan metode Bibliometrik. Langkah penelitian adalah mengumpul-kan dan memilih data sekunder artikel penelitian melalui <i>Publish or Perish</i> (PoP) aplikasi menggunakan database Google Scholar dan Scopus tahun 2016-2020

5.1.3 STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya

Tabel 5.1 : STEM Intensitas Cahaya

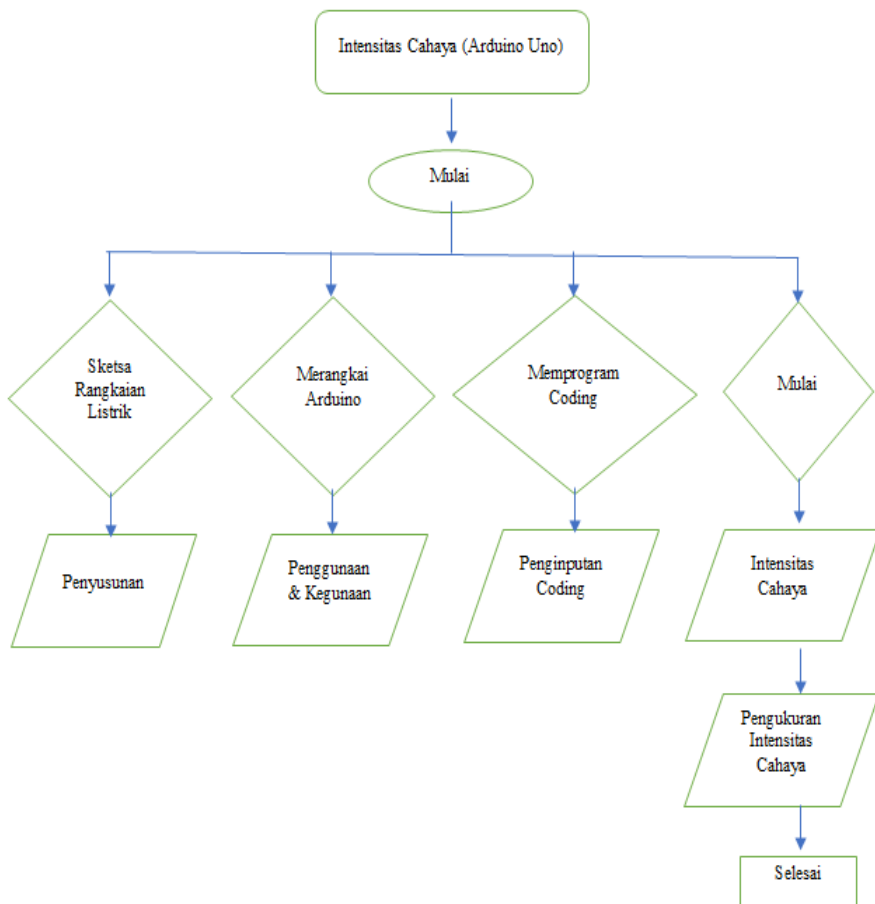
STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
Gelombang Elektromagnetik (Cahaya)	Mendesripsikan karakteristik gelombang cahaya Mengidentifikasi sifat-sifat gelombang cahaya	Sifat-sifat gelombang cahaya	Pencarian informasi dari internet tentang karakteristik dan sifat-sifat gelombang cahaya Membuat laporan hasil pencarian informasi	Menggambar sifat-sifat gelombang cahaya	Menghitung besaran-besaran pada persamaan sifat-sifat gelombang cahaya
Gelombang Elektromagnetik	Mengaplikasikan konsep dan prinsip	Sumber gelombang cahaya	Pencarian informasi dari internet	Mengaplikasikan prinsip pemanfaatan	Menentukan nilai intensitas

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
(Cahaya)	penggunaan gelombang cahaya pada teknologi modern.		tentang alat ukur intensitas cahaya Membuat laporan hasil pencarian informasi	gelombang cahaya dalam teknologi	cahaya pada aplikasi dari prinsip pemanfaatan gelombang cahaya
Intensitas Cahaya	Mengukur besar intensitas cahaya	Alat ukur intensitas cahaya (Lux Meter)	Memilih bahan untuk membuat perangkat pengukur intensitas cahaya yang mempertimbangkan kegunaannya	Membuat desain dan menerapkan perangkat pengukur intensitas cahaya dengan menggunakan LDR Arduino.	Mengukur besar intensitas cahaya dengan alat ukur LDR

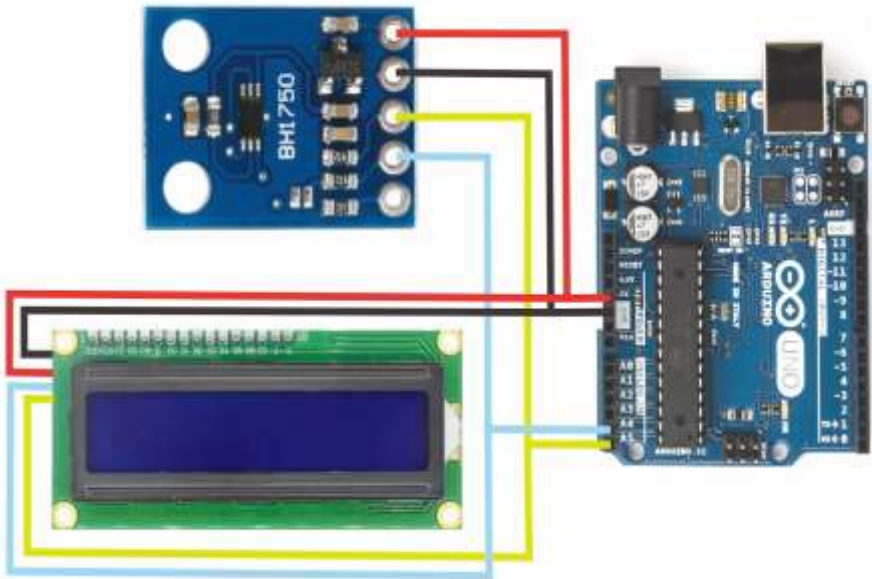
STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
			a dan biayanya, serta mengintegrasikan penggunaan perangkat dalam desain model alat pengukur intensitas cahaya.		

5.2 Implementasi STEM Alat Ukur Intensitas Cahaya

5.2.1 Desain Pembuatan Alat Ukur Intensitas Cahaya



Gambar 5.1 : Flowchart



Gambar 5.2 : Desain Rangkaian Alat

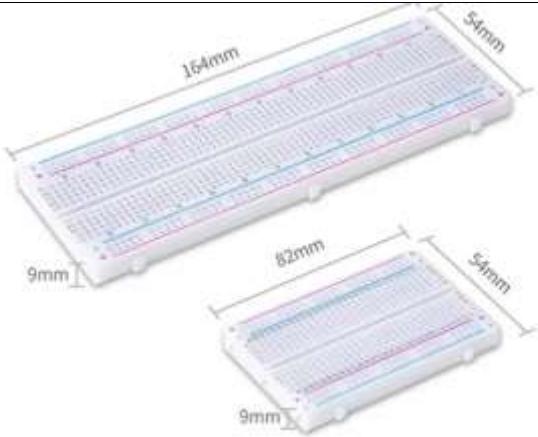


Gambar 5.3 : Rangkaian Alat

5.2.2 Alat dan Bahan Pembuatan Alat Ukur Intensitas Cahaya

Tabel 5.2 : Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Keterangan Gambar
Arduino Uno Mega 2560	
LCD I2C	

Alat dan Bahan	Keterangan Gambar
Kabel Jumper - Male to Male - Male to Female	
Breadboard	

Alat dan Bahan	Keterangan Gambar
Sensor BH1750 (GY-302)	
Laptop	
Kabel Konektor	

5.2.3 Cara Pembuatan Alat Ukur Intensitas Cahaya

Berikut langkah-langkah cara membuat Alat Ukur Intensitas Cahaya:

- 1) Siapkan alat dan bahan
- 2) Hubungkan dua kabel jumper male to female dari papan LCD ke breadboard dan dua kabel jumper male to female dari papan lcd ke sensor Arduino
- 3) Kemudian pada Sensor B1750 terdapat 5 komponen pin (5 kabel) vcc ke positif dan negatif ke Grounding, SCL dan SDA
- 4) Pasang 3 kabel jumper male to male dari papan LCD ke breadboard di posisi yang sama dengan kabel jumper pada langkah nomor 2 (dapat dilihat pada Gambar 2 Desain Rangkaian Alat)
- 5) Pasang 1 buah kabel adaptor, sebagai penghubung antara sensor Arduino yang sudah tersambung dengan rangkaian dengan desktop.
- 6) Install aplikasi Arduino pada desktop.
- 7) Lakukan code data (*coding*) pada aplikasi tersebut sesuai dengan sketsa program (dapat dilihat pada Gambar 4 Sketsa Program).
- 8) Mulai lakukan percobaan.

```

1  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2  #include <BH1750FVI.h>
3  #include <Wire.h>
4  BH1750FVI LightSensor(BH1750FVI::k_DevModeContHighRes);
5  LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16,2);
6  uint16_t lux;
7  void setup(){
8    lcd.begin();
9    LightSensor.begin();
10   lcd.print("Praktek Otodidak");
11     delay(1000);
12   }
13   void loop(){
14     &nbsp;lux = LightSensor.GetLightIntensity();
15     &nbsp;lcd.setCursor(0,1);
16     &nbsp;lcd.print("lux");
17     &nbsp;lcd.print(lux);
18   }

```

Gambar 5.4 : Sketsa Program

5.2.4 Pembahasan Alat Ukur Intensitas Cahaya

Kekurangan dan Kelebihan Alat Ukur Intensitas Cahaya yang telah dirancang

- 1) Kekurangan Alat Ukur Intensitas Cahaya yang telah dirancang
 - Pembuatan alat perlu didampingi pendamping yang sudah mengerti penggunaan aplikasi Arduino.
- 2) Kelebihan Alat Ukur Intensitas Cahaya yang telah dirancang
 - Bahan dan peralatan yang digunakan dapat dengan mudah ditemukan.
 - Rangkaian alat yang dirancang cukup sederhana.

5.2.5 Modul Ajar

MODUL AJAR PERENCANAAN PEMBELAJARAN INTENSITAS CAHAYA

1. Komponen Informasi Umum

a. Identitas :

Nama penyusun : Teti Pudan Sriaraki Sinaga
Irna Hasanah
Satuan Pendidikan : SMA
Tahun Pelajaran : 2022/2023
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Fase : XII (Dua Belas) /F
Alokasi Waktu : 3 JP

b. Kompetensi Awal

1. Peserta didik telah mempelajari Pengukuran.
2. Siswa cenderung memiliki konsep bahwa perubahan suhu yang terjadi pada skala kecil sama dengan perubahan iklim.

c. Profil Pelajar Pancasila

- a. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia :
Modul ajar ini menekankan peserta didik untuk memiliki akhlak beragama, menjadi pribadi yang berakhlak mulia, berakhlak mulia kepada sesama manusia, berakhlak mulia kepada alam semesta, dan berakhlak bernegara.
- b. Bergotong-royong
Modul ajar ini mengarahkan Siswa perlu memiliki kemampuan untuk berkolaborasi dalam menyelesaikan

tugas kelompok, mampu berkolaborasi dalam menyelesaikan permasalahan sederhana sehingga akan terbentuk rasa saling menghargai, menyelesaikan masalah dalam kelompok melalui kegiatan berkolaborasi, mampu berkomunikasi secara efektif baik melalui visual maupun lisan.

- c. Kreatif dan bernalar kritis: mampu membuat desain eksperimen, menyajikan dan menganalisis informasi secara kualitatif dan kuantitatif, membangun hubungan antara informasi yang berbeda, menarik kesimpulan, serta mengevaluasi eksperimen yang dirancang mandiri.

d. Sarana dan Prasarana

1. Laptop/Komputer
2. Jaringan Internet
3. Kuota Internet
4. LCD
5. Video
6. Modul Ajar
7. Powerpoint
8. LKPD

e. Target Peserta Didik

: ± 35 Peserta Didik

f. Model Pembelajaran

: Moda pembelajaran luring/daring dengan STEM Learning yang dikolaborasikan dengan Model PjBL.

2. Komponen Inti

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah pembelajaran, diharapkan siswa mampu menguraikan atau menjelaskan:

1. mengidentifikasi sifat-sifat pada gelombang cahaya
2. mengukur besar intensitas cahaya pada berbagai tempat (dalam ruang/diluar ruangan)

b. Langkah/Kegiatan Pembelajaran:

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
1. Memulai pelajaran dengan menyiapkan siswa untuk belajar, membacakan doa, mencatat kehadiran, dan mengatur kondisi siswa	Mengucapkan doa, menunjukkan kehadiran, dan memperhatikan penjelasan yang diberikan oleh guru	5 menit
2. Menampilkan fenomena-fenomena sehari-hari mengenai sifat-sifat gelombang cahaya dan polarisasi cahaya dalam bentuk gambar atau video, lalu guru memberikan pertanyaan untuk memancing diskusi tentang fenomena tersebut.	Mengobservasi gambar atau rekaman video yang ditampilkan	5 menit
3. Memberikan kesempatan kepada murid untuk	Menyampaikan pandangan dan menjawab pertanyaan yang diajukan	10 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
menyampaikan pandangan mereka mengenai fenomena tersebut	oleh guru.	
4. Menginformasikan bahwa selanjutnya adalah merancang alat ukur intensitas cahaya (Arduino sensor cahaya)	Mendengarkan penjelasan yang diberikan oleh guru mengenai kegiatan yang akan dilakukan.	5 menit
5. Membagikan LKPD dan memfasilitasi peserta didik untuk merancang Sensor cahaya Arduino yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya	Membagikan LKPD dan memfasilitasi peserta didik untuk merancang Sensor cahaya Arduino yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya	15 menit
6. Menampilkan dan membagikan peralatan untuk membuat /merancang Sensor cahaya Arduino yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya, menjelaskan bagian-bagian komponen dan cara menghubungkannya.	Menyimak penjelasan dari guru terkait penggunaan alat-alat yang ditampilkan	20 menit
7. Memfasilitasi peserta didik merangkai	Secara berkelompok melanjutkan merangkai	60 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
produk, Membuat produk dan menguji coba produk	alat, membuat alat dan menguji coba alat	
8. Mengakhiri pembelajaran dengan merefleksikan apa yang telah dipelajari, serta mengumpulkan kembali peralatan sesuai dengan nama kelompoknya masing-masing	Merefleksikan dan mengembalikan alat-alat pada tempatnya	10 menit

5.3 Kesimpulan dan Saran

Sensor Cahaya Arduino LDR (*Light Dependent Resistor*) merujuk pada suatu jenis sensor cahaya yang mengalami perubahan resistansi ketika terkena cahaya, yang prinsip kerjanya serupa dengan photodiode, namun bahan pembuatannya berbeda. Sensor ini berguna untuk mendeteksi adanya cahaya atau mengukur intensitas cahaya pada skala kecil, dan dapat digunakan di berbagai lingkungan seperti dalam atau luar ruangan. Dengan demikian, Sensor Cahaya Arduino LDR merupakan alat yang berguna untuk mengukur intensitas cahaya pada berbagai lokasi. STEM LDR Arduino Sensor Cahaya dapat mengajarkan pada siswa beberapa ilmu pengetahuan dalam melakukan satu kali praktek pembuatan alat. LDR Arduino Sensor Cahaya dapat mengajarkan siswa ilmu sains yaitu fisika tentang bab gelombang cahaya, penggunaan teknologi yaitu sensor Arduino, memahami konsep *engineering* dari proses penyusunan alat, cara penggunaan berbagai macam sensor. Siswa juga bisa

menghitung intensitas cahaya secara matematika dari proses ini.

Adapun saran dari kegiatan ini sebagai berikut:

- 1) Pastikan alat yang akan digunakan sesuai dan berfungsi dengan baik
- 2) Pastikan semua komponen terhubung dengan tepat
- 3) Pastikan program Arduino yang digunakan sudah tepat
- 4) Saat merancang alat diharapkan guru tetap mendampingi peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharin, Norlizawaty, Nurzatulshima Kamarudin, and Umi Kalthom Abdul Manaf. "Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills." *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 8.7 (2018): 810-821.
- Dewi, L., Hasanah, M., & Adi, N. P. 2021. Spektrum Cahaya Sebagai Alternatif Media Pembelajaran Praktikum Fisika. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 7(2), 141. <https://doi.org/10.32699/spektra.v7i2.216>
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. 2018. Using Project-Based Learning to Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00254>
- Guan, Quansheng, et al. "Distance-vector-based opportunistic routing for underwater acoustic sensor networks." *IEEE Internet of Things Journal* 6.2 (2019): 3831-3839.
- Kavanagh, Y., & Raftery, D. 2017. Physical Physics-Learning and Assessing Light Concepts in a Novel Way. *MRS Advances*, 2(63), 3933–3938. <https://doi.org/10.1557/adv.2017.589>
- Kemp, William. *Organic spectroscopy*. Bloomsbury Publishing, 2017.
- Khatri, Raina, et al. "Characteristics of well-propagated teaching innovations in undergraduate STEM." *International Journal of STEM Education* 4.1 (2017): 1-10.
- Kibler, Bertrand, and Pierre Béjot. "Discretized conical waves in multimode optical fibers." *Physical Review Letters* 126.2 (2021): 023902.

- Newton, Roger G. *The truth of science: Physical theories and reality*. Harvard University Press, 1997.
- Oke, Adekunle, and Fatima Araujo Pereira Fernandes. "Innovations in teaching and learning: Exploring the perceptions of the education sector on the 4th industrial revolution (4IR)." *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 6.2 (2020): 31.
- Pamungkas, M., Hafiddudin, & Rohmah, Y. S. (2015). Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3(2), 120. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i2.120>
- Scheer. 2018. Opinion on Potential Risks to Human Health of Light Emitting Diodes (LEDs). In *Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER)* (Issue June).
- Uzun, S., Alev, N., & Karal, I. S. 2013. A Cross-age Study of an Understanding of Light and Sight Concepts in Physics. *Science Education International*, 24(2), 129–149.
- Wahab, S. F. A., Ismail, A. R., & Othman, R. 2019. Lighting Assessment at Resuscitation Area of Accident and Emergency Department, Universiti Sains Malaysia. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 779, Issue August 2018). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94373-2_21
- Watts, Michael. "On the poverty of theory: natural hazards research in context." *Environment*. Routledge, 2017. 57-88.
- Wu, Xinyu, et al. "Direct ink writing of highly conductive MXene frames for tunable electromagnetic interference shielding and electromagnetic wave-induced thermochromism." *Nano-Micro Letters* 13.1 (2021): 1-15.

BAB 6

MEMBUAT ARUS LISTRIK SEDERHANA DENGAN MAGNET

6.1 Pentingnya Alat Percobaan Hukum Faraday

6.1.1 Latar Belakang

Era revolusi industri 4.0, yang merupakan gelombang peradaban keempat, mengharuskan kita untuk menyesuaikan kerangka kerja dan perangkat pada semua aspek kehidupan, termasuk di bidang ekonomi, sosial, politik, serta ilmu pengetahuan dan teknologi. Seiring peningkatan sumber daya manusia dan pelatihan keterampilan 4Cs (*Critical Thinking and Problem Solving Skills, Collaboration Skill, Creativitas and Innovation Skills* dan *Communication Skill* di bidang pendidikan (Trilling & Fadel, 2009), maka perlu dibangun peserta didik yang berkualitas untuk mampu bersaing secara global di abad 21 dan mempersiapkan para pendidik yang berkualitas di era revolusi industri 4.0 (Widayanti, Abdurrahman, & Suyatna, 2019). Pernyataan tersebut sesuai dengan misi pendidikan nasional Indonesia yang bertujuan untuk mengoptimalkan kemampuan siswa dalam mencapai kesempurnaan sebagai individu yang berakhlak mulia, sehat, berilmu, kreatif, mandiri, serta memiliki kesadaran demokrasi dan tanggung jawab sebagai warga negara, dengan keyakinan dan pengabdian kepada Tuhan Yang Maha Esa (Dekdipnas, 2019).

