

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Model Pembelajaran SOLE (*Self organized learning environment*)

SOLE merupakan model pembelajaran yang awal mula dikenalkan pada tahun 1999 oleh seorang ilmuwan Pendidikan bernama Sugata Mitra (Suciati, 2021). Ia melakukan percobaan di daerah suburban Ibu kota India, New Delhi dengan memasang komputer yang sudah terkoneksi ke internet di sebuah dinding yang dilubangi. Kemudian dilengkapi dengan kamera tersembunyi (*CCTV*). SOLE adalah model pembelajaran dimana peserta didik mengatur dirinya sendiri dalam kelompok dan belajar menggunakan komputer yang terhubung ke internet dengan dukungan guru yang sedikit (Mitra, 2015). SOLE merupakan model pembelajaran kooperatif. Menurut Ana Fatwatus (2019) dalam (Marlina, 2022) SOLE dibentuk untuk mendorong peserta didik bekerja dan belajar untuk menjawab pertanyaan yang memicu semangat belajar dengan bantuan internet.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sugata Mitra & Crawley dalam (Sholichah, 2019) dengan menggunakan model pembelajaran SOLE (*Self-organized learning environments*) peserta didik dapat belajar lebih awal dari waktu mereka, dapat mempertahankan pembelajaran lebih lama, dan juga bisa menikmati proses untuk mengeksplorasi pembelajaran peserta didik yang lebih lama.

SOLE merupakan model pembelajaran yang didesain untuk membantu guru agar mendorong peserta didik agar memiliki rasa ingin tahu dalam diri mereka (*innate sense of wonder*) dengan melakukan pembelajaran berbasis peserta didik (*student-driven learning*). Tahapan pembelajaran SOLE yaitu *question* (pertanyaan) selama 5 menit, *investigation* (penyelidikan) selama 30-45 menit, dan *review* (ulasan) selama 10-20 menit (Mitra, 2015).

Langkah-langkah model Pembelajaran SOLE (*Self-organized learning environments*) ada 3 tahapan sebagai berikut (Chabibie, 2020):

1. Pertanyaan (*Question*) memberikan pertanyaan yang dapat menimbulkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap materi yang diajarkan, pertanyaan

tersebut diharapkan juga dapat menurunkan pertanyaan-pertanyaan yang lebih banyak lagi terhadap materi yang diajarkan (selama 5 menit).

2. Investigasi (*Investigate*) peserta didik membentuk kelompok-kelompok kecil. Peserta didik dalam kelompok berkolaborasi satu dengan yang lainnya dan menggunakan satu perangkat internet untuk mencari jawaban terhadap pertanyaan yang diberikan sebelumnya. Apabila jaringan internet sangat terbatas peserta didik dapat memanfaatkan buku paket maupun lingkungan sekitar sebagai objek pengamatan dan penyelidikan. (selama 30-45 menit)
3. Mengulas (*Review*) masing-masing kelompok mempresentasikan hasil penemuan mereka terhadap pertanyaan yang diberikan pengajar. (selama 10-20 menit)

Keunggulan model pembelajaran SOLE (*Self-organized learning environments*) menurut Sugata Mitra adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan keahlian guru dalam memberikan pertanyaan inkuiri (*big question*). Sedangkan siswa mampu mengendalikan belajarnya secara mandiri.
2. Guru memahami lebih dalam ketertarikan peserta didik dan peserta didik meningkatkan pemahaman, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah
3. Meningkatkan literasi komputer dan gadget
4. Meningkatkan kebiasaan belajar seumur hidup
5. Menjadi lebih termotivasi untuk mempelajari perbedaan
6. Mengembangkan kemampuan *memory recall*

2.1.2 Padlet

Padlet adalah aplikasi yang berbasis digital yang dapat digunakan oleh guru untuk melakukan diskusi, melakukan aktivitas berpikir serta menyimpan seluruh aktivitas pembelajaran di dalam kelas (Widyanto et al., 2021). Aplikasi *padlet* bersifat *free* dan dapat diterapkan dengan mudah oleh guru. Pembuatan media pembelajaran berbasis multimedia bukanlah perkara yang mudah. Namun,

dengan media pembelajaran sendiri membuat pembelajaran yang dilakukan bisa berjalan dengan lebih baik.

Papan *Padlet* membantu memandu siswa untuk berselancar di internet dengan lebih terarah karena pengajar akan mengunggah materi pelajaran, seperti catatan, pertanyaan, grafik, video, audio dan juga link (Aneros & Herniwati, 2020). Platform ini merupakan salah satu platform yang ideal untuk mengumpulkan informasi, dan melatih keterampilan menalar siswa (Saepuloh & Salsabila, 2020). *Padlet* memiliki beberapa fitur yang dapat membantu pembelajar dan guru selama proses pembelajaran. Pertama, siswa buka dinding *padlet* pengajaran melalui alamat web yang telah dibuat dan dibagikan oleh guru tanpa harus sign up dulu. Setelah web terbuka, siswa dapat mengklik dua kali kotak *Padlet*, siswa dapat menulis dinding dan juga dapat mengunggah foto, gambar, audio, video, dokumen, salin tautan, dan lainnya. *Padlet* (papan tulis online) ini dapat diakses oleh semua peserta (peserta didik dan guru) untuk mengungkapkan pemikiran atau memposting konten menurut Kaya (2015) dalam (Aneros & Herniwati, 2020).

Adapun untuk kelebihan *padlet* nya adalah sebagai berikut (Aneros & Herniwati, 2020):

1. Mendorong siswa untuk berpartisipasi di dalam kelas dan membangun komunikasi antara guru dan siswa
2. Mempunyai waktu untuk berfikir dan menganalisis dan memperbaiki kesalahan teman
3. Dapat digunakan sebagai media komunikasi bagi peserta didik yang pemalu.