Permendikbud nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan juga menyatakan bahwa para pendidik dan tenaga kependidikan harus senantiasa meningkatkan kemampuan diri melalui pengembangan kompetensi secara

berkelanjutan. (Wijokongko, 2019). Sehubungan dengan ketetapan Permendikbud yang dikemukakan, bahwa tuntutan yang sangat besar di tujuikan pada guru karena guru memainkan peran besar dalam mengembangkan keterampilan 4Cs peserta didik. Oleh karena itu sangat penting bagi guru agar dapat melatih keterampilan peserta didik untuk menghasilkan pendidikan yang efektif (Yucel & Kocak, 2010), maka itu guru harus mampu menciptakan suasana belajar yang efektif dan efisein agar tujuan pembelajaran dapat tercapai, salah satunya untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Scott mengungkapkan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) merupakan jenis pembelajaran yang sangat cocok untuk mencapai tujuan pendidikan abad 21. Hal ini disebabkan karena model ini menerapkan empat prinsip 4C, yaitu Critical thinking, Communications, Collaboration, dan Creativity. Pembelajaran yang dilakukan dengan model ini juga terstruktur dengan baik dalam konteks dunia nyata. (Scott, 2015).

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan berdasarkan pengalamannya secara nyata (Guo, Saab, Post, & Admiraal, 2020), hal ini sesuai dengan pernyataan Krajick dan Shin, bahwa PjBL merupakan pembelajaran berbasis proyek yang mengacu pada metode pembelajaran instruksional berbasis inkuiri yang melibatkan peserta didik dalam mengkontruksi pengetahuan melalui kegiatan proyek yang bermakna dan nyata (Krajcik & Shin, 2014), sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran ini memfokuskan pada keterlibatan peserta didik secara aktif dalam melakukan investigasi pemecahan masalah melalui kegiatan-kegiatan tugas bermakna. Dalam implementasinya, pembelajaran berbasis proyek ini dapat melatih peserta didik untuk mencapai kompetensi sikap terhadap penguasaan

konsep, kreativitas, kepemimpinan, pengetahuan, keterampilan dan keberanian dalam mengambil resiko (Zen, Reflianto, Syamsuar, & Ariani, 2022). Penerapan model PjBL dalam pembelajaran Fisika berdasarkan hasil penelitian dapat melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif serta hasil belajar kognitif peserta didik (Sinurat, Syaiful, & Muhammad, 2022), meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan motivasi belajar mahasiswa (Cavic, Stanisavljevic, Bogdanovic, Skuban, & Hrvojevic, 2022), serta keterampilan proses sains (Lestari, *et al.*, 2018). Menurut Fitriyah dan Ramadani (2021), model pembelajaran PjBL memiliki keuntungan dalam meningkatkan kebiasaan belajar dan memotivasi siswa untuk berpikir kreatif dalam menyelesaikan masalah dengan mengaitkan konsep fisika dengan situasi dunia nyata. Lebih lanjut, model pembelajaran ini membantu siswa untuk terlibat lebih dalam dalam proses pembelajaran.

Dalam pembelajaran fisika, tidak hanya model pembelajaran yang menjadi faktor penting, tetapi juga diperlukan suatu pendekatan yang dapat menggabungkan konsep sains dengan bidang lainnya. Beberapa negara maju telah mengembangkan pendidikan berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang memadukan sains dengan bidang lain, sehingga dapat memperkaya pembelajaran fisika dan memberikan manfaat bagi siswa. Pendidikan STEM dianggap sebagai salah satu pendekatan yang paling berpengaruh untuk mendorong peserta didik menjadi pembelajar mandiri, melalui STEM pula pembelajaran dapat disampaikan dengan cara yang menarik dan menyenangkan, sehingga lebih bermakna bagi peserta didik (Yakman & Lee, 2012). Menurut Mufida, pembelajaran STEM dapat mengarahkan peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah dan berkolaborasi (Mufida, Sigit, & Ristanto, 2020), sehingga pendekatan STEM ini menjadi salah satu indikator

keberhasilan peserta didik untuk menghasilkan ide-ide inovatif dalam mengatasi berbagai masalah (Yusuf & Widyaningsih, 2019). Selain itu, pembelajaran STEM ke dalam semua bidang MIPA dapat memberikan pelatihan informal kepada peserta didik dalam memecahkan masalah secara kreatif dan kritis di bidang pekerjaan (Hussin, Jiea, Rosly, & Omar, 2019). Penggabungan model PjBL dan pendekatan STEM dianggap sebagai kombinasi yang tepat dalam proses pembelajaran. Telah dilakukan beberapa penelitian terkait penggunaan kedua model tersebut secara bersama-sama, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Sambite (2019), menyatakan bahwa penerapan PjBL berbasis alat peraga sederhana pada pembelajaran Fisika dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada setiap siklusnya (Fitriyani, Toto, & Erlin, 2020). Tak hanya itu, Capraro & Slough (2013) menemukan melalui penelitian mereka bahwa gabungan PjBL-STEM dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, kreatif, dan analitis, serta meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi

Maka, penerapan model PjBL STEM pada topik Hukum Faraday pada Bab Induksi Elektromagnetik dipilih dalam pembelajaran fisika. Topik Induksi Elektromagnetik merupakan salah satu subyek studi listrik dan magnetisme yang memfokuskan pada bagaimana medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Materi tentang induksi elektromagnetik dianggap sebagai topik yang sulit dalam pembelajaran fisika karena bersifat abstrak dan sulit untuk dipahami secara langsung, menurut Purwanto dan rekan-rekan (2016:22) serta disebutkan oleh Wulandari, Sudarti, dan Harijanto (2017). Chabay dan Sherwood (2006) melakukan sebuah penelitian yang menunjukkan bahwa kesulitan yang dihadapi oleh siswa dalam memahami hukum Faraday terkait dengan penggunaan integral yang melibatkan konsep fluks. Oleh karena itu, materi Hukum Faraday pada Bab Induksi

Elektromagnetik merupakan materi yang cocok diterapkan pada model PjBL dengan pendekatan STEM untuk melatih keterampilan berpikir peserta didik.

6.1.2 Penelitian Relevan

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini dapat dapat dijelaskan melalui tabel berikut ini.

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
1	<i>Faraday flashlight project-based STEM to enhance problemsolving skill of students.</i> Parno, S Zulaikah ¹ , F U N Rosyidah and M Ali. <i>IOP Publishing</i> .1/1 (Parno, Zulaikah, Rosyidah, & Ali, 2020)	2020	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa Proyek <i>Flashligh Faraday</i> dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Setiap langkah STEM berbasis PjBL melatih semua komponen keterampilan pemecahan masalah. Kondisi

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			ini ditunjukkan dengan hasil effect size pada semua indikator pemecahan masalah meningkat dengan kategori tinggi.
2	The effect of project based learning STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction. Parno, L Yuliati, N Munfaridah1, M Ali, F U N Rosyidah, and N Indrasari. <i>IOP Publishing</i> .1/1 (Parno, Yuliati, Munfaridah, Ali, Rosyidah, & Indrasari., 2020)	2020	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PjBL-STEM pada topik Induksi Elektromagnetik dapat meningkatkan keterampilan pemecahan peserta didik. Hal ini dapat dilihat dari hasil skor <i>post-test</i> dari Kelas Eksperimen dan kontrol masing-

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			masing sebesar 57,78 dan 41,63 yang berarti bahwa peserta didik dengan pembelajaran PjBL STEM telah memperoleh keterampilan pemecahan masalah yang jauh lebih tinggi daripada pembelajaran tersebut dengan PjBL saja (kelas kontrol). Selain itu, kuesioner peserta didik pada kedua kelas memiliki respon positif (Setuju dan Sangat Setuju), yaitu sebesar 95,75% kelas Eksperimen dan 96,25% untuk kelas

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			Perbandingan. Ini berarti peserta merasa nyaman di kedua kelas.
3	<i>Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells.</i> Teodora Nikolova, Jaroslaw Czyz, Alexandra Rolletschek, Przemyslaw Blyszczuk, Jörg Fuchs, Gabriele Jovtchev, Jürgen Schuderer, Niels Kuster, and Anna M. Wobus. <i>The FASEB Journal</i> .1/1 (Nikolova, et al., 2005)	2005	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa Medan elektromagnetik dapat memengaruhi tingkat transkrip siklus sel dan gen terkait apoptosis dalam saraf yang berasal dari sel embrionik. Selain itu, menghasilkan peningkatan kerusakan pada DNA yang rendah dan tidak ada efek dari

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			fungsi mitokondria, apoptosis, proliferasi sel, dan perubahan kromosom yang diamati.
4	<i>Academic achievement: the effect of project-based online learning method and student engagement.</i> Zelhendri Zen, Refliant, Syamsuar, Farida Ariani. <i>ScienceDirect</i> .1/1 (Zen, Reflianto, Syamsuar, & Ariani, 2022)	2022	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa Pembelajaran Online berbasis Proyek (POBL) dapat meningkatkan akademik dan kinerja peserta didik melalui pengalaman yang mereka peroleh selama pembelajaran berbasis proyek. Selain itu, Pembelajaran berbasis proyek ini dapat

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sehingga mempengaruhi perilaku keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.
5	<i>Expectancy-value theory & preschool parental involvement in informal STEM learning.</i> Tricia A. Zucker, Janelle Montroy, Allison Master, Michael Assel, Cheryl McCallum, Gloria Yeomans Maldonado. <i>ScienceDirect</i> .76/1 (Zucker, Montroy, Master, Assel, McCallum, & Maldonado, 2021)	2021	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa keterlibatan orang tua pada anak-anak prasekolah dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan motivasi belajar anak-anak dalam belajar, serta meningkatkan <i>self-efficacy</i>

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			orang tua untuk memandang diri mereka sebagai yang mampu memfasilitasi pembelajaran STEM informal dalam keseharian orang tua bersama anak. Selain itu, membantu orang tua melihat bagaimana mereka dapat memainkan peran dalam membenamkan anak-anak dengan pendekatan STEM yang dimulai pada anak usia dini.
6	<i>The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity</i>	2021	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
	<i>and Problem-Solving Skills.</i> Vakkas Yalcin and Sule Erden. <i>ScienceDirect</i>.41/1 (Yalcin & Erden, 2021)		bahwa pengaruh pedekatan STEM prasekolah dengan menggunakan <i>Design Thinking Model</i> dapat meningkatkan kreativitas dan keterampilan pemecahan masalah anak-anak. Selain itu, membantu anak-anak mentransfer keterampilan yang telah mereka peroleh di sekolah maupun diluar sekolah, meningkatkan kepercayaan diri anak, mendorong anak untuk menghasilkan ide-ide kreatif,

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			dan mengembangkan keterampilan empati pada anak. Pendekatan STEM ini memiliki efek positif pada hasil belajar anak-anak.
7	<i>The Implementation of Integrated Project-Based Learning Science Technology Engineering Mathematics on Creative Thinking Skills and Student Cognitive Learning Outcomes in Dynamic Fluid.</i> Herta Astri Yudika Sinurat, Syaiful, Damris Muhammad. JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika).8./1 (Sinurat, Syaiful, & Muhammad, 2022),	2022	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa pengaruh penerapan PJBL terintegrasi STEM pada peserta didik meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar kognitif. Hal ini menunjukkan rata-rata hasil <i>posttest</i> pada kemampuan

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			berpikir kreatif peserta didik di kelas PJBL dengan pendekatan STEM secara signifikan lebih tinggi daripada kelas kontrol. Selain itu, peserta didik terlibat secara aktif dengan proyek-proyek di kelas PJBL terintegrasi STEM.
8	Studying Faraday's law of induction with a smartphone and personal computer. A A Soares and T O Reis. <i>IOP Science</i> .1/1 (Soares & Reis, 2019)	2019	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa percobaan Hukum Faraday dengan menggunakan Hp atau computer dapat memotivasi hasil

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			belajar peserta didik. Sehingga eksperimen ini cocok dijadikan sebagai media pembelajaran di Sekolah Menengah Atas (SMA). Selain itu, peserta didik aktif dalam berinteraksi sehingga pembelajaran menjadi efektif dan bermakna tentang topik penting ini elektromagnetik.
9	<i>HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media.</i> I Yusuf and S W Widyaningsih. IOP Publishing.1/1 (Yusuf & Widyaningsih, 2019)	2019	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa Pembelajaran Fisika berbasis STEM menggunakan media PhET

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			dapat melatih dan mengembangkan profil Higher Order Thinking Skills (HOTS) peserta didik dengan kategori sedang pada gain yang dinormalisasi.
10	Pengembangan Alat Peraga Fisika <i>Crane Magnetic</i> Pokok Bahasan Medan Magnet Pada Selenoida. Virgiani Pangestika Fajrini, Yayat Ruhiat, Dina Rahmi Darman. Jurnal <i>Luminous</i> .2/1	2021	Berdasarkan hasil analisis jurnal, dapat disimpulkan bahwa Alat peraga fisika crane magnetic yang dirancang dengan solenoida dan power supply dc, telah terbukti layak sebagai sarana pembelajaran dengan respon yang positif dari peserta didik.

No	Judul, Penulis, Nama Jurnal, Vol, No	Tahun	Hasil
			Untuk menentukan kelayakan alat tersebut, dilakukan uji validasi oleh ahli serta ujicoba terbatas pada peserta didik. Dari hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, diperoleh nilai sebesar 81,5% dan 91,65%. Selain itu, hasil ujicoba terbatas pada peserta didik juga menunjukkan kelayakan alat sebesar 96,7% dalam mengajarkan pokok bahasan medan magnet

6.1.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada percobaan STEM Hukum Faraday yaitu :

1. Magnet
2. Kawat tembaga (kumparan)
3. Galvanometer
4. Wadah kumparan
5. Kabel penghubung (jepit buaya)
6. Solder

6.1.4 Langkah kerja

Berikut langkah kerja pada percobaan STEM Hukum Faraday yaitu :

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Gunakan kawat tembaga sebagai kumparan.
3. Potong paralon sepanjang 5-8cm sebagai alat bantu untuk membuat kumparan.
4. Gulung kawat tembaga pada paralon yang sudah disesuaikan ukurannya.
5. Rapatkan gulungan tembaga tersebut.
6. Buatlah variasi jumlah lilitan kawat dan diameter kawat yang digunakan sebagai lilitan.
7. Selanjutnya amplas bagian ujung kawat dan solder bagian ujung-ujung kumparan sebagai penyambung dengan kabel.
8. Sambung kabel jepit buaya pada galvanometer.
9. Alat siap digunakan, pastikan jarum voltmeter menunjuk angka 0 (nol).
10. Gerakkan magnet keluar masuk kumparan dengan memasukkan kutub utara (N) terlebih dahulu, dan setelah itu biarkan magnet berada dalam kumparan selama beberapa saat. Perhatikan posisi simpangan jarum pada galvanometer.

11. Gerakkan magnet keluar masuk kumparan dengan posisi kutub selatan (S) masuk terlebih dahulu, kemudian biarkan beberapa saat magnet didalam kumparan.
12. Mengulangi langkah 10-12 dengan mengganti variasi kumparan.
13. Amati dan analisis hasil percobaan.

6.2 Implementasi Alat Hukum Faraday

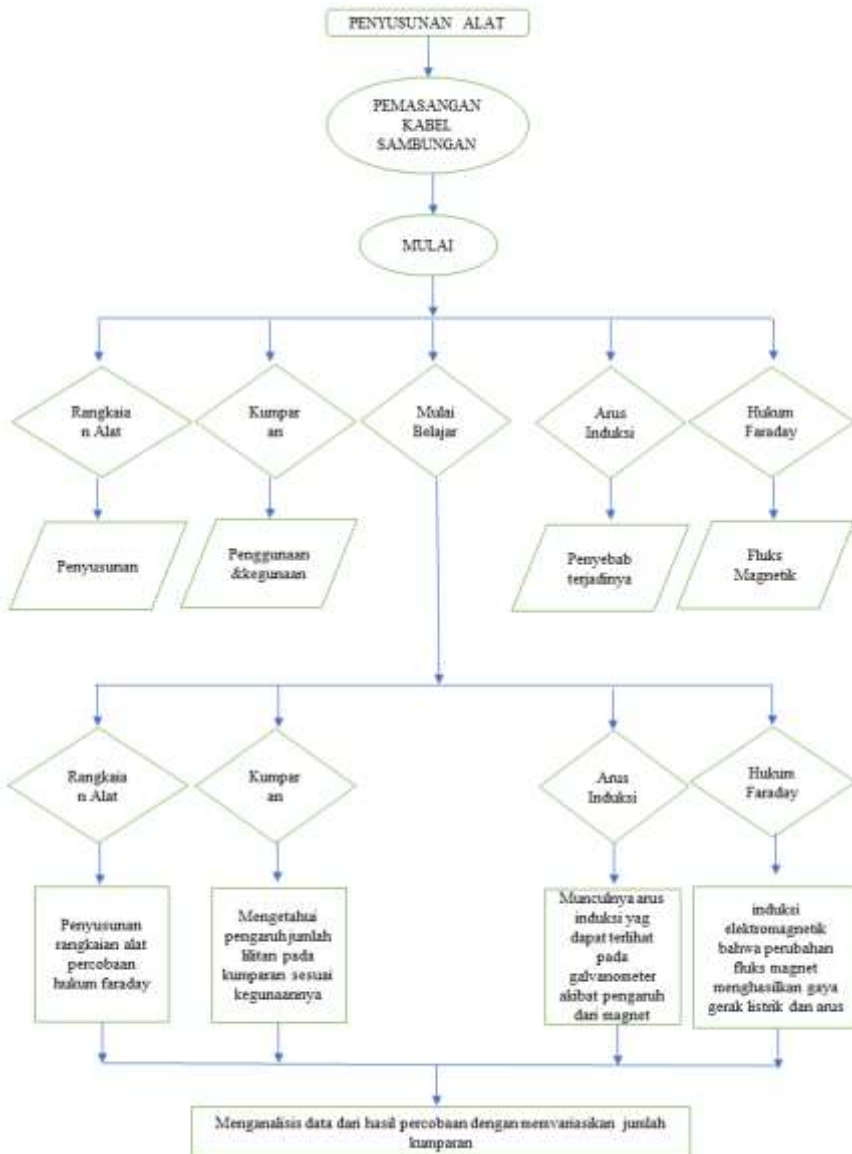
6.2.1 Desain Alat Hukum Faraday



Gambar 6.1 : Rangkaian Alat Percobaan Hukum Faraday
(Sumber: Peneliti)

Desain alat yang digunakan untuk melakukan percobaan hukum faraday. Galvanometer digunakan untuk menunjukkan arah tegangan, kumparan (solenoid) yang digunakan dapat divariasikan sehingga dapat membuktikan apakah kumparan dapat berpengaruh pada hasil yang ditunjukkan di galvanometer, magnet sebagai alat yang dapat menghasilkan tegangan jika didekatkan dengan kumparan.

Diagram Alir Pembuatan Produk



Pembahasan Alat Hukum Faraday

Karakteristik Alat hukum faraday yaitu sebagai berikut:

- **Pertama**, penyusunan alat. Alat dan bahan yang telah disiapkan akan disusun menjadi satu kesatuan produk. Pada tahap ini, proses penyusunannya (1) gulung kawat tembaga pada paralon secara rapih dan dirapatkan sehingga tidak terdapat selapada kumparan tersebut; (2) buatlah variasai pada kumparan tersebut; (3) solder bagian ujung-ujung pada kawat kumparan; (4) pasang kabel penghubung (jepit buaya) pada bagian kumparan yang sudah di solder (5) kemudian sambungkan kabel penghubung (jepit buaya) tersebut ke voltmeter; (6) alat siap digunakan, pastikan galvanometer menunjukkan angka nol; (7) Gerakkan magnet keluar masuk kumparan dengan posisi kutub utara (N) masuk terlebih dahulu, kemudian biarkan beberapa saat magnet berada didalam kumparan; (7) lakukan percobaan dengan memasukkan magnet Selatan terlebih dahulu; (8) Amati dan lakukan percobaan yang bervariasi pada kumparan yang digunakan.
- **Kedua**, mulai melakukan percobaan pada alat yang telah disusun.
- **Ketiga**, Analisa. Apabila magnet bergerak naik turun di dalam kumparan, maka jarum pada galvanometer akan menunjukkan adanya penyimpangan; saat magnet tidak bergerak di dalam kumparan, jarum pada galvanometer tidak menunjukkan penyimpangan dan angkanya tetap pada nol. Penyimpangan pada jarum galvanometer menandakan adanya arus listrik di dalam kumparan yang dihasilkan melalui arus induksi. Jika kumparan berdekatan dengan kutub utara magnet, maka arah arus induksi akan berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Namun, jika kutub utara magnet dijauhkan dari kumparan, arah arus induksinya akan searah dengan arah putaran jarum jam.

Arus listrik yang timbul disebabkan oleh jumlah garis gaya magnet yang menimbulkan beda potensial pada ujung-ujung kumparan. Beda potensial ini juga dikenal sebagai gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).

TABEL STEM
Alat Percobaan Hukum Faraday

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
Gaya Gerak Listrik Induksi pada Hukum Faraday	1. Mengetahui aliran arus listrik dari medan magnet 2. Mengetahui Efek medan magnet pada arus induksi. 3. Menguji arah tegangan	Hukum faraday, Arus listrik, induksi magnetik, jumlah lilitan. 1. Factual: jarum galvanometer akan bergerak jika magnet didekatkan dengan kumparan 2. Konseptual: mengetahui gejala pengaruh magnet memicu munculnya GGL (Gaya Gerak	Pemilihan bahan yang akan digunakan dalam alat pembuatan arus listrik sederhana dengan magnet, kegunaan dan biaya. Penggunaan alat peraga pada arus listrik sederhana dengan magnet	Persiapan desain alat peraga pada pembuatan arus listrik sederhana dengan magnet, keputusan pembuatan, persiapan dan penerapan seleksi yang paling tepat.	Menentukan besaran-besaran fisika pada konsep gaya gerak listrik induksi pada penerapan hukum faraday yang berkaitan alat peraga.

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
		Listrik), salah satu penerapan hukum faraday 3. Procedural: mengetahui cara membuat rangkaian alat sederhana medan magnet yang dapat menimbulkan arus listrik.			
Menganalisis gejala pengaruh magnet terhadap nyala lampu.	1. Menganalisis pengaruh ukuran magnet dan jumlah kumparan. 2. Membuktikan adanya arus listrik saat proses magnet	1. Hukum Faraday, Jumlah lilitan, medan magnet, arus listrik, kecepatan gerak kumparan. 2. Factual:	Pemilihan bahan yang akan digunakan dalam alat pembuatan arus listrik sederhana dengan	Menunjukkan cara kerja dan implementasi pada alat peraga pembuatan arus listrik sederhana dengan magnet.	Memahami besaran fisika pada konsep induksi elektromagnetik pada penerapan hukum faraday yang dipengaruhi oleh jumlah

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	didekatkan pada piringan paku. 3. Mengetahui pengaruh kumparan pada medan magnet	ukuran dari variasi magnet akan mempengaruhi dan jumlah lilitan akan memengaruhi lampu akan menyala jika magnet didekatkan dengan piringan yg dikelilingi oleh paku	magnet,kegunaan dan biaya. Penggunaan alat peraga pada arus listrik sederhana dengan magnet		kumparan.
Memahami konsep induksi elektromagn	1. Mengetahui konsep induksi elektromagnetik pada penerapan	Induksi magnetik membahas konsep perubahan medan magnet dapat	Peristiwa atau fenomena induksi elektromagnetik	Membuat dan mengaplikasikan desain alat peraga pada	Perhitungan matematis terkait dengan hukum faraday.

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
etik	hukum faraday 2.Menganalisis fenomena induksi elektro-magnetik pada penerapan hukum faraday dalam kehidupan sehari-hari. 3. Mengetahui besaran-besaran fisika pada konsep induksi elektomagnetik	menghasilkan listrik	k pada penerapan hukum faraday dalam kehidupan sehari-hari.	penerapan hukum faraday dalam kehidupan sehari-hari.	

Pembahasan Tabel STEM

Tabel STEM Membuat Arus Listrik Sederhana dengan Magnet mencakup empat aktivitas STEM, sebagai berikut :

1. **Galvanometer.** Mencakup komponen alat dan bahan pada eksperimen Faraday yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya arus listrik dalam suatu kumparan.
2. **Kumparan.** Mencakup komponen alat dan bahan pada eksperimen Faraday yang mempengaruhi perubahan medan magnet (ada atau tidaknya aliran listrik) pada kumparan.
3. **Magnet.** Mencakup komponen alat dan bahan pada eksperimen Faraday yang dijadikan sebagai indikator untuk memberikan arus magnet yang mengalir, sehingga Ketika magnet bergerak masuk ke dalam kumparan, jarum pada galvanometer juga bergerak menyimpang ke satu arah tertentu (ke kanan). Namun, ketika magnet digerakan atau ditarik menjauhi kumparan, terjadi pergerakan pada galvanometer, jarum pada galvanometer bergerak menyimpang berlawanan dengan arah sebelumnya (ke kiri).
4. **Kabel dan penjepit buaya.** Mencakup komponen alat dan bahan pada eksperimen Faraday yang terhubung pada rangkaian.

6.2.2 Pengembangan Alat Hukum Faraday

Dokumentasi Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Gambar
Kawat tembaga diameter 0.6 mm	
Kawat tembaga diameter 1 mm dan Kumparannya	

Alat dan Bahan	Gambar
	
Kabel jepit buaya	

Alat dan Bahan	Gambar
Galvanometer dan Voltmeter	 

Alat dan Bahan	Gambar
Magnet	
Solder	

6.2.3 Modul Ajar

MODUL AJAR PERENCANAAN PEMBELAJARAN GGL INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

1. KOMPONEN INFORMASI UMUM

a. Identitas

- Nama Penyusun : Ecyclovira Rizki Aini
Chentia Efrima
- Satuan Pendidikan : SMA
- Tahun Pelajaran : 2022/2023
- Mata Pelajaran : Fisika
- Kelas : XII (Dua Belas)
- Alokasi Waktu : 2 JP

b. Kompetensi Dasar

- 1) Melakukan analisis terhadap fenomena induksi elektromagnetik yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
- 2) Melaksanakan eksperimen mengenai induksi elektromagnetik, kemudian menyajikan hasil eksperimen dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

c. Profil Pelajar Pancasila

- Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia :
Modul ajar ini menekankan peserta didik untuk memiliki akhlak beragama, menjadi pribadi yang berakhlak mulia, berakhlak mulia kepada sesama manusia, berakhlak mulia kepada alam semesta, dan berakhlak bernegara.
- Bergotong-royong
Modul ajar ini mengarahkan peserta didik untuk mampu bekerja sama dalam menyelesaikan tugas kelompok, mampu berkolaborasi dalam

menyelesaikan permasalahan sederhana sehingga akan terbentuk rasa saling menghargai. menyelesaikan masalah dalam kelompok melalui kegiatan berkolaborasi, berkomunikasi dengan efektif baik secara visual maupun oral.

- Kreatif dan bernalar kritis
Merencanakan eksperimen, menampilkan dan menganalisis informasi secara kualitatif dan kuantitatif, membangun hubungan antara informasi yang berbeda, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi eksperimen yang telah dirancang

Pendekatan : STEM

Model Pembelajaran : *Project Based Learning*

d. Media Pembelajaran

Media:

- Modul Ajar
- Video
- LKPD
- Power point

Alat/Bahan:

- Spidol
- Papan tulus
- Laptop
- Proyektor

2. Komponen Inti

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Mengidentifikasi berbagai produk teknologi yang menggunakan induksi faraday dari berbagai sumber.

- Merancang percobaan tentang induksi elektromagnetik.
- Merancang pembuatan alat sederhana yang menggunakan prinsip hukum faraday.
- Menganalisis pembuatan alat sederhana yang menggunakan prinsip hukum faraday.
- Membuat alat sederhana menggunakan prinsip hukum faraday.

b. Langkah/Kegiatan Pembelajaran

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
1. Membuka pelajaran dengan mengkondisikan peserta didik untuk belajar, membaca doa, mendata kehadiran dan mengkondisikan peserta didik.	Membaca doa, menunjukan kehadiran dan memperhatikan yang disampaikan guru.	5 menit
2. Menyajikan masalah sederhana terkait GGL Induksi misalkan misalnya penerapan GGL induksi dalam kehidupan sehari-hari berupa gambar/tayangan video.	Mengamati gambar/tayangan video yang disajikan.	5 menit
3. Memfasilitasi siswa	mengemukakan	10

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
untuk mengungkapkan masalah yang mereka hadapi dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk memberikan pendapat tentang solusinya.	permasalahan serta memberi pendapat solusi untuk permasalahan.	menit
4. Menginformasikan bahwa selanjutnya adalah merancang produk alat Hukum Faraday.	Mendengarkan dan Melaksanakan instruksi dari guru.	5 menit
5. Membagikan LKPD dan memfasilitasi peserta didik untuk merancang produk alat Hukum Faraday secara berkelompok.	Membagikan LKPD dan memfasilitasi peserta didik untuk merancang alat Hukum Faraday secara berkelompok.	15 menit
6. Menampilkan dan membagikan peralatan untuk membuat alat Hukum Faraday, menjelaskan bagian-bagian komponen	Menyimak penjelasan dari guru terkait penggunaan alat-alat yang ditampilkan.	15 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
dan cara menghubungkannya.		
7. Memfasilitasi peserta didik merangkai produk, Membuat produk dan mengujicoba produk.	Secara berkelompok melanjutkan merangkai produk, Membuat produk dan mengujicoba produk.	30 menit
8. Mengakhiri pelajaran dengan merefleksikan pembelajaran yang telah dilakukan, dan mengumpulkan kembali peralatan sesuai dengan nama kelompok siswa	Melakukan refleksi dan mengumpulkan kembali alat yang digunakan.	5 menit

6.3 Kesimpulan

Produk alat Hukum Faraday merupakan alat untuk mengetahui hasil percobaan Faraday menunjukkan bahwa arus listrik dapat terjadi jika ada perubahan medan magnet yang melingkupi kumparan. Perubahan medan magnet yang melingkupi kumparan disebut dengan fluks magnetik.

Jika sebuah kumparan didekati dengan kutub utara magnet, maka akan mengalami arus induksi yang berlawanan arah dengan arah jarum jam. Sebaliknya, jika kutub utara magnet dijauhkan dari kumparan, arus induksinya akan searah dengan arah jarum jam.

Saran

Dari alat yang sudah dikembangkan perlu adanya saran sebagai berikut:

1. Pastikan alat dan bahan yang digunakan berfungsi dengan baik.
2. Perlu adanya persiapan untuk perandangan alat.
3. Menggunakan beberapa variabel guna menjadi variasi pada percobaan Hukum Faraday.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlering, Fargione, & Parton. 2016. Potential Carbon Dioxide Emission Reductions from Avoided Grassland Conversion in the Northern Great Plains. *Ecosphere*, 7.
- Alalouch, C., Saleh, M. S.-e., & Al-Saadi, S. 2016. Energy Efficient House In The GCC Region. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 736-743.
- Alam, S. S., Lin, C.-Y., Ahmad, M., Omar, N. A., & Ali, M. H. 2019. Factors Affecting Energy-Efficient Household Products Buying Intention: Empirical Study. *Scienco Environmental and Climate Technologies*, 23(1), 84-97.
- Alih, S. C., & Vafei, M. 2019. Performance of reinforced concrete buildings and wooden structures during the 2015 Mw 6.0 Sabah earthquake in Malaysia. *Engineering Failure Analysis*, 351-368.
- Anderson, P. 2013. Free, Prior, and Informed Consent? Indigenous Peoples and The Palm Oil Boom in Indonesia. *The Palm Oil Controversy in Southeast Asia, a Transnational Perspective*, 244-258.
- Bali, I. 2020. The On-site Earthquake Early Warning System Application as a Manifestation of Concern for Community. *Alumni Meeting: Hunger for Justice*.
- Bastida, L., Cohen, J. J., Kollmann, A., Moya, A., & Reichl, J. 2019. Exploring the Role of ICT on Household Behavioural Energy Efficiency to Mitigate Global Warming. *ScienceDirect*, 455-462.
- Boudet, H. S., Flora, J. A., & Armel, K. C. 2016. Clustering Household Energy-Saving Behaviours by Behavioural Attribute. *Energy Policy*, 92, 444-454.
- Butkiene, I. S., Zavadskas, E. K., & Streimikiene, D. 2020. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for he Assessment of

- Renewable Energy Technologies in a Household: A Review. *Energies*, 13.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. 2013. Why Pbl? Why Stem? Why Now? An Introduction To Stem Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, And Mathematics (Stem) Approach. *Brill*, 1(1), 1-5.
- Cavic, M. R., Stanisavljevic, J. D., Bogdanovic, I. Z., Skuban, S. J., & Hrvojevic, M. V. 2022. Project-Based Learning of Diffusion and Osmosis: Opinions of Students of Physics and Technology at University. *Sage Open*, 1(1), 1-10.
- Chabaya, R., & Sherwood, B. 2006. Restructuring the introductory electricity and magnetism course. *American Journal of Physics*, 74(4).
- Chel, A., & Kaushik, G. 2018. Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building. *Alexandria Engineering Journal*, 57, 655-669.
- Dekdipnas. 2019. *Undang-undang RI No.20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Ristekdikti.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. 2021. Pengaruh Pembelajaran STEM Berbasis PjBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Kritis. *10*(1), 209-226.
- Fitriyani, A., Toto, & Erlin, E. 2020. Implementasi Model Pjbl-Stem Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1-6.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. 2020. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *ScienceDirect*, 1(1), 1-13.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2005. *Physics 7th Extended Edition*. USA: John Willey & Sons.
- Hanover. 2011. K-12 STEM Education Overview. *hanoverresearch.com*.

- Hidayat, M., Barlian, E., Fatimah, S., Heldi, & Umar, I. 2021. Minangkabau Traditional Rumah Gadang as an Alternative for Earthquake Disaster Response (An Effort for Cultural Sustainability in Padang, West Sumatra). *Central Asian Journal of Literature, Philosophy and Cluture*.
- Hussin, H., Jiea, P. Y., Rosly, R. N., & Omar, S. R. 2019. Integrated 21st Century Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem) Education Through Robotics Project-Based Learning. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(2), 204-211.
- Indra. 2005. Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Masyarakat dalam Upaya Menghemat Pemakaian Energi Listrik di Perumahan Nasional (Perumnas) Helvetia. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17, 60-65.
- Johansson, M. T., & Thollander, P. 2018. A Review of Barriers to and Driving Forces for Improved Energy Efficiency in Swedish Industry– Recommendations for Successful in-House Energy Management. *ScienceDirect*, 618-628.
- Karjallainen. 2011. Consumer Preferences for Feedback on Household Electricity Consumption. *Energi*, 43, 458-467.
- Krajcik, J. S., & Shin, N. 2014. Project-Based Learning-Practices that Foster Effective Learning. *Cambridge University Press*, 275-297.
- Krüger, F., Bankoff, G., Cannon, T., Orlowski, B., & Schipper, E. F. 2015. *Cultures and Disasters: Understanding Cultural Framings in Disaster Risk Reduction*. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Kurnio, H., Fekete, A., Naz, F., & Jüpner, R. 2021. Resilience Learning and Indigenous Knowledge of Earthquake Risk in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.

- Martinaitis, V., Zavadskas, E. K., Motuziene, V., & Vilutiene, T. 2015. Importance Of Occupancy Information When Simulating Energy Demand Of Energy Efficient House: A Case Study. *Journal Energy and Buildings*, 64-75.
- Mercer, J., Gaillard, J., Crowley, K., Shannon, R., Alexander, B., Day, S., et al. 2012). nvironmental Hazards: Culture and Disaster Risk Reduction - Lessons and Opportunities. *Taylor & Francis*, 74-95.
- Migda, W., Szczepański, M., & Jankowski, R. 2019. Increasing the Seismic Resistance of Wood-frame Buildings by Applying PU Foam as Thermal Insulation. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 480-488.
- Motuziene, V., & Vilutiene, T. 2013. Modelling the Effect of the Domestic Occupancy Profiles on Predicted Energy Demand of the Energy Efficient House. *SciVerse ScienceDirect*.
- Mufida, S. N., Sigit, D. V., & Ristanto, R. H. 2020. Integrated project-based e-learning with science, technology, engineering, arts, and mathematics (PjBeL-STEAM): its effect on science process skills. *Biosfer Jurnal Biologi UNJ*, 13(2).
- Nikolova, T., Czyz, J., Rolletschek, A., Blyszczuk, P., Fuchs, J., Jovtchev, G., et al. 2005. Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. *The FASEB Journal*, 1(1), 1-25.
- Parno, Yuliati, L., Munfaridah, N., Ali, M., Rosyidah, F., & Indrasari., N. 2020. The effect of project based learning STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction. *IOP Publishing*, 1(1), 1-8.
- Parno, Zulaikah, S., Rosyidah, F. U., & Ali, M. 2020. Faraday flashlight project-based STEM to enhance problemsolving skill of students. *IOP Publishing*, 1(1), 1-8.

- Prianto. 2007. Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming. *Riptek*, 1, 1-10.
- Prianto, E. 2012. Strategi Desain Fasad Rumah Tinggal Hemat Energi. *Riptek*, 6, 55-65.
- Rapoport, A. 1969. *House Form and Culture*. Amerika Serikat: Prentice-Hall.
- Roberts. 2012. A justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*, 74, 1-5.
- Santoso, A. D., & Salim, M. A. 2019. Household Electricity Savings to Support National Energy Stability and Environmental Sustainability. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20, 263-270.
- Scott, C. L. 2015. What Kind Of Pedagogies For The 21st Century. *Education Research Foresight Unesco*, 1-21.
- Setiawan, N. C., Sutrisno, Munzil, & Danar. 2020. Pengenalan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS di Kota Madiun. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5.
- Shove, E. 2018. What is Wrong With Energy Efficiency. *Building Research & Information*, 46(7), 779-789.
- Sinurat, H. A., Syaiful, & Muhammad, D. 2022. The Implementation of Integrated Project-Based Learning Science Technology Engineering Mathematics on Creative Thinking Skills and Student Cognitive Learning Outcomes in Dynamic Fluid. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(1), 83-94.
- Soares, A. A., & Reis, T. O. 2019. Studying Faraday's law of induction with a smartphone and personal computer. *IOP Science*, 1(1).
- Trilling, B., & Fadel, C. 2009. *21st Century Skills: learning for life in our times*. USA: Jossey Bass.