Sehingga aplikasi *padlet* ini akan membantu guru dan juga siswa untuk melaksanakan model pembelajaran SOLE (*Self-organized learning environments*) dengan lebih baik. Dalam penelitian ini *padlet* digunakan sebagai media pembelajaran.

2.1.3 Kemampuan Pemecahan Masalah

Kemampuan pemecahan masalah peserta didik merupakan salah satu kemampuan yang terbilang penting yang harus dimiliki setiap manusia (Ibrahim

& Rebello, 2012). Kemampuan pemecahan masalah juga merupakan kemampuan dasar dalam proses pembelajaran (Suryani et al., 2020). Hal ini juga di perkuat dalam Partnership for 21st century skill (2017) yang menjelaskan bahwa salah satu kemampuan yang harus dimiliki agar dapat sukses di dalam kehidupan dan bekerja adalah kemampuan pemecahan masalah. Pada proses pembelajaran guru harus mampu merangsang kreativitas peserta didik memecahkan suatu masalah (Afriansyah et al., 2019). Menurut Sumartini (1981) dalam jurnal (Suryani et al., 2020) Pemecahan masalah merupakan kegiatan yang mengutamakan pentingnya prosedur, langkah-langkah yang harus di tempuh siswa dalam menyelesaikan masalah dan mendapatkan jawaban soal bukan hanya jawaban itu sendiri.

Melalui pendekatan pembelajaran yang membantu peserta didik di dalam pelajaran Fisika, pembelajaran kemampuan pemecahan masalah ini mengintegrasikan aspek konsep dan matematika. Pendekatan ini merupakan penggabungan pengajaran eksplisit strategi pemecahan masalah dengan lingkungan yang membantu peserta didik menjalankan strategi tersebut. Lingkungan yang mendukung diberikan dengan memberika arahan kepada peserta didik untuk berlatih memecahkan masalah dalam kelompok kooperatif (Heller et al., 1992).

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah diuraikan diatas, Kemampuan pemecahan masalah peserta didik sangat diperlukan dalam mengerjakan soal Fisika, karena siswa harus melalui langkah-langkah dalam menyelesaikan dan mendapatkan jawaban.

Menurut (Heller et al., 1992) langkah-langkah dalam penyelesaian masalah itu ada 5 yaitu: memahami masalah (*Visualize the problem*), memahami masalah ke dalam istilah fisika (*describe the problem to physics term*), merencanakan solusi (*plan a solution*), menjalankan solusi (*execute the problem*), dan mengevaluasi (*check and evaluate*).

Kemampuan pemecahan masalah memiliki tahapan dan indikator sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Tahapan dan Indikator Kemampuan pemecahan masalah menurut Heller

Tahapan	Indikator
memahami masalah (<i>visualize the problem</i>)	Menjelaskan pernyataan kedalam representasi visual dengan menggambar stetsa, mengidentifikasi besaran yang diketahui dan yang tidak di ketahui, menjelaskan kembali pernyataan masalah, mengidentifikasi pendekatan umum untuk masalah konsep fisika yang sesuai dengan masalah.
memahami masalah ke dalam istilah fisika (<i>describe the problem to physics term</i>)	Menerjemahkan masalah ke dalam deskripsi fisika dengan cara menentukan besaran yang diketahui dan tidak diketahuidengan simbol fisika.
merencanakan solusi (<i>plan a solution</i>)	Menerjemahkan deskripsi fisika ke dalam representasi matematis dari masalah d imulai dengan konsep dan prinsip fisika yang diidentifikasi dalam bentuk persamaan, menerapkan prinsipprinsip secara sistematis dalam persamaan fisika, menentukan langkahlangkah dalam menyelesaikan masalah
menjalankan solusi (<i>execute the problem</i>)	Menerjemahkan rencana ke dalam persamaan penyelesaian masalah dari besaran yang sudah diketahui, mensubstitusikan nilai-nilai tertentu ke dalam persamaan untuk mendapatkan solusi
mengevaluasi (<i>check and evaluate</i>)	Menentukan apakah jawabannya masuk akal seperti memeriksa apakah penyelesaiannya lengkap, memiliki satuan yang benar, besaran jawaban masuk akal atau tidak

2.1.4 Integrasi Model Pembelajaran SOLE berbantuan *Padlet* terhadap KPM

Keterkaitan antara sintaks model pembelajaran SOLE (*Self-Organized Learning Environments*) berbantuan *padlet* dengan kemampuan pemecahan masalah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. 2 keterkaitan sintaks model SOLE berbantuan *padlet* terhadap KPM

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa	Aspek KPM
Langkah 1 Pertanyaan (<i>Question</i>)	Guru memberikan pertanyaan (<i>Big question</i>) di aplikasi <i>padlet</i>	Peserta didik memperhatikan situasi baru yang disajikan oleh guru.	Memahami masalah, karena peserta didik fokus mendefinisikan pertanyaan yang di berikan oleh guru.

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa	Aspek KPM
Langkah 2 Investigasi (<i>Investigate</i>)	Guru membagi siswa ke dalam kelompok dan mendampingi siswa dalam kegiatan diskusi	Peserta didik membentuk kelompok kecil. Peserta didik dalam kelompok berkolaborasi menggunakan perangkat internet dibantu <i>padlet</i> sebagai panduan untuk mencari jawaban terhadap pertanyaan yang diberikan sebelumnya.	Medeskripsikan masalah ke dalam istilah fisika, merencanakan solusi, menjalankan solusi. Peserta didik berdiskusi untuk mencari jawaban atas pertanyaan guru.
Langkah 3 Mengulas (<i>Review</i>)	Guru mempersilahkan peserta didik presentasi kemudian memberikan komentar	Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil penemuan mereka terhadap pertanyaan yang diberikan pengajar dan membuat kesimpulan.	Mengevaluasi, peserta didik mengemukakan jawaban untuk di koreksi oleh guru.

2.1.5 Materi Gelombang Bunyi

A. Gelombang Bunyi

Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar, contohnya pita suara yang bergetar pada saat kita mengeluarkan suara.