- Trotta, G. 2018. Factors Affecting Energy-Saving Behaviours and Energy Efficiency. *ScienceDirect*, 529-539.
- Wicaksono, W. 2007. *Pedoman Menghadapi Bencana Gempa dan Tsunami*. Paris: KOGAMI-UNESCO-ISDR.
- Widayanti, Abdurrahman, & Suyatna, A. 2019. Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. *IOP Publishing*, 1(1), 1-9.
- Wijokongko. 2019. Pembelajaran STEM di Queensland Australia. *JURNAL IDEGURU*, 4(1), 95-102.
- Winarti, Sulisworo, D., & Kaliappen, N. 2021, Desember. Evaluation of STEM-Based Physics Learning on Students' Critical Thinking Skills: A Systematic Literature Review. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, 4(2), 61-69.
- Wulandari, N., Sudarti, & Harijanto, A. 2017. Analisis Penguasaan Konsep Induksi Elektromagnetik Pada Siswa SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 2(1), 1-5.
- Yakman, G., & Lee, H. 2012. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *2Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yalcin, V., & Erden, S. 2021. The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills. *Science Direct*, 41(1).
- Yan, Wan, Yuan, Yin, Balezentis, & Streimikiene. 2017. Economic and Technical Efficiency of the Biomass Industry in China. *A Network Data Envelopment Analysis Model Involving Externalities Energies*, 10, 1418.
- Yanuar, Y. 2018. *Unit Pembelajaran STEM*. Bandung: Seameo Qitep In Science.

- Yucel, A., & Kocak, C. 2010. Determining the Critical Thinking Levels of Students Teachers and Evaluating Through Some Variables. *Internasional Online Journal of Educational Sciences*, 2(3), 865-882.
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. 2019. HOTS profile of physics education students in STEM-based. *IOP Publishing*, 1, 1-6.
- Zen, Z., Reflianto, Syamsuar, & Ariani, F. 2022. Academic achievement: the effect of project-based online learning method and student engagement. *ScienceDirect*, 1(1), 1-13.
- Zhou, Y., Shao, H., Cao, Y., & Lui, E. M. 2021. Application of buckling-restrained braces to earthquake-resistant design of buildings: A review. *Engineering Structures*.
- Zucker, T. A., Montroy, J., Master, A., Assel, I., McCallum, C., & Maldonado, G. Y. 2021. Expectancy-value theory & preschool parental involvement in informal STEM learning. *Science Direct*, 76(1).
- Zulfadrim, Z., Toyoda, Y., & Kanegae, H. 2019. The Integration of Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction Practices Through Scientific Knowledge: Cases from Mentawai Islands, Indonesia. *International Journal Disaster Management*, 1-12.

BAB 7

REKAYASA TERMOS SEDERHANA MENGUNAKAN TERMOMETER SENSOR ARDUINO UNO BERBASIS STEM

7.1 Pentingnya Termos Sederhana

7.1.1 Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan ilmu tentang alam, peristiwa, fenomena alam, dan segala interaksi di dalamnya, yang dalam proses pembelajarannya dapat memfasilitasi pengalaman ilmiah bagi peserta didik (D. Yulianti *et al.*, 2022). *High Order of Thinking Skill* (HOTS) memiliki peran penting dalam dalam proses belajar fisika, dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan memecahkan masalah yang kompleks dan rumit, karena konsep fisika terkadang sulit untuk divisualisasikan dan melibatkan perhitungan matematis yang kompleks. HOTS menyangkut bagaimana bagaimana cara meningkatkan kemampuan berpikir siswa ke level yang lebih tinggi, khususnya berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis (Suryadharma & Septiani, 2021). Untuk menguasai pembelajaran fisika, peserta didik tentunya perlu memiliki keterampilan dasar yang harus dibangun salah satu keterampilan dasar yang di terapkan dalam pembelajaran abad-21 adalah berpikir kritis (S. Y. Sari *et al.*, 2022).

Salah satu upaya untuk meningkatkan keterampilan peserta didik peserta didik dalam berpikir kritis adalah menggunakan pendekatan *Science Technology*

Engineering and Mathematic (STEM). Temuan ini sejalan dengan pembelajaran fisika menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Sulisworo et al., 2021). Pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan antar sains, teknologi, teknik, dan matematika (Yusuf et al., 2021). Pendekatan STEM tidak hanya berfokus pada integrasi lintas disiplin S (*science*), T (*technology*), E (*engineering*), M (*mathematic*), tetapi juga berfokus pada pemikiran yang sistematis, keterbukaan terhadap nilai-nilai etika, komunikasi, penelitian, persimpangan pengetahuan dan keterampilan dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika (D. Yulianti et al., 2022).

STEM telah di integrasikan ke dalam berbagai metode konstruktif seperti pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis inkuiri, pembelajaran kooperatif dan pembelajaran berbasis proyek (Laforce et al., 2017). Penerapan STEM dalam pendidikan secara umum dapat mendorong peserta didik untuk merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, dan afektif, serta menerapkan ilmu pengetahuan (Y. S. Sari et al., 2019). Proses pengajaran dan pembelajaran fisika berbasis STEM juga dapat mencakup aktivitas kreatif dan menarik bagi peserta didik (Yusuf et al., 2021).

Salah satu konsep dalam pembelajaran fisika yang membutuhkan pemahaman tentang penerapan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari adalah konsep perpindahan kalor (Novia, 2018). Meskipun masing-masing proses perpindahan kalor, yakni konduksi, konveksi, dan radiasi, memiliki perbedaan yang tipis, namun dibutuhkan alat peraga yang mampu menjelaskan konsep perpindahan kalor secara jelas (Irawati et al., 2019). Alat peraga digunakan dalam proses pembelajaran untuk mengklarifikasi konsep dan

pemahaman suatu topik. Alat peraga dapat memotivasi dan mendorong peserta didik agar lebih aktif, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan tidak terkesan pasif (Masyruhan *et al.*, 2020).

Alat peraga yang dikembangkan pada konsep perpindahan kalor adalah termos sederhana dengan menggunakan termometer berbasis sensor arduino UNO. Arduino UNO adalah sistem mikrokontroler berbasis papan mini Atmega 328. Arduino menggunakan pemrograman bahasa C dan beroperasi pada tegangan 3,3 V dan 5 V. Arduino UNO memproses program yang diinputkan dari komputer (Prima *et al.*, 2017). Arduino menyediakan berbagai fungsi, antara lain mengkonversi sinyal analog ke digital (*analog digital converter*), dan berbagai fungsi lainnya. Arduino yang memiliki kemampuan mengubah tegangan analog ke digital menjadi suatu harapan bahwa Arduino dapat digunakan sebagai osiloskop yang dapat menampilkan sinyal melalui PC atau layar LCD (Hamzah, Hajati, *et al.*, 2021).

7.1.2 Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Baran *et al.*, 2021) yang berjudul **“The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills”**. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Project-Based STEM* mengalami peningkatan yang signifikan dalam keterampilan abad-21, seperti komunikasi dan kolaborasi, pemecahan masalah, kreativitas, pemikiran kritis, tanggung jawab dan literasi teknologi dan informasi.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Sagala *et al.*, 2019) yang berjudul **“The Effectiveness of STEM-Based on Gender Differences: The Impact of Physics Concept Understanding”**. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

terdapat perbedaan pembelajaran STEM dan konvensional pada pemahaman konsep dan penggunaan pembelajaran STEM lebih efektif 1. dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.

3. Penelitian yang dilakukan oleh (Dwi Yulianti & Anjani, 2020) yang berjudul **“Implementing Physical Learning Based On Momentum and Impulse STEM Materials to Develop Collaboration Skills”**. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan kolaborasi peserta didik. Keterampilan kolaborasi peserta didik setelah menerapkan pembelajaran fisika berbasis STEM berkembang dengan peningkatan kategori sedang berdasarkan nilai N-Gain yang diperoleh sebesar 0,37.
4. Penelitian yang dilakukan oleh (D. Yulianti *et al.*, 2022) yang berjudul **“Scratch Assisted Physics Learning With a STEM Approach In The Pandemic Era to Develop 21st Century Learning Skills”**. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa pembelajaran fisika berbantuan *Scratch* dengan pendekatan STEM dapat mengembangkan keterampilan belajar abad ke-21, seperti keterampilan berpikir kreatif, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi peserta didik.
5. Penelitian yang dilakukan oleh (Wang *et al.*, 2019) yang berjudul **“A Review on Molten-Salt-Based and Ionic-Liquid-Based Nanofluids For Medium-To-High Temperature Heat Transfer”**. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Nanofluida berbasis garam cair adalah fluida penyimpan panas suhu tinggi atau fluida penyimpan panas perubahan fase suhu sedang, karena titik didihnya yang tinggi sedangkan nanofluida berbasis cairan ionik sangat cocok digunakan sebagai fluida perpindahan panas, karena titik lelehnya yang rendah.

6. Penelitian yang dilakukan oleh (Al Siyabi *et al.*, 2019) yang berjudul **“An Experimental and Numerical Study on The Effect of Inclination Angle of Phase Change Materials Thermal Energy Storage System”**. Penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku termal dari sistem penyumpangan PCM dalam 3 sudut kemiringan yang berbeda dieksplorasi di bagian ini pada suhu saluran masuk HTF konstan 60°C dan laju aliran 120 ml/menit. Pengaruh kemiringan pada distribusi suhu di seluruh sistem penyimpanan dipengaruhi oleh profil leleh PCM, aliran PCM air dan laju pengisian daya.
7. Penelitian yang dilakukan oleh (Ji *et al.*, 2020) yang berjudul **“An Experimental Investigation on The Heat Transfer Performance Of A Liquid Metal High-Temperature Oscillating Heat Pipe”**. Penelitian ini menunjukkan bahwa OHP suhu tinggi logam cair, yang dapat berfungsi pada suhu lebih dari 500°C. Pengaruh masukan panas pada kinerja perpindahan panas LMHOHP diselidiki secara eksperimental. Perbedaan suhu dan tahanan termal antara evaporator dan kondensor menurun terlebih dahulu dan kemudian meningkat dengan bertambahnya masukan panas.
8. Penelitian yang dilakukan oleh (Hamzah, M, et al., 2021) yang berjudul **“Pengembangan Alat Ukur Suhu Menggunakan Sensor Lm35 Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika”**. Hasil penelitian ini menunjukkan dikembangkan alat ukur suhu berbasis sensor LM35 dengan menggunakan Arduino Uno yang memenuhi kriteria validitas, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika, terutama pada materi radiasi benda hitam.
9. Penelitian yang dilakukan oleh (Rizali et al., 2020) yang berjudul **“Akuisisi Data untuk Percobaan Fisika Berbasis Arduino UNO di SMKN 1 Gambut”**. Hasil dari

penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu eksperimen fisika yang dilengkapi dengan sensor dan akuisisi data menggunakan Arduino UNO dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan mendorong peserta didik untuk lebih aktif berpartisipasi dalam pembelajaran.

10. Penelitian yang dilakukan oleh (Permatasari & Anggraini, 2019) yang berjudul “**Development of Sensor Lights Based on Arduino UNO As Physics Props**”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga lampu sensor berbasis arduino uno pada materi energi sudah sangat baik digunakan dalam proses pembelajaran dan mendapatkan respon positif dari guru maupun peserta didik.

7.1.3 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	
1. Gunting	2. Botol plastik bekas
3. Botol kaca bekas	4. Isolasi
5. Push button	6. Kertas alumunium foil
7. Kapas	8. Arduino UNO
9. Kabel USB	10. Sensor GY-906 MLX
11. Kabel jumper	12. Breadboard 400 pin
13. LCD 16*2 i2c	14. Resistor 330 ohm
15. DF Player mini	16. Speaker 8 ohm

7.1.4 Langkah-langkah Pembuatan

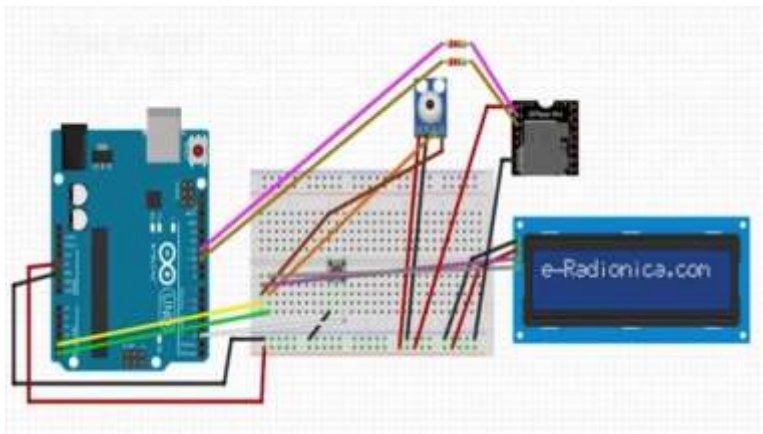
❖ Cara Membuat Termos Sederhana

- a. Gulung botol kaca menggunakan kertas alumunium foil.
- b. Kemudian rekatkan menggunakan isolasi pada ujungnya.
- c. Ambil botol plastik lalu potong pada bagian leher botol.
- d. Kemudian potong pada bagian garis bawah leher botol plastik (menjadi 2 bagian).

- e. Rekatkan kapad pada botol kaca yang dilapisi alumunium foil menggunakan isolasi sebagai perekatnya.
- f. Lapisi botol kaca yang telah ditemplei kapas menggunakan alumunium foil.
- g. Masukkan botol kaca tadi ke dalam botol plastik yang sudah di potong.
- h. Satukan kembali botol plastik dan rekatkan menggunakan isolasi.
- i. Lalu gulung kembali botol plastik tadi menggunakan alumunium foil dan rekatkan dengan isolasi.

❖ Cara Membuat Termometer Berbasis Sensor Arduino UNO

- a. Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan.
- b. Membuat skema perakitan alat dan bahan di fritzing seperti gambar berikut ini:



- c. Merakit alat dan bahan sesuai dengan skema yang sudah dibuat.

- d. Menyambungkan rangkaian Arduino UNO ke PC/laptop.
- e. Membuat kodingan di PC/laptop yang sudah terhubung dengan rangkaian Arduino UNO. Aplikasi yang digunakan adalah Arduino IDE (kodingan terlampir).
- f. Termometer berbasis sensor Arduino UNO siap digunakan.

❖ Kodingan Termometer Berbasis Sensor Arduino UNO

```
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //include melalui file
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h> //include melalui file
#include <Adafruit_MLX90614.h> // install di library manager
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
SoftwareSerial mySerial (11, 10); //RX, TX
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
int temp;
#define button 2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(" Adafruit MLX90614   test");
  mlx.begin();
  lcd.begin();
  mySerial.begin (9600);
  mp3_set_serial (mySerial);
  mp3_set_volume (50);
  pinMode(button,INPUT_PULLUP);}

void loop() {lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("Cek Suhu Tubuh: ");

  temp = mlx.readObjectTempC();
  Serial.print("tObject    =    ");    Serial.print(temp);
  Serial.println("C");
  Serial.println();
  if (digitalRead(button) == 0){lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("Suhu : ");
  lcd.print(temp);
  lcd.print((char)223)
  lcd.print("C  ");
  mp3_play (temp);
  delay(2000);
  mp3_play(111);
  delay(2000);}
```

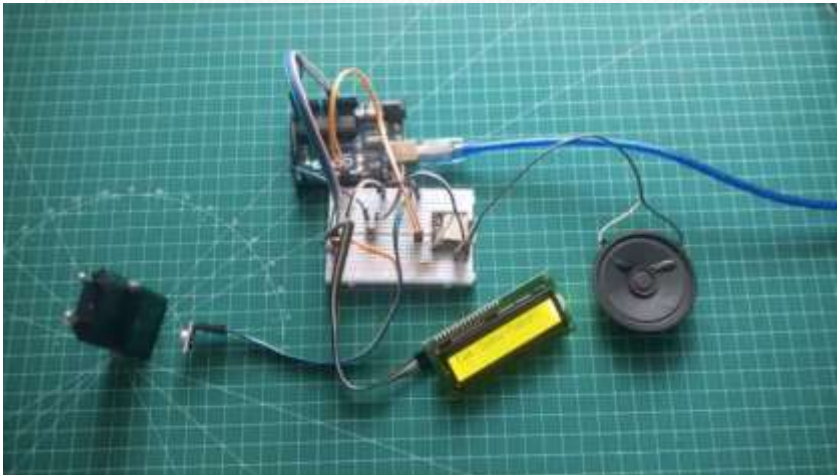
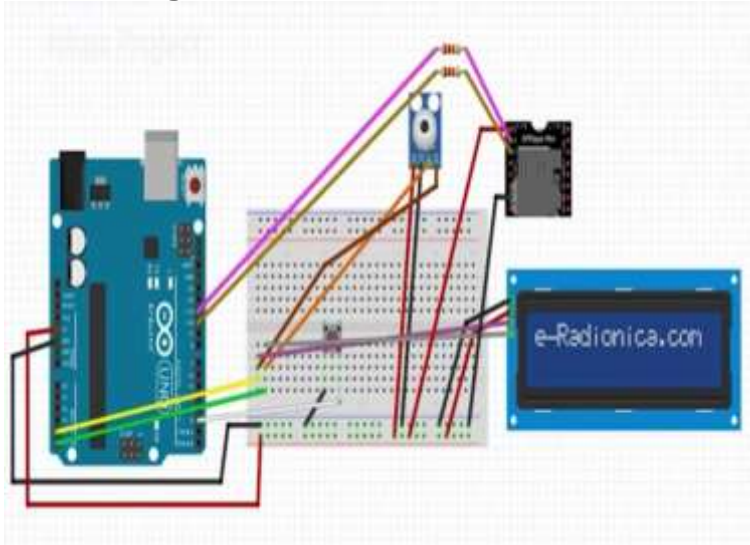
7.2 Implementasi Termos Sederhana Berbasis STEM

7.2.1 Desain Rangkain Alat

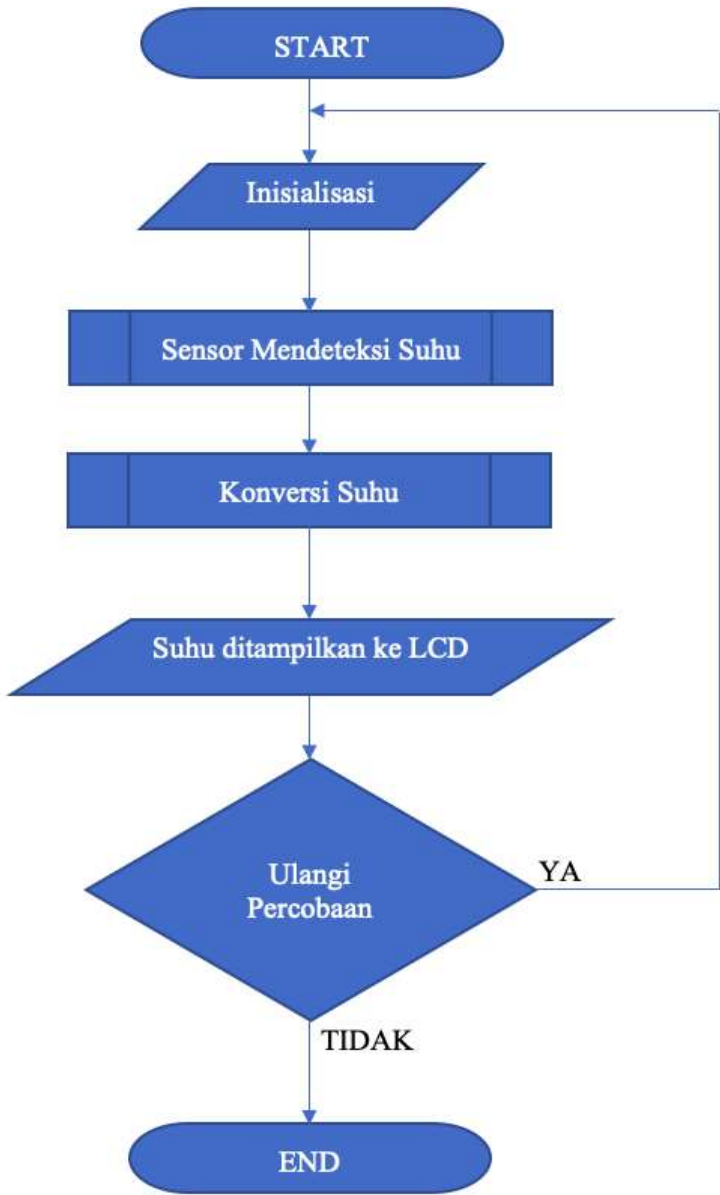
a. Desain Rangkaian Termos Sederhana



b. Desain Rangkaian Termometer Sensor Arduino UNO



c. Flowchart



7.2.2 Pembahasan Termos Sederhana Berbasis STEM

a. Tabel Rekayasa Termos Sederhana

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
1. Suhu dalam kehidupan	● Mengetahui pengertian suhu ● Mengetahui macam-macam skala pada suhu ● Membuat alat konversi sederhana ● Menghitung skala suhu	● Literasi mengenai pengertian suhu serta skalanya ● Literasi mengenai perubahan kondisi lingkungan yang dinamis menyebabkan perubahan dan menuntut makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan	● Penggunaan simulasi PhET dalam media pembelajaran	● Membuat alat konversi suhu sederhana	● Menghitung skala suhu

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
		tumbuhan untuk beradaptasi terhadap faktor-faktor seperti perubahan suhu.			
2. Perpindahan Kalor pada Termos Sederhana	- Mengetahui proses perpindahan kalor baik secara konduksi, konveksi dan radiasi. - Mengetahui bahan yang baik digunakan untuk	Literasi mengenai perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi.	- Membuat skema pembuatan termos sederhana yang dapat dibuat oleh peserta didik. - Pemilihan bahan yang akan digunakan dalam	- Membuat termos sederhana dari bahan yang ada di sekeliling kita. - Siswa diuntut untuk mengcreat alat tersebut	Menghitung dari persamaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi.