Alat musik seperti piano dan gitar dapat menghasilkan suara karena bergetarnya dawai pada kedua alat tersebut. Seruling juga dapat menghasilkan suara karena bergetarnya kolom udara pada seruling ketika ditiup.

1. Karakteristik Gelombang Bunyi

Terdapat banyak karakteristik gelombang bunyi diantaranya:

a. Adanya sumber bunyi

Gelombang bunyi ada jika ada sumber bunyi, contoh sumber bunyi adalah pita suara, seruling, dawai gitar, dll. Bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar

b. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik

Gelombang bunyi merupakan salah gelombang mekanik. Gelombang mekanik yaitu gelombang yang membutuhkan medium untuk merambat. Syarat

terdengarnya bunyi oleh manusia ada 4 aspek. Pertama sumber bunyi yang berasal dari benda yang bergetar. Kedua energi dipindahkan dari sumber bunyi merambat melalui medium. Ketiga, bunyi di deteksi oleh telinga atau sebuah alat. Keempat, frekuensi sumber bunyi yaitu 20 – 20.000 Hz. Jadi, bunyi tidak dapat merambat melalui hampa udara (vakum).

Berdasarkan frekuensi gelombang bunyi dibedakan menjadi infrasonik, audisonik, dan ultrasonik.

- 1) Bunyi Infrasonik merupakan bunyi dengan frekuensi kurang dari 20 Hz. Bunyi ini tidak dapat di dengar oleh telinga manusia, tetapi dapat di dengar oleh hewan seperti anjing, jangkrik, dan laba – laba.



Gambar 2. 1 Jangkrik dapat mendengarkan bunyi Infrasonik

Sumber: (Dyah, 2013)

- 2) Bunyi Audisonik merupakan bunyi dengan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Frekuensi ini dapat di dengar oleh manusia.
 - 3) Bunyi Ultasonik merupakan bunyi diatas 20.000 Hz. Bunyi ini tidak dapat di dengar oleh manusia. Hewan yang dapat mendengar bunyi ini diantaranya lumba – lumba, anjing, kucing, anjing dan kelelawar. Bunyi Ultrasonik memiliki banyak manfaat diantaranya untuk mengukur kedalaman laut. Selain itu, digunakan untuk pemeriksaan janin di dalam kandungan atau organ tubuh bagian dalam dengan menggunakan alat USG (*Ultrasonografi*). Tinggi rendah nya bunyi tergantung frekuensi. Kuat lemahnya bunyi dipengaruhi oleh amplitudonya, sedangkan warna bunyi tergantung pada sumber getarannya.
- c. Gelombang Bunyi merupakan Gelombang Longitudinal

Gelombang Longitudinal merupakan gelombang yang arah rambat nya sejajar dengan arah getarnya. Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal, dimana terdapat rapatan dan renggangan.

Ketika diafragma pengeras suara bergetar, maka akan memampatkan tekanan udara yang ada didepannya, sedangkan udara yang agak jauh masih normal. Udara yang memampat ini berbentuk seperti rapatan sedangkan udara yang normal berbentuk regangan. Semakin lama rapatan tersebut akan bergerak menjauh dari pengeras suara menuju pendengar dengan kecepatan tertentu.

Besar kecilnya cepat rambat bunyi bergantung pada jenis mediumnya yaitu padat, cair, dan gas.

1) Pada zat padat

Untuk gelombang bunyi pada sebuah benda padat yang panjang, cepat rambat bunyi dapat diperoleh berdasarkan konsep elastisitas, hukum newton II dan rumus massa jenis.

$$E = \frac{\text{tegangannya}}{\text{regangan}} = \frac{F/A}{\Delta l/l} = \frac{Fl}{A\Delta l} \quad (2.1)$$

$$F = ma \text{ dan } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ serta } \rho = \frac{m}{V}$$

Maka:

$$E = \frac{m \frac{\Delta v}{\Delta t} l}{A\Delta l}$$

$$E = \frac{mv^2}{V} = \rho v^2$$

$$v^2 = \frac{E}{\rho}$$

Besar cepat rambat bunyi pada zat padat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

v : cepat rambat bunyi (m/s^2)

E : modulus young (N/m^2)

F : gaya (N)

A : luas (m^2)

ρ : massa jenis zat (kg/m^3)

m : massa (m)

V : volume (m^3)

2) Pada zat cair

Jika gelombang bunyi merambat melalui fluida seperti air, cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dapat diperoleh berdasarkan konsep fluida, tegangan, dan regangan bulk dan teorema impuls-momentum.

Tabel 2. 3 Cepat rambat Bunyi pada berbagai medium

Medium	Cepat rambat bunyi (m/s)
Udara (0° C)	331
Udara (15° C)	340
Air (25° C)	1490
Air laut (25° C)	1530
Aluminium (20° C)	5100
Tembaga (20° C)	3560
Besi (20° C)	5130

Besar cepat rambat bunyi pada zat cair dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

v : cepat rambat gelombang (m/s)

B : modulus limbak / bulk modulus (N/m^2)

ρ : massa jenis zat (kg/m^2)

3) Pada Gas

Cepat rambat bunyi di dalam gas seperti udara diperoleh dengan konsep teori kinetik gas. Besar cepat rambat gelombang bunyi pada gas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M_r}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

- γ : Konstanta Laplace
 R : Konstanta gas umum (8,314 J/mol K)
 T : suhu (K)
 Mr : massa molekul relatif gas

2. Gejala-Gejala pada Gelombang Bunyi

a. Pemantulan (refleksi)

Bunyi dapat mengalami pemantulan (refleksi) misalnya pada saat berteriak di alam terbuka, seperti di dekat tebing atau jurang kamu dapat mendengar gema. Gema merupakan pantulan dari bunyi. Gema hanya terjadi bila sumber bunyi dan dinding pemantul jaraknya jauh.