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	membuat termos yaitu penghantar panas yang baik. ● Menghitung persamaan dari perpindahan kalor.		membuat termos (penghantar panas yang baik).		
3. Pemuaian panjang pada termoskop sederhana	● Mengetahui pengertian pemuaian dan contoh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari ● Mengetahui bahan yang	● Literasi mengenai pemuaian dan contoh pemuaian dalam kehidupan sehari-hari	● Penggunaan media laboratorium virtual PhET pada materi pemuaian	● Pembuatan termoskop sederhana ● Pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan	● Menghitung selisih panjang awal dan panjang akhir setelah pemuaian

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	baik digunakan untuk membuat termoskop sederhana • Menghitung hitung persamaan pemuaian panjang				

b. Pembahasan

Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis dapat dicapai dengan menggunakan metode atau strategi pembelajaran yang tepat yaitu menggunakan pendekatan *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM). Menurut Sulisworo (2021) dengan menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika, peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka (Sulisworo *et al.*, 2021). Pendekatan STEM sendiri merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan antar sains, teknologi, teknik, dan matematika (Yusuf *et al.*, 2021). Pendekatan STEM tidak hanya berfokus pada integrasi lintas disiplin S (*science*), T (*technology*), E (*engineering*), M (*mathematic*), tetapi juga berfokus pada pemikiran yang sistematis, keterbukaan terhadap nilai-nilai etika, komunikasi, penelitian, persimpangan pengetahuan dan keterampilan dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika (D. Yulianti *et al.*, 2022).

STEM dalam pembelajaran fisika dengan Project Based Learning (PjBL) efektif dilakukan upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Sumardiana *et al.*, 2019). Salah satu kegiatan STEM pada materi Suhu dan Kalor adalah mengenai perpindahan kalor pada termometer sederhana. Tujuan pembelajaran dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui proses perpindahan kalor baik secara konduksi, konveksi dan radiasi; mengetahui bahan yang baik digunakan untuk membuat termos; dan menghitung persamaan dari perpindahan kalor. Adapun langkah dari kegiatan STEM pada suhu dan kalor ini adalah:

- Science : Literasi mengenai pemuain dan contoh pemuain dalam kehidupan sehari-hari.

- *Technology* : Membuat skema pembuatan termos sederhana yang dapat dibuat oleh peserta didik dan pemilihan bahan yang akan digunakan dalam membuat termos (penghantar panas yang baik).
- *Engineering* : Membuat termos sederhana dari bahan yang ada di sekeliling kita.
- *Mathematics* : Menghitung dari persamaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi.

Dalam kesempatan ini, peserta didik membuat *project* berupa pembuatan termos sederhana menggunakan termometer sederhana berbasis Arduino UNO. Tujuan dari pembuatan *project* ini adalah agar peserta didik mengetahui adanya perpindahan kalor yang terjadi pada termos walaupun tidak terlalu signifikan. Adapun dua komponen penting dalam *project* ini yaitu termos sederhana yang dibuat dari bahan-bahan di sekeliling kita dan juga rangkaian Arduino UNO.

Proses perpindahan kalor yang terjadi pada termos sederhana ini terjadi secara konduksi. Konduksi adalah proses perpindahan kalor yang membutuhkan zat perantara atau secara langsung tanpa disertai perpindahan zat perantara tersebut (Kanginan., 2006). Bagian dalam dari termos sederhana berupa botol sirup kaca yang mana bersifat konduktor sehingga dapat mendistribusikan panas walaupun tidak secepat logam. Agar panas tidak keluar dari termos sederhana maka digunakanlah botol plastik, aluminium foil dan kapas sebagai isolator di luar botol kaca sehingga dapat menahan panas.

Untuk mengetahui suhu yang ada pada termos sederhana, digunakanlah sensor berbasis Arduino UNO. Sensor ini dapat mengukur suhu awal dan akhir cairan yang ada pada termos sederhana. Setelah mengetahui suhu awal dan suhu akhir di selang beberapa waktu yang telah ditentukan, maka

nantinya peserta didik dapat mengetahui besarnya kalor yang berpindah dari dalam termos sederhana ke lingkungan luar dengan menggunakan rumus perpindahan kalor.

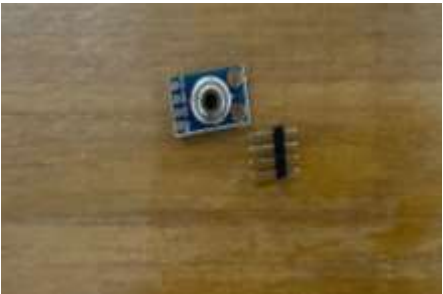
7.2.3 Pengembangan Termos Sederhana Berbasis STEM

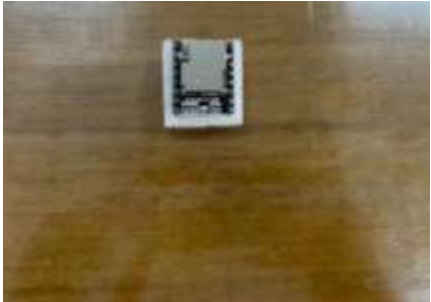
Dokumentasi Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Gambar
1.	Alumunium foil	
2.	Kapas	

No	Nama Alat	Gambar
3.	Gunting	
4.	Isolasi	
5.	Breadboard 400 pin	

No	Nama Alat	Gambar
6.	Push button	
7.	Kabel jumper	
8.	Kabel USB	

No	Nama Alat	Gambar
9.	GY 906 MLX 90614	
10.	LCD 16*2 i2c	
11.	Arduino UNO	

No	Nama Alat	Gambar
12.	Speaker 8 ohm	
13.	Resistor 330 ohm	
14.	DF Player mini	

No	Nama Alat	Gambar
15.	Botol plastik	
16.	Botol kaca	

7.2.4 Modul Ajar

A. Informasi Umum

Penyusun	1. Syifa Nabila Basyir, S. Pd 2. Amelia Rahma, S. Pd
Tahun Ajaran	2022/2023
Subtopik	Suhu dan Perpindahan Kalor
Alokasi Waktu	90 Menit (2 JP)
Profil Belajar Pancasila	1. Bernalar kritis: Mencari informasi di internet dan memilih informasi yang dapat dipertanggungjawabkan dari sumber-sumber terpercaya, serta mampu bersama-sama menganalisis dan mengambil keputusan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis, terutama dalam materi Suhu dan Kalor. 2. Kreatif: Peserta didik dapat membuat presentasi dari hasil diskusi dan praktikum sebagai bentuk tanggung jawab mereka selama proses pembelajaran, serta mampu mempresentasikan hasil pembelajaran dengan jelas dan terstruktur.. 3. Bergotong royong: Peserta didik dan kelompoknya secara sukarela dan mudah berkolaborasi, saling peduli dan berbagi selama penyelesaian tugas, sehingga proses pembelajaran berjalan dengan lancar dan mudah.
Saran dan prasarana	1. Modul ajar 2. Laptop/LCD 3. Papan tulis

	4. ATK
Target Peserta Didik	Reguler/Tipikal
Model/Pendekatan Pembelajaran	Pendekatan STEM (<i>science, technology, engineering and mathematic</i>)
Moda Pembelajaran	Luring/tatap muka

B. Kompetensi Inti

Tujuan Pembelajaran	1. Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis-jenis perpindahan kalor. 2. Peserta didik mampu melakukan penelitian tentang pengaruh sifat bahan terhadap konduktivitas termal. 3. Peserta didik mampu melakukan perhitungan suhu dengan akurat.
Pertanyaan Pemantik	1. Bagaimana mekanisme dan proses perpindahan panas terjadi? 2. Apa saja contoh fenomena perpindahan panas yang dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari?
Persiapan Pembelajaran	1. Persiapan Oleh Guru ☐ Mempersiapkan bahan ajar dalam bentuk modul. ☐ Menyiapkan bahan pelajaran yang sesuai dan tepat digunakan. 2. Persiapan Oleh Peserta Didik ☐ Menyediakan buku dan sumber belajar untuk mendukung proses

	pembelajaran
Kegiatan Pembelajaran	KEGIATAN PENDAHULUAN 1. Kegiatan pembelajaran dimulai dengan guru menyampaikan salam. 2. Dalam kegiatan tersebut, doa dipimpin oleh seorang siswa yang diwakili. 3. Guru bertanya mengenai kabar peserta didik dan memeriksa kehadiran mereka. 4. Pada pertemuan hari ini, guru menjelaskan tujuan dan aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan.
	KEGIATAN INTI Fase 1: <i>Reflection</i> 1. Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok oleh guru. 2. Guru memerintahkan peserta didik untuk mengobservasi presentasi tentang cara kerja termometer. 3. Setelah menonton video, guru menginstruksikan peserta didik untuk membuat pertanyaan yang diinginkan, dengan harapan pertanyaan tersebut adalah: ● Bagaimana prinsip kerja dari perangkat tersebut adalah

seperti apa?

- Apa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan perangkat tersebut?

4. Guru mengkomunikasikan isu yang berkaitan dengan proyek pembuatan termometer yang simpel.

Fase 2: *Research*

1. Peserta didik menghimpun informasi tentang cara membuat termometer yang mudah.
2. Peserta didik berkolaborasi dalam mencari solusi terhadap masalah pembuatan termometer yang sederhana.

Fase 3: *Discovery*

1. Peserta didik melakukan diskusi dalam merancang pembuatan termometer yang sederhana.
2. Peserta didik memilih alat dan bahan yang akan dipergunakan dalam membuat proyek tersebut.
3. Guru menginstruksikan peserta didik untuk menuliskan semua ide atau rencana dari setiap anggota dalam kelompok.

	4. Peserta didik merancang model termometer yang simpel. 5. Dalam kelompok, peserta didik menyajikan presentasi tentang hasil rancangan model termometer yang sederhana. <i>Fase 4: Application</i> 1. Peserta didik, dengan bantuan kelompoknya, membuat dan menguji proyek termometer sederhana sesuai dengan petunjuk di Lembar Kerja yang telah disediakan. 2. Guru menginformasikan peserta didik untuk mendokumentasikan seluruh proses pembuatan dan uji coba model thermometer sederhana. <i>Fase 5: Communication</i> 1. Guru menjelaskan peraturan teknis untuk melakukan presentasi. 2. Guru memantau jalannya presentasi yang dilakukan oleh kelompok. 3. Peserta didik menyajikan hasil dari proyek yang telah
--	---

	diuji coba. 4. Guru memberi kesempatan kepada kelompok lain untuk mengajukan pertanyaan.
	KEGIATAN PENUTUP 1. Guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap hasil kegiatan belajar-mengajar. 2. Guru mengingatkan peserta didik untuk selalu belajar dengan tekun sebagai bentuk rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. 3. Guru memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran yang akan datang.

C. Rubrik Penilaian

1. Teknik Penilaian

- Pengetahuan

No.	Teknik	Bentuk instrumen	Butir instrumen	Waktu pelaksanaan	Keterangan
1	Tertulis	Soal-soal	Lampiran 2	Saat pembelajaran usai	Penilaian sebagai sarana untuk mengevaluasi pencapaian pembelajaran.

- Keterampilan

No	Teknik	Bentuk instrumen	Butir instrumen	Waktu pelaksanaan	Keterangan
1	Unjuk Kerja	Lembar penilaian melakukan tugas proyek	Lampiran 3	Ketika proses pembelajaran sedang berlangsung.	Penilaian sebagai bagian dari proses pembelajaran.

- Sikap Spiritual

No.	Teknik	Bentuk instrumen	Butir instrumen	Waktu pelaksanaan	Keterangan
1	Jurnal	Jurnal	Lampiran 1	Ketika kegiatan belajar mengajar sedang dilaksanakan.	Penilaian yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung.

- Sikap Sosial

No.	Teknik	Bentuk instrumen	Butir instrumen	Waktu pelaksanaan	Keterangan
1	Jurnal	Jurnal	Lampiran 1	Ketika kegiatan belajar mengajar sedang dilaksanakan.	Penilaian yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung.

2. Metode dan Bentuk Instrumen

Metode/ Teknik	Bentuk Instrumen
Sikap	Lembar Pengamatan Sikap Spiritual dan Sosial
Tes Proyek	Tes Penilaian Proyek
Tes Tulis	Uraian

- Instrumen Penilaian
 - a. Lampiran 1
 - b. Lampiran 2
 - c. Lampiran 3
- Pembelajaran Remedial
Hasil penilaian harian digunakan sebagai dasar untuk melakukan pembelajaran remedial:
 - a. Belum tuntas secara klasikal: pembelajaran ulang.
 - b. Belum tuntas secara individual: belajar kelompok atau tutor sebaya.
- Pembelajaran pengayaan
Berlatih menyelesaikan soal tentang suhu di luar waktu pelajaran.

Lampiran 1

Petunjuk

- a. Amati perkembangan sikap siswa menggunakan instrumen jurnal
- b. Tuliskan dalam jurnal tentang perilaku siswa yang mencolok, baik itu positif atau negatif, di luar kelas. Untuk siswa yang sebelumnya mencatat perilaku buruk di jurnal, jika mereka sudah menunjukkan perubahan perilaku yang diharapkan, catatan tentang perubahan perilaku tersebut tetap dicatat di jurnal meskipun perilaku tersebut belum mencolok.

Jurnal Sikap Spiritual Dan Sikap Sosial

Sekolah :

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : ... / ...

No	Waktu	Nama Siswa	Catatan Perilaku	Butir Sikap	Paraf	Tindak Lanjut

Lampiran 2

Lembar Penilaian Proyek dan Produk

Kelompok : ...

Anggota : ...

No.	Indikator Penilaian	Penilaian			
		K	C	B	SB
A	Perencanaan				
1	Persiapan alat dan bahan				
2	Rancangan: a. Gambar rancangan b. Alur kerja dan deskripsi c. Penggunaan alat				
B	Hasil Akhir (produk)				
3	Bentuk fisik				
4	Inovasi alat				
C	Laporan				
5	Laporan dibuat dengan kriteria: a. Kebermanfaatan laporan b. Sistematika laporan c. Penulisan kesimpulan				

Rubrik Penilaian Project dan Produk

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
A. Perencanaan					
1	Persiapan alat dan bahan	Hanya merencanakan daftar peralatan dan bahan yang dibutuhkan, namun tidak mempersiapkannya.	Siswa membuat persiapan alat dan bahan sebagian sesuai dengan rancangan yang dituliska, namun tidak lengkap dan tidak sesuai dengan gambar rancangan secara keseluruhan.	Peserta didik menyiapkan alat dan bahan secara terperinci, namun tidak sesuai dengan desain yang telah dibuat.	Menggambarkan dan menyiapkan alat dan bahan secara komprehensif dan akurat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.
2	Rancangan: a. Gambar rancangan	Hanya ada satu dari tiga aspek yang dievaluasi.	Cuma dua dari tiga aspek yang dinilai.	Terdapat gambar rancangan,	Ada gambar rancangan, urutan kerja, dan

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
	b. Alur kerja dan Deskripsi Penggunaan alat			alur kerja, dan cara penggunaan alat, tetapi tidak sepenuhnya sesuai.	instruksi penggunaan alat.
B. Hasil Akhir (produk)					
3	Bentuk fisik	Alat tidak dapat digunakan karena tidak sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.	Alat sesuai rancangan dan tidak dapat digunakan	Alat dapat digunakan meskipun tidak sepenuhnya sesuai dengan rancangan.	Alat dibuat sesuai dengan rancangan dan dapat digunakan.
4	Inovasi alat	Alat dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar tetapi desain tidak menarik.	Alat dibuat menggunakan bahan yang tersedia di sekitar namun	Alat dibuat dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia	Alat ini dibuat dari bahan-bahan yang tersedia di sekitar lingkungan,

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
			memiliki desain yang kurang menarik.	di sekitar dan memiliki desain yang menarik.	dengan desain yang menarik dan berbeda dari yang lain (desain baru).
C. Laporan					
5	Laporan akan dinilai berdasarkan : a. Manfaat laporan b. Sistematika laporan Kesimpulan yang ditulis	Membuat laporan tanpa memenuhi kriteria tertentu..	Isi laporan kurang bermanfaat dan kesimpulan tidak sesuai, meskipun sistematika laporan sesuai dengan kriteria.	Sistematika laporan memenuhi kriteria yang ditentukan, namun isi laporan kurang bermanfaat dan kesimpulan sesuai dengan yang diharapkan.	Laporan dipersiapkan dengan memenuhi kriteria, termasuk sistematika laporan yang sesuai, isi laporan yang bermanfaat, dan kesimpulan yang sesuai dengan topik.