Ketika berteriak disebuah gedung yang besar, seperti aula sekolah, atau di ruang konser yang berukuran besar, dinding ini akan memantulkan suara. Biasanya, selang waktu antara bunyi asli dan pantulannya di dalam gedung sangat kecil. Sehingga bunyi pantulan ini bersifat merugikan karena dapat mengganggu kejelasan bunyi asli. Pemantulan bunyi yang seperti ini dinamakan gaung. Untuk menekan gaung dilakukan dengan melapisi dinding dengan bahan yang bersifat tidak memantulkan bunyi atau dilapisi oleh zat kedap suara.

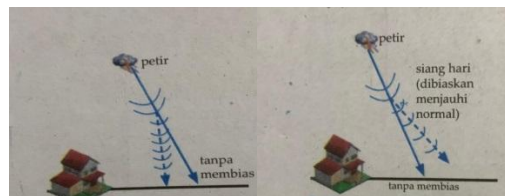


Gambar 2. 2 Tebing merupakan salah satu tempat yang dapat gema

Sumber: (Superlive, 2016)

b. Pembiasan (*refraksi*)

Peristiwa pembiasan dalam kehidupan kita, misalnya petir terdengar lebih keras pada malam hari daripada siang hari. Pada malam hari, suhu udara pada lapisan bawah lebih dingin daripada udara pada lapisan atas. Cepat rambat bunyi pada suhu dingin lebih kecil daripada suhu panas. Dengan demikian, cepat rambat bunyi pada lapisan bawah lebih kecil daripada lapisan atas, karena medium pada lapisan atas kurang rapat dari medium pada lapisan bawah. Jadi, pada malam hari bunyi petir yang merambat dari lapisan udara atas menuju ke lapisan udara bawah akan dibiaskan mendekati garis normal.



Gambar 2. 3 Pembiasan gelombang Bunyi petir pada malam hari dan siang hari. Sumber: (Indarti et al., 2016)

c. Perpaduan (*Interferensi*)

Ketika dua buah peneras suara dengan frekuensi, amplitudo dan fase yang sama atau hampir sama diletakan berdekatan. Kamu melintas di depan peneras suara itu secara perlahan dari satu sisi ke sisi yang lainnya, kamu akan mendengar fenomena interferensi gelombang bunyi. Kuat lemahnya bunyi ini dihasilkan oleh interferensi dua gelombang. Interferensi konstruktif (saling menguatkan) menghasilkan bunyi keras dan interferensi destruktif (saling melemahkan) menghasilkan bunyi lemah.

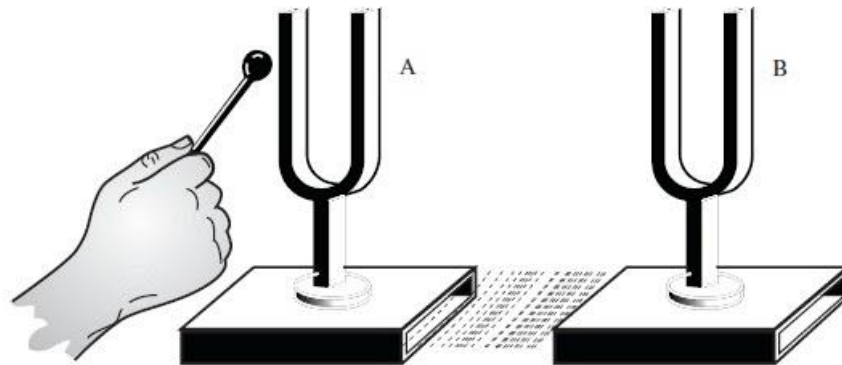
d. Pelenturan (*difraksi*)

Salah satu syarat terjadinya difraksi adalah ukuran panjang gelombang seorde dengan ukuran celah. Gelombang bunyi diudara mempunyai panjang gelombang berukuran beberapa centimeter hingga beberapa meter. Ukuran ini seorde dengan ukuran lubang-lubang angin di kamar, jendela ataupun pintu.

e. Resonansi dan Pelayangan bunyi

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh benda lain yang bergetas di dekatnya. Syarat resonansi terjadi bila benda pertama

bergetar pada frekuensi yang sama dengan benda yang terpengaruhi. Misalnya dua garpu tala dengan frekuensi yang sama di dekatkan. Bila salahsatu garputala di getarkan, maka garpu tala yang lain ikut bergetar. Kedua frekuensi benda sama, sehingga bunyi saling berinterferensi sempurna (saling menguatkan).



Gambar 2. 4 Garputala

Sumber: (<https://Materiipa.Com/Teori-Resonansi>, n.d.)

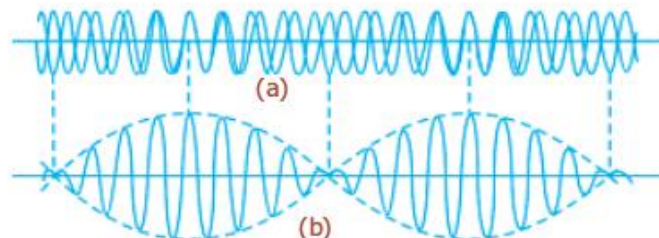
$$\begin{aligned} f_1 &= f_2 \\ \Delta f &= f_1 - f_2 \\ \Delta f &= 0 \end{aligned} \quad (2. 5)$$

Keterangan:

f_1 : frekuensi bunyi pertama (Hz)

f_2 : frekuensi bunyi kedua (Hz)

Interferensi dua gelombang dengan frekuensi hampir sama akan menghasilkan fenomena yang disebut layangan. Misalnya layangan yang dihasilkan oleh gelombang dari dua garputala atau dua senar gitar, yang berfrekuensi hampir sama tapi tidak identik.



Gambar 2. 5 Fruktuasi amplitudo yang dihasilkan oleh dua gelombang bunyi yang frekuensi nya hampir sama **Sumber:** (Nafiun.Com, n.d.)