Rubrik Penilaian Presentasi

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
1	Sistematika Presentasi	Materi presentasi disampaikan dengan tidak teratur dan tidak terstruktur.	Materi presentasi diajukan secara runtut dan tidak sistematis.	Materi presentasi disampaikan secara terstruktur namun kurang sistematis.	Materi presentasi diajukan secara runtut dan sistematis
2	Penggunaan bahasa	Penggunaan bahasa tidak terstruktur dan kurang baku.	Menggunakan bahasa yang lancar, tetapi kurang formal dan terstruktur	Menggunakan bahasa yang memiliki kualitas baik, baku, tetapi kurang terstruktur.	Menggunakan bahasa yang baik dan terstruktur.
2	Penggunaan bahasa	Penggunaan bahasa tidak	Menggunakan bahasa yang	Menggunakan bahasa yang	Menggunakan bahasa yang baik

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
		terstruktur dan kurang baku.	lancar, tetapi kurang formal dan terstruktur	memiliki kualitas baik, baku, tetapi kurang terstruktur.	dan terstruktur.
4	Komunikatif	Membaca catatan sepanjang menjelaskan	Pandangan lebih banyak menatap catatan saat menjelaskan daripada audiens	Pandangan lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan daripada catatan, tanpa ada gestur tubuh	Pandangan lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan daripada catatan, dan menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan

DAFTAR PUSTAKA

- Al Siyabi, I., Khanna, S., Mallick, T., & Sundaram, S. 2019. An experimental and numerical study on the effect of inclination angle of phase change materials thermal energy storage system. *Journal of Energy Storage*, 23(September 2018), 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.03.010>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. 2021. The Influence of Project-Based STEM (PjbL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Hamzah, H., Hajati, K., & Darmawan, D. 2021. Pengembangan Osiloskop Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 3(2), 80–87. <https://doi.org/10.31605/phy.v3i2.1348>
- Hamzah, H., M, M., & Hasrul, H. 2021. Pengembangan Alat Ukur Suhu Menggunakan Sensor Lm35 Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 4(1), 6–15. <https://doi.org/10.31605/phy.v4i1.1357>
- Irawati, E., Kurniawan, W., & Huda, C. 2019. Kefektifan Pembelajaran Berbantuan Alat Peraga Perpindahan Kalor Secara Konduksi, Konveksi, Dan Radiasi untuk Mendukung Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Physics Education Research Journal*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.21580/perj.2019.1.1.3932>

- Ji, Y., Wu, M., Feng, Y., Yu, C., Chu, L., Chang, C., Li, Y., Xiao, X., & Ma, H. 2020. An experimental investigation on the heat transfer performance of a liquid metal high-temperature oscillating heat pipe. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 149, 119198. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.119198>
- Kanginan, M. 2006. *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Laforce, M., Noble, E., & Blackwell, C. 2017. Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>
- Masyruhan, M., Pratiwi, U., & Al Hakim, Y. 2020. Perancangan Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Mikrokontroler Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2), 134. <https://doi.org/10.32699/spektra.v6i2.145>
- Novia, S. 2018. Pengembangan Alat Peraga Sub Materi Perpindahan Kalor secara Radiasi untuk Menunjang Pembelajaran Fisika. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 118–122.
- Permatasari, A., & Anggraini, W. 2019. *Pengembangan Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai Alat Peraga Fisika Development of Sensor Lights Based on Arduino Uno*. 02(November), 380–387.
- Prima, E. C., Karim, S., Utari, S., Ramdani, R., Putri, E. R. R., & Darmawati, S. M. 2017. Heat Transfer Lab Kit using Temperature Sensor based Arduino™ for Educational Purpose. *Procedia Engineering*, 170, 536–540. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.085>

- Sagala, R., Umam, R., Thahir, A., Saregar, A., & Wardani, I. 2019. The effectiveness of stem-based on gender differences: The impact of physics concept understanding. *European Journal of Educational Research*, 8(3), 753–761. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.753>
- Sari, S. Y., Rahim, F. R., Sundari, P. D., & Aulia, F. 2022. The importance of e-books in improving students' skills in physics learning in the 21st century: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012061>
- Sari, Y. S., Selisne, M., & Ramli, R. 2019. Role of students worksheet in STEM approach to achieve competence of physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012096>
- Sulisworo, D., Kaliappen, N., History, A., Winarti, W., Sulisworo, D., & Kaliappen, N. 2021. Evaluation of STEM-based physics learning on students' critical thinking skills: a systematic literature review. *Indonesian Review of Physics*, 4(2), 23–31. <https://doi.org/10.12928/irip.v4i2.3814>
- Sumardiana, S., Hidayat, A., & Parno, P. 2019. Kemampuan Berpikir Kritis pada Model Project Based Learning disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(7), 874. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i7.12618>
- Suryadharma, I. G., & Septiani, T. 2021. *The validity and practicality of the student worksheet using STEM-based multiple representations in physics learning* *The validity and practicality of the student worksheet using STEM-based multiple representations in physics learning*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012016>

- Wang, W., Wu, Z., Li, B., & Sundén, B. 2019. A review on molten-salt-based and ionic-liquid-based nanofluids for medium-to-high temperature heat transfer. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 136(3), 1037–1051. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7765-y>
- Yulianti, D., Sugianto, & Ngafidin, K. M. 2022. Scratch Assisted Physics Learning With a Stem Approach in the Pandemic Era To Develop 21St Century Learning Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 185–194. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.32607>
- Yulianti, Dwi, & Anjani, D. 2020. Implementing Physical Learning Based On Momentum and Impulse Stem Materials to Develop Collaboration Skills. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 25(1), 27. <https://doi.org/10.17977/um048v25i1p27-32>
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Prasetyo, Z. K. 2021. *STEM-based physics multimedia design for stimulating HOTS on water and wind energy topic : Physics teacher perception*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012002>

BAB 8

STEM REKAYASA WATER ALARM (SRWA)

8.1 Pentingnya STEM Rekayasa Water Alarm (SRWA)

8.1.1 Latar Belakang

Peristiwa banjir dan risiko yang terkait di daerah perkotaan merupakan isu yang semakin penting secara global, meskipun lebih kritis untuk negara-negara berkembang (Alfier *et al.*, 2017). Banjir menyebabkan kerugian yang besar terutama di negara yang mengalami urbanisasi dengan cepat, dampak paling rentan terjadi pada negara berkembang. (Jongman, 2018). Selama sepuluh tahun terakhir, Indonesia telah mengalami banjir yang kembali terjadi setiap tahun di seluruh wilayah negara. Dibandingkan dengan negara-negara lain, Indonesia lebih mudah terkena dampak bencana banjir. Indonesia menempati peringkat ketiga di seluruh dunia dalam hal frekuensi banjir yang terjadi. (Hapsari, 2016). Terdapat peningkatan yang cukup signifikan dalam jumlah kejadian banjir di Indonesia selama tiga tahun terakhir. (Bagus *et al.*, 2022).

Banjir di kota-kota besar terjadi terutama karena curah hujan yang tinggi dan tingkat urbanisasi yang semakin tinggi. Hal ini diikuti oleh perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan semakin sedikitnya lahan kosong yang dapat menyerap air, sehingga aliran air permukaan menjadi lebih besar dari kapasitas sungai dan sistem drainase yang ada. Masalah ini menjadi salah satu faktor penyebab banjir, selain

masalah pembuangan sampah ke dalam sungai, selokan, dan parit. (Ananda & Nurmasyitah, 2019). Untuk mengatasi masalah lingkungan seperti banjir, perlu dipelajari bagaimana cara bertahan hidup di lingkungan yang bervariasi dan menciptakan ketahanan masyarakat terhadap bencana alam (Lyu *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian yang dilakukan selama beberapa dekade terakhir menunjukkan bahwa individu yang terlatih dalam masyarakat yang siap menghadapi bencana memiliki kemampuan untuk mengatasi bencana dengan efektif (Torani *et al.*, 2019). Pendidikan sekolah dalam mitigasi bencana alam telah mendapat perhatian luas di seluruh dunia. Pendidikan bencana berisi pendidikan untuk pencegahan bencana dan penanggulangan bencana. Pendidikan ini juga bertujuan untuk menumbuhkan penguasaan siswa tentang pengetahuan bencana, pencegahan bencana dan perencanaan kesiapsiagaan menghadapi bencana (Zhu, 2017). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) di Indonesia telah menetapkan program Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) sebagai suatu usaha untuk mencegah dan mengurangi dampak bencana di satuan pendidikan. (<https://pk.kemdikbud.go.id/>, 2021). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 33 Tahun 2019 mengatur penyelenggaraan Program SPAB. Program ini dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu pada situasi normal atau pra-bencana, situasi darurat, dan pasca bencana.

Dalam era teknologi yang berkembang pesat saat ini, sistem pengendalian otomatis sangat membantu dalam mempermudah pekerjaan seseorang. (Suradi *et al.*, 2019). Pemanfaatan teknologi dapat menjadi alat untuk membantu mengatasi keterbatasan manusia dalam menghadapi banjir. (Meidianta *et al.*, 2019). Teknologi informasi yang terus berkembang saat ini telah membawa perubahan besar pada banyak aspek kehidupan manusia. (Ayu *et al.*, 2019). Dr.

Arifuddin M. Arif, akademisi Fakultas Tarbiyah Ilmu keguruan (FTIK) UIN, menyatakan dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka program SPAB, penguatan literasi dapat dikembangkan dalam perumusan *learning outcome* dan dirumuskan dalam modul ajar dengan pendekatan seperti *projectbased learning* (antaranews.com, 2022). *Project-based learning* (PjBL) merupakan suatu metode pembelajaran dan pengajaran yang terstruktur, di mana siswa terlibat dalam tugas-tugas kompleks yang menghasilkan produk atau presentasi yang ditujukan kepada sekelompok peserta didik sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan. (Chen *et al.*, 2018). Pendekatan PjBL dalam *chapter* ini dengan membuat *water alarm* dengan sensor Arduino uno.

Pembuatan rekayasa *water alarm* dengan sensor Arduino uno akan banyak hal yang dipelajari bukan hanya satu bidang fisika saja, tetapi terintegrasi dengan bidang yang lainnya. STEM (*science, technology, engineering and mathematic*) telah menjadi tren internasional terbaru dalam pembelajaran terpadu untuk memenuhi tuntutan global akan kompetensi siswa di era teknologi terkini (Cheng *et al.*, 2020). Pendidikan STEM telah diterima secara luas sebagai metode yang mensintesis matematika, teknik, teknologi, dan sains untuk berpikir kritis, kreativitas, inovasi, dan pemecahan masalah di dunia nyata (Núñez, 2020). Tujuan STEM adalah untuk menciptakan mata pelajaran yang akan memberikan siswa kursus terpadu, yang berfokus pada keterampilan yang dibutuhkan di pasar kerja saat ini, daripada mempelajari potongan-potongan pengetahuan yang terfragmentasi (Rogosic *et al.*, 2020).

8.1.2 Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
1.	Pedro Teixidó ¹ , Juan Antonio Gómez-Galán ² , ORCID,Fernando Gómez-Bravo ² , Trinidad Sánchez- Rodríguez ² , Javier Alcina ¹ , Juan Aponte ¹	<i>Low-Power Low-Cost Wireless Flood Sensor for Smart Home Systems</i>	sensor banjir nirkabel untuk mendeteksi keberadaan air di lantai rumah sehingga dapat memberikan peringatan dini kebocoran air
2.	Dola Sheeba Rani; G N Jayalakshmi; Vishwanath P Baligar	<i>IoT pada system rekayasa water alarm yang ditulis dalam jurnal Low Cost IoT based Flood Monitoring System Using Machine Learning and Neural Networks</i>	mendeteksi banjir dan menjadi sistem peringatan yang efektif dan fleksibel. metode ini dapat digunakan untuk memprediksi banjir di negara bagian mana pun di India, dengan data yang diberikan
3.	T. Srikantha,B. Dhanalakshmia, D. Amukthaa,J. Manikantaa,T. Ramalokeswara,P Nagaphanindhraa	<i>Portable rain water detecting alarm using ic 555 timer</i>	alarm pendeteksi air hujan portabel yang dirancang untuk melindungi barang dari hujan sekaligus dapat menyimpan air hujan dengan menggunakan sensor hujan dan Chip Timer IC 555 multifungsi
4.	Patil Chinar ¹ ,	<i>Water Overflow</i>	sistem kontrol level

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
	Patil Saarth ² , Patil Vinit ³ , Vartak Chinmay ⁴ .	<i>Alarm</i>	air otomatis untuk mencegah pemborosan air, penggunaan sumber daya air dan energi yang efisien.
5.	Ryan Rex dela Cruz, Fhilep Manaog, Jhelyn Mae Ang, Jerome Capucan, Camille Carreon, Ralph Jake Pagaduan.	<i>Real-Time Water Level Monitoring and Early Warning Alarm System</i>	Untuk memantau ketinggian air melalui sensor ultrasonik dan dapat menghitung perkiraan waktu sebelum terjadi debit aliran yang tinggi.
6.	Huang Bo ¹ , Zheng Chunfeng ¹ , Hao Tao ² , Li Ang ¹	<i>Research and application of online pre-alarm index model of water injector based on real-time monitoring data</i>	Untuk mengatasi alarm berulang, pada sistem pemantauan produksi injektor air yang ada dengan menerapkan metode evaluasi sintetik fuzzy dengan menentukan tingkat resiko injektor air dan meningkatkan akurasi alarm.
7.	Goran Bakalar, Myriam Beatriz Baggini, Sebastian Gabriel Bakalar.	<i>Remote alarm reporting system responsive to stoppage of ballast water management operation on ships</i>	sistem dengan akurasi waktu yang tinggi dan tingkat presisi yang lebih tinggi untuk menetapkan kualitas operasi pengolahan air ballast di kapal.

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan penelitian
8.	Goran Bakalar, Myriam Beatriz Bagini, Sebastian Gabriel Bakalar.	<i>Remote alarm reporting system responsive to stoppage of ballast water management operation on ships</i>	sebuah sistem yang dapat mengirimkan pesan teks SMS tradisional ketika sensor mendeteksi kebocoran pada peralatan rumah tangga.

8.1.3 Alat dan bahan

1. Sensor Arduino R3
2. Sensor Ketinggian Air (Water Level Sensor)
3. Kabel jumper
4. Papan PCB / Breadboard
5. LED dan buzzer

8.1.4 Cara Pembuatan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Hubungkan sensor air ke sensor Arduino menggunakan kabel jumper.
(S > A0); (+ > 5V); (- > Gnd).
3. Pasang 3 buah LED pada PCB, dengan pin kutub negatif ke PCB bermuatan negatif.
4. Pasang 1 buah *buzzer* pada PCB, dengan pin kutub negatif ke PCB bermuatan negatif.
5. Pasang 3 buah kabel jumper pada PCB sebagai penghubung antara LED dengan sensor Arduino, dengan masing-masing jarum kabel terhubung (sejajar) dengan pin kutub negatif LED. (LED 1 > D2 Tx Ard); (LED 2 > D3 Tx Ard); (LED 3 > D4 Tx Ard).

6. Pasang 1 buah kabel jumper pada PCB sebagai penghubung antara *buzzer* dengan sensor Arduino, dengan jarum kabel terhubung (sejajar) dengan pin kutub negatif *buzzer*. (*Buzzer* > D5 Tx Ard).
7. Pasang 1 buah kabel jumper pada PCB sebagai penghubung antara PCB dengan sensor Arduino. (PCB > Gnd Ard).
8. Pasang 1 buah kabel adaptor, sebagai penghubung antara sensor Arduino yang sudah tersambung dengan rangkaian dengan desktop.
9. Install aplikasi Arduino pada desktop.
10. Lakukan code data (*coding*) pada aplikasi tersebut dengan template 'water lever alarm sensor'. (*Coding data* terlampir).
11. Mulai lakukan percobaan.

```

1    const int analogInPin = A0;
2    int sensorValue = 0;
3
4    void setup() {
5        // declare pin to be an output:
6        pinMode(2,OUTPUT);
7        pinMode(3,OUTPUT);
8        pinMode(4,OUTPUT);
9        pinMode(5,OUTPUT);
10   Serial.begin(9600);
11   }
12
13   // the loop routine runs over and over
   again forever:
14   void loop() {
15       sensorValue                =
       analogRead(analogInPin);
16       Serial.print("sensor = ");

```

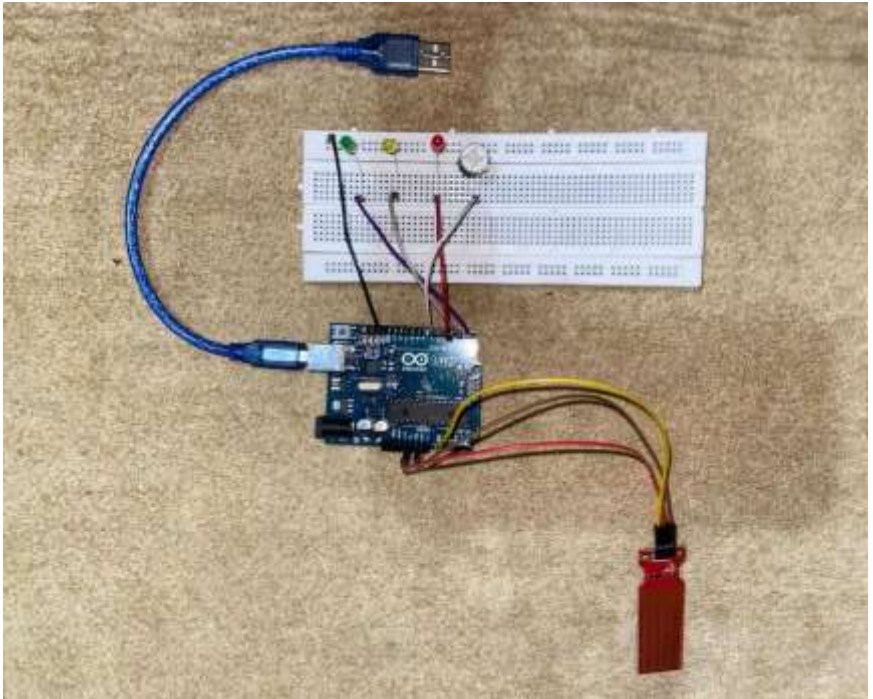
```

17   Serial.print(sensorValue);
18   Serial.print("\n");
19   delay(2);
20   if((sensorValue>=100)&&(sensorValue
    <=600)){
21       digitalWrite(2,HIGH);
22       delay(100);
23   }
24   else
        if((sensorValue>=601)&&(sensorValue
    <=625)){
25       digitalWrite(3,HIGH);
26       delay(100);
27   }
28   else
        if((sensorValue>=626)&&(sensorValue
    <=700)){
29       digitalWrite(4,HIGH);
30       digitalWrite(5,HIGH);
31   }
32   else{
33       digitalWrite(2,LOW);
34       digitalWrite(3,LOW);
35       digitalWrite(4,LOW);
36       digitalWrite(5,LOW);
37       delay(100);
38   }
39   }