Pada Gambar 2.5 menunjukan Fluktuasi amplitudo yang dihasilkan oleh dua gelombang bunyi yang frekuensi nya hampir sama. (a) gelombang individu. (b) gelombang resultan yang dibentuk oleh superposisi dari kedua gelombang tersebut Frekuensi layangan bunyi dapat diperoleh menggunakan fungsi gelombang dan identitas trigonometri sebagai berikut:

$$y_1(t) = A \sin 2\pi f_1 t \text{ dan } y_2(t) = A \sin 2\pi f_2 t \quad (2.6)$$

$$\sin a - \sin b = 2 \sin \frac{1}{2}(a - b) \cos \frac{1}{2}(a + b)$$

Dengan mensubstitusikan kedua persamaan diatas, maka dapat diperoleh persamaan gelombang totalnya:

$$y(t) = y_1(t) + y_2(t)$$

$$y(t) = \left[2A \sin \frac{1}{2}(2\pi)(f_1 - f_2)t \right] \cos \frac{1}{2}(2\pi)(f_1 + f_2)t \quad (2.7)$$

Buktikan bahwa frekuensi layangan yang didengar adalah dua kali kuantitas $\frac{1}{2}(f_1 - f_2)$ atau $f_L = |(f_1 - f_2)|$.

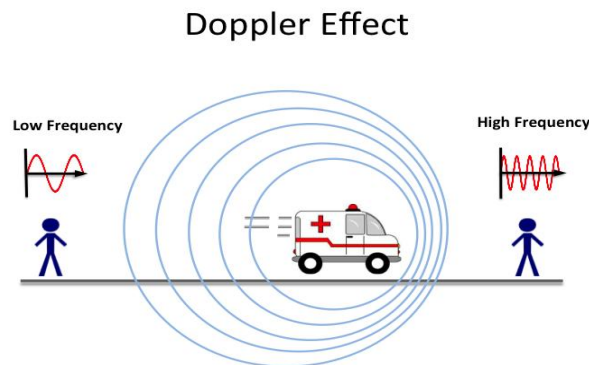
Keterangan:

f_1 : frekuensi layangan bunyi(Hz)

Contoh lain terjadi ketika sebuah sirine berbunyi dengan frekuensi tertentu, tiba-tiba sirine lain berbunyi dengan frekuensi yang hampir sama, akibatnya terdengar bunyi keras dan lemah secara periodik dengan periode tertentu.

f. Efek *Doppler*

Efek *doppler* terjadi ketika ada suatu gerak relatif antara sumber gelombang dan pengamat. Ketika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati, pengamat mendengar frekuensi bunyi yang lebih tinggi daripada frekuensi bunyi yang dipancarkan sumber.



Gambar 2. 6 Dua orang pengamat dan sumber bunyi

Sumber: (Forum.Huawei, 2020)

Frekuensi sirine yang di dengar oleh pengamat yang di peroleh dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$f_p = \frac{v}{\lambda} = \frac{v \pm v_p}{\lambda} = \frac{v \pm v_p}{\frac{v \pm v_s}{f_s}} = \frac{(v \pm v_p)f_s}{v \pm v_s} \quad (2. 8)$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka frekuensi yang di dengar oleh pengamat dinyatakan sebagai berikut:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \times f_s \quad (2. 9)$$

Keterangan:

- f_p : frekuensi yang diterima pendengar (Hz)
- f_s : frekuensi sumber bunyi (Hz)
- v_p : kelajuan pendengar (Hz)
- v_s : kelajuan sumber bunyi (m/s)
- v : kelajuan gelombang bunyi di udara (340 m/s)

Apabila ada angin yang bertiup dengan kecepatan v , maka frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar sebagai berikut:

$$f_p = \frac{(v \pm v_p) \pm v_p}{(v \pm v_s) \pm v_s} \times f_s \quad (2. 10)$$

Untuk penggunaan tanda positif dan negatif:

- (+) jika mendekati sumber
- (-) jika menjauhi sumber

3. Sumber Bunyi

a. Dawai atau senar

Berdasarkan percobaan Melde, cepat rambat gelombang dawai dinyatakan:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.11)$$

Keterangan:

v : cepat rambat gelombang (m/s)

F : gaya tegangan pada dawai (N)

μ : massa persatuan panjang dawai(kg/m)

Karena $\mu = \frac{m}{L}$, dan $m = \rho V = \rho LA$, maka persamaan di atas dapat

dituliskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \text{ atau } v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \quad (2.12)$$

Keterangan:

v : cepat rambat gelombang (m/s)

ρ : massa jenis zat (kg/m^3)

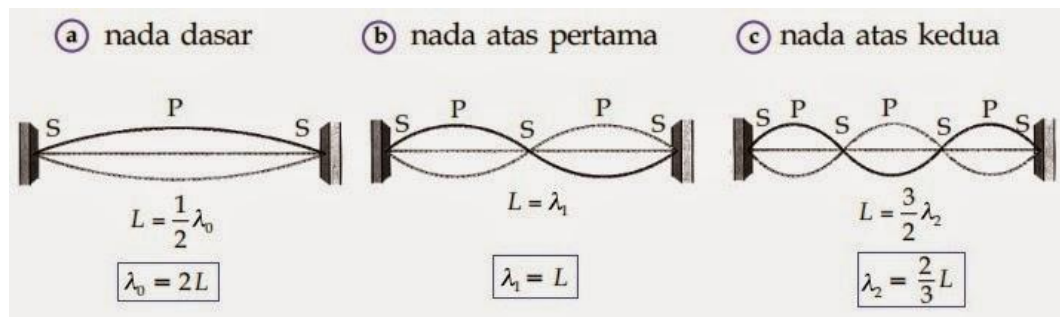
F : gaya tegangan pada dawai (N)

m : massa dawai(kg)

L : panjang dawai (m)

A : luas penampang dawai (m^2)

Berikut frekuensi pada senar atau dawai serta sumber bunyi lainnya



Gambar 2. 7 Nada dasar

Sumber: (<https://Nadhila-Utami23.Blogspot.Com/>, 2019)