```

8.2 Implementasi STEM Rekayasa Water Alarm (SRWA)

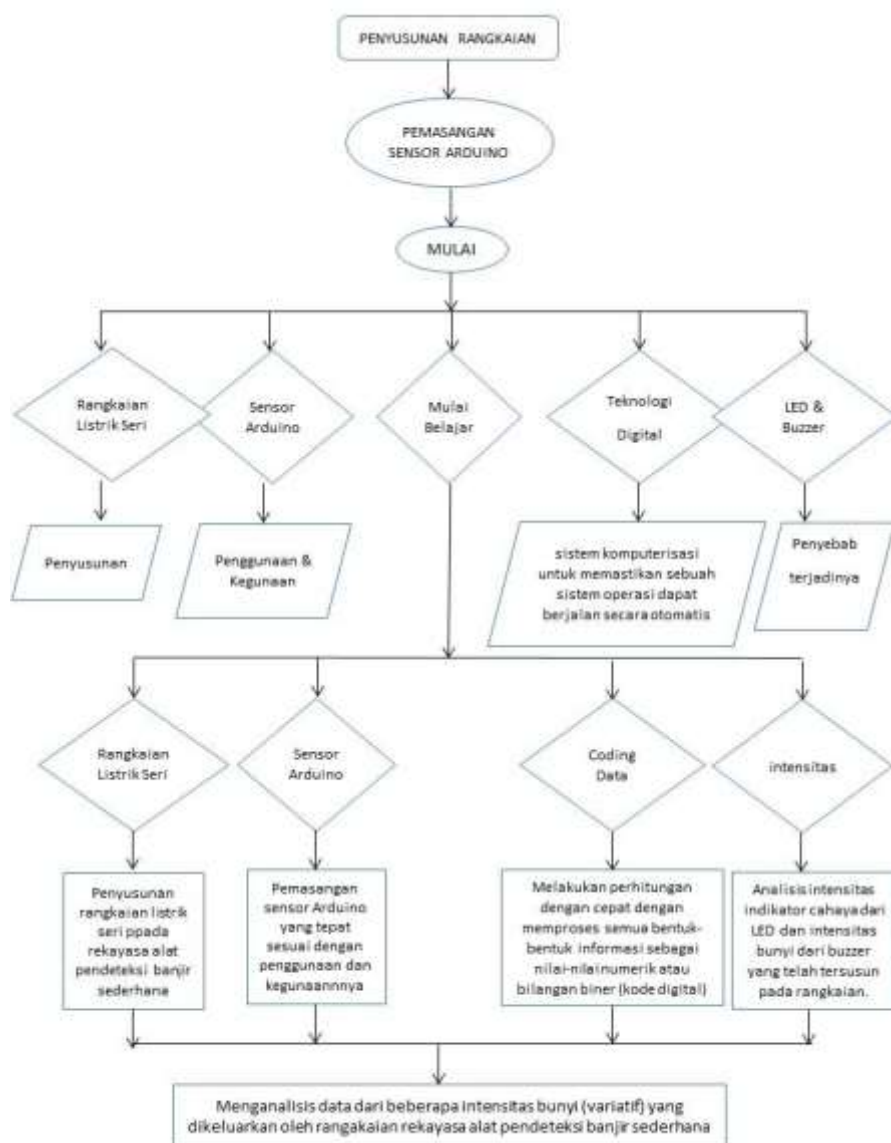
8.2.1 Desain SRWA



Gambar 8.1 : Rangkaian Rekayasa Water Alarm
(Sumber: Peneliti)

SRWA (STEM Rekayasa Water Alarm) terdiri dari sensor Arduino yang mempermudah proses prototyping, pemrograman mikrokontroler, dan pembuatan alat canggih berbasis mikrokontroler. Water Level Sensor yang terpasang pada SRWA memiliki fungsi khusus untuk mengukur tinggi dari cairan seperti air, bensin, solar, minyak, dan zat cair lainnya. Ketinggian level air dapat diketahui dengan *output* nyala lampu LED dan *buzzer*. *Buzzer* merupakan indikator berupa suara

pada rangkaian. Papan PCB digunakan untuk mengorganisir komponen-komponen SRWA, yaitu LED dan *buzzer*, agar tersusun dengan rapi di PCB.



8.2.2 Pembahasan SRWA

Karakteristik produk :

Pertama, penyusunan rangkaian. Setiap item dari alat dan bahan yang sudah disiapkan, akan mulai disusun menjadi bentuk satu kesatuan sebuah rangkaian. Pada tahap ini, proses penyusunannya ¹pasang 3 buah kabel penghubung pada sensor air dan hubungkan ke sensor Arduino; ²pasang 3 buah LED pada papan PCB/*breadboard*; ³pasang kabel penghubung pada LED pertama lalu hubungkan ke sensor Arduino, begitupula seterusnya. Lakukan hal sama pada LED ke-2 dan ke-3; ⁴pasang sebuah *buzzer* pada papan PCB/*breadboard* lalu hubungkan menggunakan kabel penghubung ke sensor Arduino; ⁵pasang kabel penghubung pada titik pusat pada papan PCB/*breadboard* ke sensor Arduino sebagai penghubung pusat secara ke seluruh; ⁶pasang kabel USB pada sensor Arduino ke perangkat computer/laptop sebagai penghubung keduanya; ⁷unduh aplikasi “Arduino” pada perangkat komputer/laptop; ⁸lakukan pemrograman pada aplikasi tersebut dengan code data (*coding*) yang sesuai; ⁹ambil wadah berisi air; ¹⁰ lakukan percobaan dengan memasukkan sensor air ke dalam wadah tersebut; ¹¹perhatikan dan lakukan eksperimen yang bervariasi dengan menempatkan sensor air di dalam wadah berisi air yang jumlahnya sedikit, setengah dan seluruhnya. am wadah air, setengah masuk ke dalam wadah air atau seluruhnya masuk ke dalam wadah air.

Kedua, “mulai” melakukan percobaan pada rangkaian yang telah disusun.

Ketiga, mencakup 4 pembahasan sekaligus. ¹Rangkaian listrik, disini akan dipelajari langkah-langkah penyusunan rangkaian listrik yang berupa rangkaian listrik seri; ²Sensor Arduino, bagian ini membahas penggunaan dan manfaat dari sensor Arduino sehingga pembaca dapat memahami prinsip kerja dan aplikasinya dalam berbagai proyek teknologi;

³Teknologi digital, dalam bagian ini akan membahas teknologi digital dan bagaimana sistem komputerisasi bekerja secara otomatis dalam memproses informasi sebagai kode digital, sehingga pembaca dapat memahami konsep dasar dan fungsinya dalam berbagai aplikasi teknologi; ⁴Intensitas indicator cahaya dan bunyi, pada bagian ini kita akan mempelajari dan mengetahui apa penyebab terjadinya cahaya LED dan bunyi dari buzzer pada rekayasa alat/rangkaian tersebut.

Keempat, Analisa. Pada bagian ini, dari langkah-langkah sebelumnya telah dilakukan dengan baik, selanjutnya kita akan masuk pada tahap akhir yaitu analisis data dengan tujuan untuk mengetahui dan mempelajari bagaimana sistem dan atau hasil kerja dari rangkaian tersebut.

STEM REKAYASA WATER ALARM

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
1- Rangkaian pada Rekayasa <i>Water Alarm</i>	1. Memahami bahwa dalam desain dan teknik rangkaian, terdapat beberapa langkah yang bisa diikuti untuk menyelesaikan masalah. 2. Mempelajari teori rangkaian listrik seri 3. Mempelajari serta mengetahui	Rangkaian Listrik seri	1. Pemilihan bahan yang akan digunakan dalam alat pendeteksi, kegunaan dan biaya. 2. Penggunaan rekayasa dalam desain model alat pendeteksi. 3. Kegunaan rekayasa dalam kehidupan sehari-hari khususnya Lembaga Pendidikan. 4. Mekanisme	Sebuah rangkaian /rekayasa sederhana untuk menunjukkan deteksi banjir berskala kecil dengan dasar teori rangkaian listrik seri, teknologi digital serta intensitas cahaya LED dan bunyi dari <i>buzzer</i> yang menjadi indicator rekayasa tersebut.	1. Perhitungan otomatis sebuah sistem teknologi digital yang terkomputerisasi. 2. Perhitungan intensitas cahaya LED yang terjadi pada rangkaian/rekayasa tersebut. 3. Perhitungan intensitas bunyi dari

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	tentang penggunaan dan kegunaan rangkaian tersebut.		kerja kedua sensor yang terhubung dan terkomputerisasi. 5. Perhitungan otomatis sebuah sistem teknologi digital.		<i>buzzer</i> yang terjadi pada rangkaian/r ekayasa tersebut.
2- Sensor <i>water level</i> dan sensor Arduino	1. Mempelajari dan mengetahui penggunaan dan kegunaan dari sensor <i>water level</i> dan sensor Arduino 2. Mempelajari	Mekanisme kerja sensor air dan sistem komputerisasi Arduino	6. Pemilihan komponen indikator yang tepat sesuai kebutuhan rangkaian/reka yasa.		

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	dan mengetahui mekanisme kerja dari sensor <i>water level</i> dan sistem komputerisasi Arduino 3. Mempelajari dan mengetahui hasil kombinasi dan atau keterhubungan dari kedua sensor				
3- Teknologi digital	1. Mempelajari dan mengetahui	Coding data			

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	perhitungan otomatis sebuah sistem komputerisasi yang bersifat numerik (kode digital) 2. Mempelajari dan mengetahui mekanisme coding data 3. Mempelajari dan mengetahui keterhubungan teknologi digital dengan				

STEM Activities	Learning Objectives	Science	Technology	Engineering	Mathematics
	rangkaian yang disusun/reka yasa tersebut.				
3- Intensitas cahaya LED dan bunyi dari <i>Buzer</i>	1. Mempelajari dan mengetahui mekanisme kedua indikator 2. Mempelajari dan mengetahui intensitas cahaya LED 3. Mempelajari dan mengetahui intensitas bunyi dari <i>buzzer</i>	Intensitas cahaya LED dan bunyi dari <i>buzzer</i>			

8.2.3 Pembahasan

Tabel STEM Rekayasa Water Alarm mencakup empat aktivitas STEM, sebagai berikut :

1. **Rangkaian listrik.** Mencakup komponen alat bahan yang telah disusun dan tersusun menjadi satu kesatuan bentuk suatu rangkaian listrik yang berupa rangkaian seri, rangkaian ini menunjukkan bahwa proses desain dan teknik rangkaian terdiri dari beberapa langkah, pemilihan alat bahan yang tepat sesuai kebutuhan penggunaan dan kegunaan daripada setiap komponennya agar dapat berfungsi dengan baik sesuai tujuannya dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.
2. **Sensor *water level* dan sensor Arduino.** Mencakup kedua komponen yang memiliki mekanisme kerja berbeda akan tetapi bisa terhubung satu sama lain, serta terkomputerisasi.
3. **Teknologi digital.** Mencakup komponen yang terdapat pada salah satu komponen/alat bahan yang terhubung dengan yang lainnya, dijadikan sebagai sebuah sistem untuk perhitungan otomatis sebuah sistem komputerisasi yang bersifat numerik (kode digital) atau bisa disebut juga *coding data*.
4. **Intensitas cahaya dan bunyi.** Mencakup dua komponen yang terhubung pada rangkaian, dijadikan sebagai indikator rangkaian/rekayasa tersebut. Intensitas bunyi diperoleh dari suara alarm yang dikeluarkan oleh *buzzer*.

8.2.4 Pengembangan SRWA

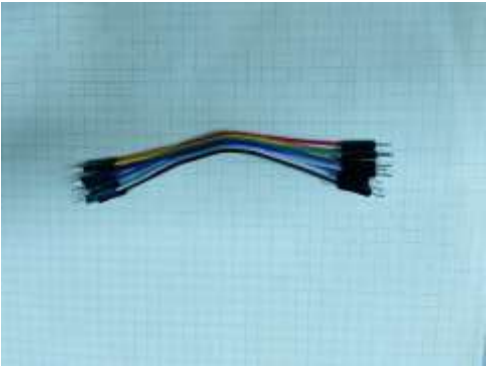
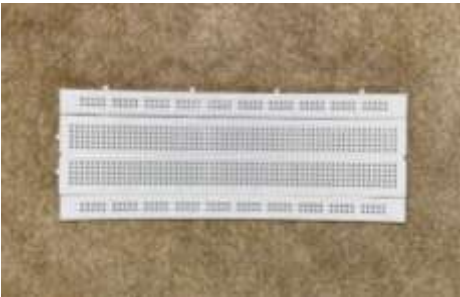
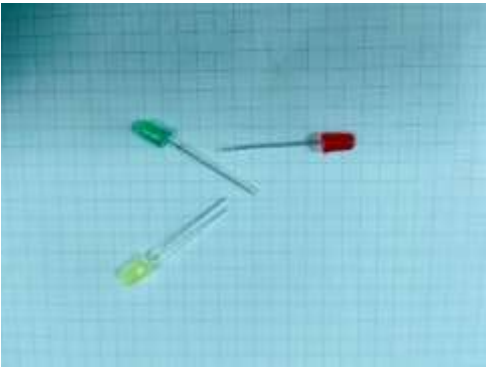
📄 Dokumentasi alat dan bahan

Sensor Arduino (R3)



Sensor air



Kabel jumper	
Papan (<i>Breadboard</i>)	PCB 
LED	

Buzzer



8.2.5 Modul Ajar

MODUL AJAR PERENCANAAN PEMBELAJARAN PEMANASAN GLOBAL

1. KOMPONEN INFORMASI UMUM

a. Identitas:	
▪ Nama Penyusun	: Nabeela Rahma Noor Aziz Siti Awaliyah Saripah
▪ Satuan Pendidikan	: SMA
▪ Tahun Pelajaran	: 2022/2023
▪ Mata Pelajaran	: Fisika
▪ Kelas/Fase	: X (sebelas) / E
▪ Alokasi Waktu	: 2 JP
b. Kompetensi Awal	1. Para siswa telah menyelesaikan pelajaran tentang pengukuran. 2. Peserta didik telah belajar tentang ragam kehidupan,

	interaksi, dan peran makhluk hidup di lingkungan alam. 3. Peserta didik cenderung memiliki konsep perubahan suhu sama dengan perubahan iklim.
c. Profil Pelajar Pancasila	a. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia : Modul ajar ini menekankan peserta didik untuk memiliki akhlak beragama, menjadi pribadi yang berakhlak mulia, berakhlak mulia kepada sesama manusia, berakhlak mulia kepada alam semesta, dan berakhlak bernegara. b. Bergotong-royong Modul ajar ini bertujuan untuk membantu peserta didik menjadi lebih terampil dalam bekerja sama dalam menyelesaikan tugas kelompok, mampu berkolaborasi dalam menyelesaikan permasalahan sederhana sehingga akan terbentuk rasa saling menghargai. Menyelesaikan masalah dalam kelompok melalui kegiatan berkolaborasi dan mengomunikasikan pesan

	secara efektif dapat dilakukan dengan baik melalui penggunaan bahasa visual maupun lisan. c. Kreatif dan bernalar kritis: mampu membuat desain eksperimen, melakukan presentasi, serta melakukan analisis data secara kualitatif dan kuantitatif, mengintegrasikan berbagai informasi, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi hasil dari eksperimen yang telah dirancang mandiri.
d. Sarana dan Prasarana	1. Laptop/Komputer 2. Jaringan Internet 3. Kouta Internet 4. LCD 5. Video 6. Modul Ajar 7. Powerpoint 8. LKPD
e. Target Peserta Didik	: ± 40 Peserta Didik
f. Model Pembelajaran	: Model pembelajaran luring/daring dengan STEM Learning yang dikolaborasikan dengan Model PjBL.

2. KOMPONEN INTI

a. TUJUAN PEMBELAJARAN

Keuntungan atau manfaat yang akan diperoleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran ini, yaitu:

- 1) Mampu mengenali fakta-fakta yang berkaitan dengan perubahan lingkungan yang terjadi sebagai akibat dari pemanasan global,
- 2) Mampu melakukan evaluasi dan penilaian sebagai akibat dari pemanasan global pada perubahan lingkungan yang terjadi,

b. LANGKAH/KEGIATAN PEMBELAJARAN:

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
1. Memulai pembelajaran dengan melakukan pengaturan kondisi agar peserta didik siap belajar, memeriksa kehadiran, membaca doa, dan membantu peserta didik mempersiapkan diri untuk belajar	Melakukan doa bersama, menunjukkan kehadiran, dan memberikan perhatian penuh terhadap materi yang disampaikan oleh guru	5 menit
2. Menyajikan masalah sederhana terkait pemanasan global misalkan misalnya dampak	Mengamati gambar/tayangan video yang disajikan	5 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
pemanasan global dalam kehidupan sehari-hari berupa gambar/tayangan video		
3. Memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengungkapkan masalah yang dihadapi dan memberikan ide atau opini mengenai cara menyelesaikan masalah tersebut	Menyampaikan masalah yang ada dan memberikan opini atau solusi untuk mengatasi masalah tersebut	10 menit
4. Menginformasikan bahwa selanjutnya adalah merancang produk Rekayasa Water Alarm		5 menit
5. Memberikan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) dan mengarahkan peserta didik untuk merancang sebuah Water Alarm dengan metode berkelompok	Memberikan LKPD dan memberikan bantuan atau dukungan dalam proses perancangan Rekayasa Water Alarm secara berkelompok kepada peserta didik.	15 menit

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
6. Menampilkan dan membagikan peralatan untuk membuat Rekayasa Water Alarm, menjelaskan bagian-bagian komponen dan cara menghubungkannya.	Menyimak penjelasan dari guru terkait penggunaan alat-alat yang ditampilkan	15 menit
7. Memfasilitasi peserta didik merangkai produk, Membuat produk dan mengujicoba produk	Menggunakan pendekatan kelompok untuk melanjutkan proses perakitan produk, membuat produk, serta melakukan pengujian terhadap produk tersebut	30 menit
8. Mengakhiri pelajaran, melakukan evaluasi terhadap proses pembelajaran, serta menempatkan kembali peralatan dengan mengikuti nama kelompok masing-masing	Melakukan refleksi dan mengumpulkan lagi alat-alat yang telah digunakan	5 menit

8.3 Kesimpulan

Rekayasa Water Alarm merupakan alat yang dapat menjadi alat sederhana peringatan dini untuk antisipasi adanya banjir. STEM Rekayasa Water Alarm (SRWA) dapat mengajarkan pada siswa beberapa ilmu pengetahuan dalam melakukan satu kali praktek pembuatan alat. SRWA dapat mengajarkan siswa ilmu sains yaitu fisika tentang bab listrik dinamis, penggunaan teknologi yaitu sensor Arduino dan Sensor ketinggian air (Water Level Sensor), memahami konsep *engineering* dari proses penyusunan alat, cara penggunaan berbagai macam sensor, dan implementasi penggunaan LED dan *buzzer*. Siswa juga bisa menghitung intensitas bunyi secara matematika dari proses ini.

SARAN

Saran dari kegiatan ini sebagai berikut:

1. Pastikan alat yang akan digunakan sesuai dan berfungsi dengan baik
2. Pastikan semua komponen terhubung dengan tepat
3. Pastikan program Arduino yang digunakan sudah tepat

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, Z., & Nurmasyitah, N. 2019. Pengembangan Prototipe Alat Pendeteksi Banjir Sederhana. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 2(01), 7–12.
- Ayu, D., Ningsih, S., & Komikesari, H. 2019. Kelayakan Media Pembelajaran Prezi Menggunakan Pendekatan Saintifik Feasibility of Prezi Learning Media Using Scientific. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 02(2), 204–209.
<https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/IJSME/index>
- Bagus, I., Lingga, M., Piarsa, I. N., & Dharmaadi, I. P. A. 2022. *SISTEM PENDETEKSI BANJIR DAN BADAI ANGIN SERTA MONITORING FLOOD AND WIND STORM DETECTION SYSTEM AND WEATHER MONITORING*. 9(5), 1037–1046.
- Cheng-Huan Chen dan Yong-Cih Yang. *Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators*. Elsevier, Vol. 26, February 2019.
- Chih-Chun Chang, Yao-Yu Lee, Ting-Yu Hou, and Chin-Chung Yu. *Information Security in Wireless Water Flow and Leakage Alarm System. Sensors and Materials*, Vol. 34, No. 6. 2022.
- Dola Sheeba Rani; G N Jayalakshmi; Vishwanath P Baligar. *Low Cost IoT based Flood Monitoring System Using Machine Learning and Neural Networks: Flood Alerting and Rainfall Prediction*. IEEE. 23 April 2020.
- Goran Bakalar, Myriam Beatriz Baggini, Sebastian Gabriel Bakalar. *Remote alarm reporting system responsive to stoppage of ballast water management operation on ships*. IEEE. May 2017.