Hubungan frekuensi atas kedua pada dawai dengan hukum melde sesuai dengan Gambar 2. 7 sebagai berikut:

$$f_2 = \frac{v}{\frac{2}{3}L} = 3 \frac{v}{2L} = \frac{\sqrt{\frac{F}{\mu}}}{2L} \quad (2.13)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan tersebut, frekuensi nada yang dihasilkan oleh senar atau dawai dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2L} \quad (2.14)$$

Keterangan:

- f_n : frekuensi nada ke n (Hz) ($n = 0,1,2,\dots$)
- v : cepat rambat gelombang pada dawai (m/s)
- L : panjang dawai (m)

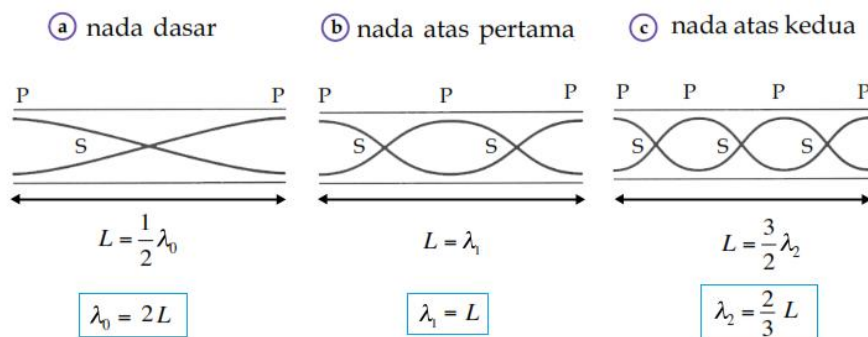
Perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh dawai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_0 : f_1 : f_2 : \dots &= f_0 : 2f_0 : 3f_0 : \dots \\ &= 1 : 2 : 3 : \dots \end{aligned} \quad (2.15)$$

b. Pipa Organa

1) Pipa organa tertutup

Pipa organa terbuka merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang kedua ujung penampangnya terbuka. Frekuensi yang dapat dihasilkan oleh pipa organa terbuka adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 8 Pipa Organa terbuka
Sumber: (Pipa Organa Kelas XI, 2016)

Frekuensi nada yang dihasilkan oleh pipa organa terbuka dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f_n = \frac{(n + 1)v}{2L} \quad (2.16)$$

Keterangan:

f_n : frekuensi nada ke n (Hz)

v : cepat rambat gelombang pada pipa (m/s)

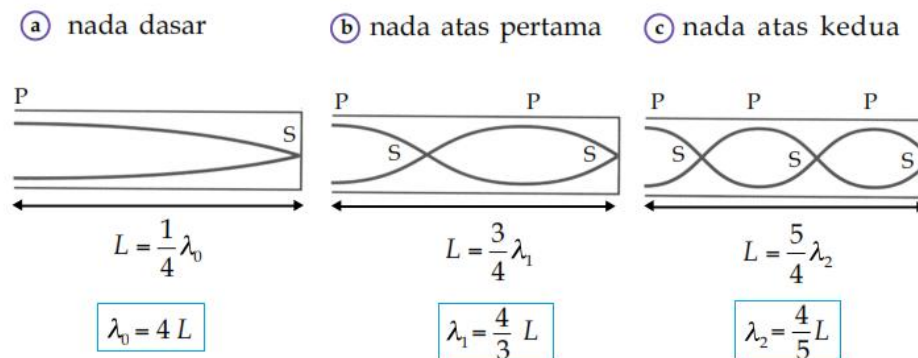
L : panjang pipa (m)

Perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh pipa organa terbuka adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_0 : f_1 : f_2 : \dots &= f_0 : 2f_0 : 3f_0 : \dots \\ &= 1 : 2 : 3 : \dots \end{aligned} \quad (2.17)$$

2) Pipa Organa Tertutup

Pipa organa tertutup merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang salah satu ujung penampangnya tertutup. Karena pada ujung tertutup selalu terjadi rapatan dan ujung terbuka selalu menjadi regangan, maka frekuensi nada yang dihasilkan oleh pipa organa sebagai berikut:



Gambar 2.9 Pipa Organa tertutup

Sumber: (*Pipa Organa Kelas XI, 2016*)

Frekuensi nada yang dihasilkan oleh pipa organa tertutup dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f_n = \frac{(2n + 1)v}{4l} \quad n = 0,1,2,3, \dots \quad (2.18)$$

Perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh pipa organa tertutup adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f_0 : f_1 : f_2 : \dots &= f_0 : 3f_0 : 5f_0 : \dots \\ &= 1 : 3 : 5 : \dots \end{aligned} \quad (2.19)$$

4. Intensitas dan Taraf Intensitas

Intensitas bunyi merupakan bilangan yang berhubungan dengan tingkat kekerasan suara.

a. Intensitas

Dalam fisika, intensitas bunyi di definisikan sebagai energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang satu-satuan luas tiap detiknya, atau besarnya daya per satuan luas. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.20)$$

Keterangan:

P : daya (watt)

A : luas penampang (m^2)

I : intensitas gelombang bunyi ($watt/m^2$)

Karena sumber bunyi merambat ke segala arah muka gelombangnya berbentuk bola, maka intensitas gelombang bunyi dapat dinyatakan:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2.21)$$

Berdasarkan persamaan diatas, intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Artinya semakin jauh dari sumber bunyi, intensitasnya semakin kecil, dan sebaliknya. Oleh karena itu, perbandingan intensitas gelombang bunyi pada suatu titik yang berjarak r_1 dan r_2 dari sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2.22)$$

Jika terdapat beberapa sumber bunyi, intensitas total bunyi dinyatakan sebagai berikut:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \quad (2.23)$$

b. Taraf Intensitas

Taraf Intensitas bunyi didefinisikan sebagai logaritma perbandingan intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Intensitas ambang pendengaran merupakan intensitas bunyi terkecil yang masih bisa didengar oleh manusia. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.24)$$

Keterangan:

TI : taraf intensitas (decibel=dB)

I_0 : intensitas ambang pendengaran (10^{-12} watt/m²)

Apabila terdapat n buah sumber bunyi identik yang masing-masing memiliki taraf intensitas TI , maka taraf intensitas total n sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut:

$$TI_n = TI + \log n \quad (2.25)$$

Apabila taraf intensitas pada jarak r_1 dari sumber bunyi adalah TI_1 , maka taraf intensitas suatu titik yang berjarak r_2 dari sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut:

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (2.26)$$

Tabel 2. 4 Intensitas dan Tingkat Intensitas Beberapa Bunyi yang lazim

($I_0 = 10^{-12}$ W/m²)

Sumber Bunyi	$\frac{I}{I_0}$	dB	Keterangan
	100	0	Ambang pendengaran
Bernafas normal	10^1	10	Hampir tidak terdengar
Daun berdesir	10^2	20	
Bisikan lembut (jarak 5 m)	10^3	30	Sangat tenang
Perpustakaan	10^4	40	
Kantor tenang	10^5	50	tenang
Percakapan biasa (jarak 1 m)	10^6	60	
Lalu lintas ramai	10^7	70	
Kantor bising dengan mesin pabrik	10^8	80	

Sumber Bunyi	$\frac{I}{I_0}$	dB	Keterangan
Air terjun Niagara	10^9	90	Pemaparan konstan merusak pendengaran
Kereta tua	10^{10}	100	
Kebisingan konstruksi	10^{11}	110	
Jet tinggal landas (60 m)	10^{12}	120	Ambang rasa sakit
Senapan mesin	10^{13}	130	
Jet tinggal landas (dari dekat)	10^{14}	140	
Mesin roket besar (dekat)	10^{15}	150	

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut: Fikri (2022) dalam Jurnal Ilmiah Pendidikan Bahasa, dan sastra Indonesia dan daerah dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran SOLE Terhadap Pengembangan Keterampilan Abad 21 Pada Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA)”. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Model pembelajaran SOLE secara langsung membantu peserta didik untuk dapat menguasai keterampilan yang diperlukan dimasa depan, salah satunya adalah mengoperasikan perangkat elektronik. Melalui pembelajaran menggunakan model SOLE peserta didik dikondisikan untuk dapat mengembangkan keterampilan yang menunjang keberhasilan hidupnya di masa depan seperti yang terurai dalam keterampilan abad 21, di antaranya keterampilan berkomunikasi, berkolaborasi, berpikir kritis, dan kreatif.

Qolbiyyah (2022) dalam Skripsi dengan judul “Pengaruh model pembelajaran SOLE berbantuan *padlet* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi Gerak lurus”. Penelitian ini bertujuan mengetahui Pengaruh model Pembelajaran SOLE Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian *non equivalent control group design*, teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Analisis data *posttest* menggunakan uji *Mann Whitney U* pada taraf signifikan 5% sebesar 0,05 dengan kesimpulan H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar peserta didik kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil belajar peserta didik kelompok eksperimen meningkat lebih tinggi (N-gain 0,79

kategori tinggi) dibandingkan peserta didik kelompok kontrol (N-gain 0,39 kategori rendah). Hampir seluruh peserta didik kelompok eksperimen memberi respon positif terhadap pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran SOLE.

Sucianti (2021) dalam Jurnal Karya Ilmiah Guru dengan Judul “Penerapan Model Pembelajaran SOLE untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Polimer”. Berdasarkan hasil dari perbandingan persentase ketuntasan klasikal kondisi awal dengan siklus I terjadi peningkatan yang signifikan yaitu sebesar 52,63%. Setelah diterapkan pembelajaran model SOLE pada siklus I, baik nilai rerata kelas maupun persentase ketuntasan klasikal mengalami peningkatan, hal ini membuktikan bahwa dengan diterapkan model pembelajaran SOLE, ada peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari.

Qulub, et al (2020) dalam Jurnal Prosiding Seminar Nasional yang berjudul “Penggunaan Media *Padlet* untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis Teks Deskripsi”. Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwasanya pembelajaran Bahasa Indonesia dengan menggunakan media *Padlet* berhasil menarik minat dan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menulis teks deskripsi. Dalam proses pembelajaran dengan menggunakan media *Padlet* sangat membantu guru dalam menyampaikan informasi dan evaluasi.

Pratama et al, (2021) dalam jurnal International Journal of Innovation and Education Research dengan judul “*The Need Analysis of Learning Module Development Using Self Organized Learning Environment (Sole) Assisted by Augmented Reality on Rotational Dynamics and Rigid Body Equilibrium*”. Tujuan penelitian untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul pembelajaran dengan menggunakan SOLE berbantuan *Augmented Reality* secara bergilir dinamika dan keseimbangan benda tegar. Berdasarkan hasil data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa peserta didik sangat membutuhkan media pembelajaran berbasis komputer, salah satunya adalah dengan menggunakan *Augmented Reality*. Hal ini berdasarkan data yang diperoleh bahwa 76,26 % peserta didik menjawab sangat setuju dan 77,92 % guru menjawab sangat setuju perlunya pengembangan

pengembangan modul pembelajaran menggunakan SOLE berbantuan *Augmented Reality* pada dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar.

Berdasarkan beberapa penelitian yang disebutkan diatas, model pembelajaran SOLE berbantuan *padlet* dapat digunakan dalam pembelajaran termasuk Fisika. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu variabel yang digunakan berbeda. Menurut saran peneliti sebelumnya (Qolbiyyah, 2022) menyebutkan untuk peneliti selanjutnya dapat dilakukan untuk mengukur variabel hasil belajar pada aspek lainnya, misalnya kemampuan pemecahan masalah.