- Hai-Min Lyu^a, Shui-Long Shen^a, Annan Zhou^b, dan Jun Yang^c. *Tunneling and Underground Space Technology. ELSEVIER, Vol. 5, 28 Oct 2018.*
- Hajiji, Muhammad. 2022, Oktober 13. Akademisi : Kurikulum Perlu Mengakomodasi Mitigasi Bencana. *antaranews.com*. diakses pada 19 November 2022 melalui <https://www.antaranews.com/berita/3177125/akademisi-kurikulum-merdeka-perlu-mengakomodasi-mitigasi-bencana>
- Huang Bo¹, Zheng Chunfeng¹, Hao Tao², Li Ang¹. *Research and application of online pre-alarm index model of water injector based on real-time monitoring data. China National Petroleum Corporation (CNPC), Volume 43 Issue 4. Jul, 2021.*
- Jongman, Brenden. *Effective adaptation to rising flood risk. NATURE COMMUNICATIONS, Vol. 8 No. 1986, 29 May 2018.*
- kemdikbud.go.id. 2021, Januari 18. Tujuan Penyelenggaraan Program Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB). *kemdikbud.go.id*. diakses pada 19 November 2022 melalui <https://pk.kemdikbud.go.id/read-news/tujuan-penyelenggaraan-program-satuan-pendidikan-aman-bencana-spab>
- Lorenzo Alfieri¹, Berny Bisselink¹, Francesco Dottori¹, Gustavo Naumann¹, Ad de Roo¹, Peter Salamon¹, Klaus Wyser², dan Luc Feyen¹. *Global projections of river flood risk in a warmer world. AGUPUBLICATION, Vol. 5, issue 2 Feb 2017.*
- Meidianta, S., Hakim, A. R., & Harpad, B. 2019. Sistem Pendeteksi Peringatan Dini Terhadap Banjir Berbasis Mikrokontroler. *Just TI (Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi)*, 10(2), 30.

- Milagros Mateos-Núñez, Guadalupe Martínez-Borreguero dan Francisco Luis Naranjo-Correa. *Learning Science in Primary Education with STEM Workshops: Analysis of Teaching Effectiveness from a Cognitive and Emotional Perspective. Sustainability*, Vol. 12, No. 3095, 12 April 2020.
- Patil Chinar¹, Patil Saarth², Patil Vinit³, Vartak Chinmay⁴. *Water Overflow Alarm. VIVA-Tech International Journal for Research and Innovation, Volume 1, Issue 5. 2022.*
- Pedro Teixidó¹, Juan Antonio Gómez-Galán², ORCID,Fernando Gómez-Bravo², Trinidad Sánchez-Rodríguez², Javier Alcina¹, Juan Aponte¹. *Low-Power Low-Cost Wireless Flood Sensor for Smart Home Systems. MDPI, Vol. 8, issue 11. 7 Nov 2018.*
- Ratih Indri Hapsari dan Mohammad Zenurianto. *View of Flood Disaster Management in Indonesia and the Key Solutions. American journal of Engineering Research (AJER), Vol. 5, Issue 3, 2016.*
- Renato Rogosic, Benjamin Heidt, Juliette Passariello-Jansen, Saga Bjoörnör, Silvio Bonni, David Dimech, Rocio Arreguin-Campos, Joseph Lowdon, Kathia L. Jiménez Monroy, Manlio Caldara, Kasper Eersels, Bart van Grinsven, Thomas J. Cleij, dan Hanne Dilieñ. *Modular Science Kit as a support platform for STEM learning in primary and secondary school. J. Chem. Educ, 12 Dec 2020.*
- Ryan Rex dela Cruz, Philep Manaog, Jhellynn Mae Ang, Jerome Capucan, Camille Carreon, Ralph Jake Pagaduan. *Real-Time Water Level Monitoring and Early Warning Alarm System. Philippines Journal of Multidisciplinary Research, Vol.2, No1, March 2020.*
- Sogand Torani, Parisa Moradi Majd,¹ Shahnam Sedigh Maroufi,² Mohsen Dowlati,¹ dan Rahim Ali Sheikhi¹. *The importance of education on disasters and emergencies. J Educ Health, Vol.8, 24 April 2019.*

- Sun, Ziqiu. *SMS Water Leak Alarm With Microcontroller. VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU. 2021.*
- Suradi¹, Ahmad Hanafie², Sahir Leko³. Rancang Bangun Sistem Alat Pendeteksi Banjir Berbasis Arduino Uno. 14(1). 2019
- T. Srikantha,B. Dhanalakshmia, D. Amukthaa, J. Manikantaa,T. Ramalokeswara, P. Nagaphanindhraa. *Portable rain water detecting alarm using ic 555 timer. South Asian Journal of Engineering and Technology. 14 May 2022.*
- Tian-Tian Zhu dan Yue-Jun Zhang. *An investigation of disaster education in elementary and secondary schools: evidence from China. Springer, 2017*
- Yin Cheong Cheng dan Winnie Wing Mui So. *Managing STEM learning: a typology and four models of integration. International Journal of Educational Management, Vol. 34 No. 6, 8 June 2020.*

BIODATA PENULIS



Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd.,

Dosen di program studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta

Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd., dilahirkan di Kab. Jepara, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal April 1987. Dilahirkan dari pasangan Bapak H. Muhtadi Supriyanto, BA (Alm) dengan Ibu Hj. Siti Fatonah (Alm). Anak ke-4 dari 5 bersaudara. Menikah pada tanggal 13 Juni 2015 dengan Dina Rahmi Darman, M.Pd. dikaruniai 2 putra dan 1 putri. Tahun 2016 menyelesaikan program Doktor Pendidikan IPA Fisika pada usia 29 tahun (2013-2016) dengan predikat cumlode. Pada tahun 2008, Juara I Bidang IPA Kompetisi Karya Tulis Maha peserta didik (KKTM) tingkat Jurusan Fisika. Juara I Bidang IPA Kompetisi Karya Tulis Maha peserta didik (KKTM) Tingkat Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Juara I Bidang IPA Kompetisi Karya Tulis maha peserta didik (KKTM) Tingkat Universitas, Finalis Kontes Kreatifitas Iptek Maha peserta didik Nasional 2008 (KONTEKNAS), Juara I Lomba Inovasi teknologi Lingkungan 2008 (LITL), Juara 2 Bidang IPA Kompetisi Karya Tulis Maha peserta didik (KKTM) 2008 Tingkat Wilayah B (JATENG, JABAR, DIY dan KALIMANTAN), Finalis Bidang IPA Kompetisi Karya Tulis Maha peserta didik (KKTM) 2008 dalam Pekan Ilmiah Maha

peserta didik Nasional (PIMNAS) XXI Universitas Sultan Agung Semarang. Tahun 2009, Juara I Lomba Karya Tulis Maha peserta didik (LKTM) Nasional Universitas Indonesia, Juara 1 Lomba Karya Tulis Inovatif Produktif (LKTIP) Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah, Maha peserta didik Berprestasi Pesantren Mahasiswa Basmala Indonesia Kategori Karya Tulis, Maha peserta didik berprestasi Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang. Tahun 2010, Wisudawan Berprestasi Bidang Kemahasiswaan peserta didikan jurusan fisika UNNES, Finalis Pemilihan Peneliti Remaja Indonesia (PPRI) LIPI. Tahun 2013 menjadi juara 1 dalam Lomba Karya Ilmiah yang diselenggarakan oleh FKM SPs UPI. Selama kuliah S1 dan S2 bekerja sebagai Guru karya tulis di beberapa sekolah di Semarang dan Bandung. Tahun 2013 sampai 2016 bekerja sebagai Dosen di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) Kementerian Perhubungan. Tahun 2014 mendapatkan amanah sebagai Presiden Maha peserta didik Forum Komunikasi Maha peserta didik (FKM) SPs UPI. Tahun 2014-2018 bekerja sebagai Dosen di Jurusan Pendidikan Fisika di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten. Selain itu, juga aktif di dunia penelitian inovasi pembelajaran fisika dan fisika terapan sehingga mulai tahun 2007-sekarang lolos hibah DIKTI. Tahun 2019-Sekarang bekerja sebagai dosen di program studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta.

BIODATA PENULIS



Prof Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc.

Prof Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc. Lahir di Medan, 26 April 1963, email: E-mail: abihuda123@yahoo.com. S-1 dari IKIP Jakarta, S-2 USM Malaysia dan S-3 UTM Malaysia. Memperoleh Satya Lencana Karya Sapta 20 Tahun Presiden Republik Indonesia 2012, Satya Lencana Karya Sapta 30 Tahun Presiden Republik Indonesia 2019.

BIODATA PENULIS



Ida Roosyidah Addawiyah, S.Pd.

Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Fisika, UNJ
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis lahir di Bekasi tanggal 31 Desember 1998. Ia tercatat sebagai lulusan S1 dari Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (UHAMKA) pada Program Studi Pendidikan Fisika, dan saat ini ia sedang menempuh Program Pascasarjana, di Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada Program Studi Magister Pendidikan Fisika. Wanita yang kerap disapa dengan ida ini adalah anak ke tiga dari tiga bersaudara dari pasangan Ubaidillah (ayah) dan Edah Jubaedah (ibu). Ida aktif mengajar sebagai guru mata pelajaran Fisika di salah satu SMA Swasta di Bekasi. Menjadi guru merupakan cita-cita yang ia milikinya sejak kecil, hal ini mungkin karena pengaruh keluarga dimana ayah, ibu dan kedua kakaknya merupakan seorang pendidik. Buku ini merupakan kontribusi pertamanya dalam menulis buku. Penulis bisa dihubungi melalui email ida_1310822004@mhs.unj.ac.id.

BIODATA PENULIS



Arnisah, S.Pd.

Mahasiswi Program Magister Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta

Penulis lahir di Karawang tanggal 13 Juli 1998. Penulis adalah mahasiswi pada Program Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika dan melanjutkan S2 pada Jurusan Pendidikan Fisika. Perempuan yang kerap disapa dengan Arn atau Nisa ini adalah anak ke tiga dari tiga bersaudara. Ia aktif di berbagai bidang pekerjaan, sebagai karyawan swasta di perusahaan konstruksi, mengajar privat di rumah-rumah serta sebagai penjual makanan. Cita-cita sebagai seorang pendidik tumbuh pada dirinya untuk terus mengabdikan dan menjadi seorang yang bermanfaat untuk dirinya dan oranglain. Buku ini merupakan kontribusi kedua kalinya dalam menulis buku. Penulis bisa dihubungi melalui email arnisah0718@gmail.com

BIODATA PENULIS



Fahdarina Mahligawati, S.Pd.

Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta

Penulis yang lahir di Bogor pada tanggal 28 September 1998 merupakan lulusan S1 Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta. Wanita yang kerap disapa Fahda ini adalah anak dari pasangan Enjam, S.Pd. (ayah) dan Teni Yulia Sobana, S.IP. (ibu) serta merupakan seorang guru IPA di SMP Negeri 7 Kota Bogor. Selain menjadi guru, Fahda juga sedang menempuh studi S2 Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Jakarta.

BIODATA PENULIS



Wandi Ginting, S.Pd.

Mahasiswa Program Studi Pasca Sarjana Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Negeri Jakarta

Penulis lahir di Medan tanggal 15 Desember 1995. Penulis adalah mahasiswa pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas, Universitas Negeri Jakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika dan melanjutkan S2 pada Jurusan Pendidikan Fisika. Penulis menekuni bidang Fisika. Penulis bekerja sebagai guru fisika di salah satu bimbingan belajar.

BIODATA PENULIS



Al Farizi Ade Karlin Kusuma

Al Farizi Ade Karlin Kusuma, lahir di Palembang, 11 Juli 1999. Al Farizi menempuh program S1 Pendidikan Fisika di Universitas Sriwijaya dengan lulus 3,6 tahun serta predikat cumlaude. Sekarang melanjutkan S2 di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta. Riwayat pekerjaan pernah bekerja menjadi guru SMP, SMA, Bimbel dan juga bekerja di Starbucks sebagai Barista. Al Farizi adalah seorang game developer yang memiliki pengalaman bertahun-tahun dalam membuat game. Ia memiliki minat dan hobi yang sangat besar dalam dunia game development. Al Farizi telah mengerjakan beberapa proyek game dan memiliki portofolio game yang kuat.

Al Farizi memiliki visi untuk menciptakan game yang tidak hanya menghibur, tetapi juga dapat membantu pemain belajar hal-hal baru. Ia memasukkan elemen-elemen pembelajaran dalam game yang dibuatnya, seperti membuat game berdasarkan tema-tema sejarah atau sains, atau menyertakan soal-soal dalam game yang dapat membantu pemain mempelajari hal-hal baru.

BIODATA PENULIS



Ni Ketut Rahayu, S.Pd.

Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Universitas Negeri Jakarta

Penulis lahir di Jakarta tanggal 13 Agustus 1995. Penulis adalah mahasiswa pascasarjana pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Jakarta dan juga seorang guru yang mengajar di SMPN 6 Pasar Kemis. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika dan melanjutkan S2 pada Jurusan Pendidikan Fisika. Ia memiliki minat dan bakat dalam bidang pendidikan, sehingga ia pernah mempublikasikan media pembelajaran: *kets virtual physics laboratory* yang berkualitas dan membantu siswa dalam memahami materi pelajaran fisika. Bukan hanya itu, ia juga pernah menjuarai perlombaan tingkat nasional dibidang esai dan media pembelajaran, sebagai bukti bahwa ia memang memiliki kemampuan dan kompetensi dalam bidang tersebut.

BIODATA PENULIS



Teti Pudan Sriaraki Sinaga, S.Pd

Guru di SMA Bhinneka Tunggal Ika

Penulis lahir di Pematangsiantar tanggal 28 September 1993. Penulis adalah Guru tetap pada mata pelajaran Fisika di SMA Bhinneka Tunggal Ika Jakarta Barat Sejak Tahun 2016 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika di Universitas HKBP Nommensen Tahun 2015. dan melanjutkan S2 pada Jurusan Bahasa Inggris. Penulis dapat dihubungi melalui email tetipudan.sinaga@gmail.com salah satu impian untuk dapat berkontribusi dalam dunia pendidikan.

BIODATA PENULIS



Irna Hasanah, S.Pd., M.K.M.

Penilisa lahir di Tasikmalaya pada tanggal 14 April 1995. Penulis adalah mahasiswa Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika Fakulta Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Jakarta. Selain itu menyelesaikan Pendidikan S2 pada Jurusan Kesehatan Masyarakat Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta. Penulis menekuni Ilmu Faktor Fisika Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Pembelajaran Fisika.

BIODATA PENULIS



Ecyclovira Rizki Aini, S.Pd.

Mahasiswi Pasca Sarjana Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis lahir di Blora tanggal 07 Agustus 1999. Penulis adalah Guru Fisika di salah satu SMA swasta di Bekasi. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Semarang tahun 2021 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Jakarta. Penulis menggemari hal pada bidang karya ilmiah. Semasa kuliah penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan bidang social kemasyarakatan.

BIODATA PENULIS



Chentia Efrima, S.Pd.

Mahasiswi Program Magister Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta

Penulis lahir di Jakarta tanggal 17 Februari 1998. Penulis adalah mahasiswi pada Program Magister Pendidikan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika dan melanjutkan S2 pada Jurusan Pendidikan Fisika. Kini ia bekerja disalah satu perusahaan swasta yang bergerak di bidang konstruksi. Diluar kerja, ia menghabiskan waktu untuk mengajar privat, serta bisnis produk pakaian dan food. Cita-cita sebagai seorang pendidik yang dapat bermanfaat untuk oranglain dan akhirat. Buku ini merupakan kontribusi kedua kalinya dalam menulis buku. Penulis bisa dihubungi melalui email chentiaefrima17@gmail.com

BIODATA PENULIS



Syifa Nabila Basyir, S.Pd.

Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta

Penulis lahir di Jakarta tanggal 09 Agustus 1998. Penulis adalah mahasiswa di Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Fisika dan melanjutkan S2 pada jurusan yang sama. Saat ini penulis mengajar di SMP Islam Al Azhar 12 Rawamangun.

BIODATA PENULIS



Amelia Rahma, S.Pd.

Mahasiswi Program Pasca Sarjana Prodi Pendidikan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis lahir di Serang tanggal 20 Agustus 2000. Dilahirkan dari pasangan Bapak Alwan Sanusi dengan Ibu Dewi Fitriyati. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari TK pada tahun 2005-2006, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN Delingseng pada tahun 2006-2012, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di MTsN 2 Kota Cilegon pada tahun 2012-2015, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di MAN 1 Kota Cilegon pada tahun 2015-2018. Setelah lulus dari MAN 1 Kota Cilegon penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung prodi Pendidikan Fisika. Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan Program Pasca Sarjana di Universitas Negeri Jakarta (UNJ) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) prodi Pendidikan Fisika.

Penulis aktif di dunia organisasi. Organisasi yang pernah diikuti diantaranya OSIS, Pramuka, Drumband, Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) dan Himpunan Mahasiswa Banten (HMB).

BIODATA PENULIS



Siti Awaliah Saripah, S.Si.

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, UNJ
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis lahir dan besar di Garut, Jawa Barat. Menyelesaikan pendidikan dasar dan menengah di kota yang sama dan berkesempatan melanjutkan pendidikan di jurusan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia melalui jalur undangan. Setelah lulus dari UPI, penulis mengabdikan dirinya sebagai pengajar Fisika yang selalu berusaha mengajar dengan santai agar dapat lebih mudah mentrasfer ilmu Fisika sehingga murid pun mudah memahami teori bukan hanya sekedar mengetahui rumus saja. Bahkan, penulis mengelola blog fisikalogi.com dan twitter [@fisikalogi](https://twitter.com/fisikalogi) yang sudah diikuti ribuan orang. Hal itu pulalah yang akhirnya mendorong penulis untuk bergabung dalam penulisan buku ini. Penulis dapat dihubungi melalui email awalayahsiti2@gmail.com

BIODATA PENULIS



Nabeela Rahma Noor Aziz, S.Pd.

Mahasiswi Pasca Sarjana Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Negeri Jakarta

Penulis lahir di Pandeglang tanggal 11 April 1999. Dilahirkan dari pasangan Bapak Aji Abdul Aziz Maki, S.Ag dan Ibu Siti Nurhayati, S.Ag. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari TK pada tahun 2004-2005, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN Panimbang Jaya 1 pada tahun 2005-2011, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di MTs Al-Muttaqin pada tahun 2011-2014 dan melanjutkan pendidikan di SMAN 2 Kota Serang pada tahun 2014-2017. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta dengan program studi Pendidikan Fisika pada tahun 2017-2021. Saat ini, penulis sedang melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana program studi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Jakarta.