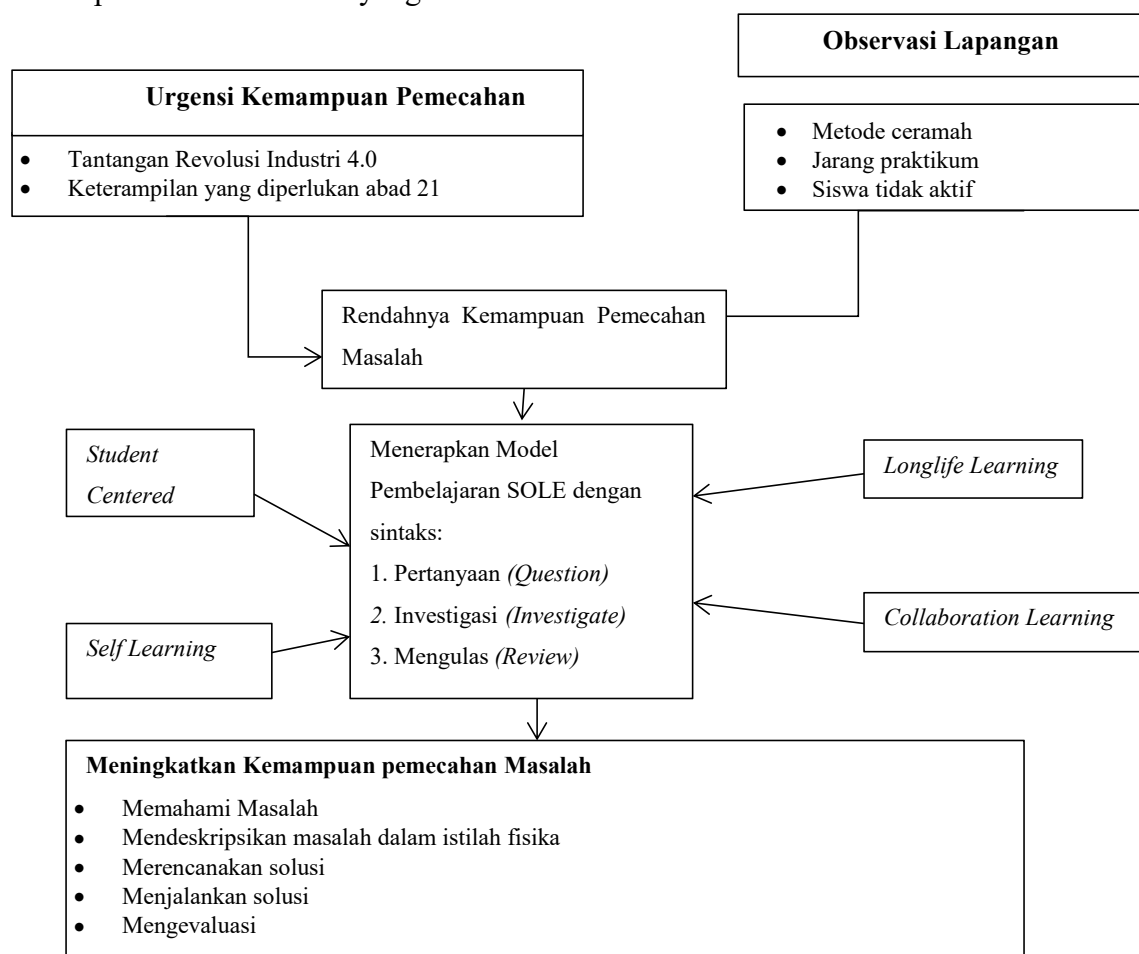
2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan dengan hasil studi penelitian yang sudah di laksanakan di kelas XII MIPA 1 SMAN 10 Tasikmalaya dengan menggunakan metode wawancara guru, peserta didik, dan soal kemampuan pemecahan masalah peserta didik hasilnya masih sangat kurang. Menurut guru Fisika di SMAN 10 Tasikmalaya, pembelajaran masih menggunakan metode konvensional (ceramah) dan siswa kurang aktif dalam proses kegiatan belajar di kelas. Peserta didik kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran dan hanya menerima atau mencatat pelajaran hanya yang diberikan oleh guru saja. Serta hasil dari tes kemampuan pemecahan masalah pada materi gelombang bunyi pada peserta didik masuk ke dalam kategori sangat kurang.

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijabarkan diatas, maka pembelajaran Fisika di SMAN 10 Tasikmalaya memerlukan solusi untuk menangani hal tersebut. Oleh karena itu, peneliti berupaya untuk memberikan solusi dengan menerapkan model pembelajaran SOLE berbantuan *padlet* pada materi Gelombang Bunyi di sekolah tersebut.

Adapun tahapan dalam model pembelajaran *Self organized learning environment* terdapat 3 tahapan diantaranya: Pertanyaan (*Question*), Investigasi (*Investigate*), dan Mengulas (*Review*). Model Pembelajaran SOLE (*self organized learning environment*) berbantuan *padlet* dapat digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik karena menuntut

peserta didik untuk lebih aktif dan memahami *step by step*. Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah yang akan diujikan dalam penelitian ini yaitu: memahami masalah, mendeskripsikan masalah kedalam istilah fisika, merencanakan solusi, menjalankan solusi, dan mengevaluasi. Peneliti melaksanakan tes awal (*pretest*) terlebih dahulu untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah awal peserta didik yang dijadikan sampel penelitian. Setelah *pretest* peserta didik diberikan *treatment* berupa model pembelajaran SOLE berbantuan *padlet*. Jika penerapan model pembelajaran tersebut telah dilaksanakan, maka peserta didik akan diberikan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti menduga adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi Gelombang Bunyi pada peserta didik pada tiap Indikator kemampuan pemecahan masalah yang diteliti.



Gambar 2. 10 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H_0 : tidak ada pengaruh model pembelajaran SOLE berbantuan *Padlet* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah peserta didik pada materi Gelombang Bunyi di kelas XI MIPA SMAN 10 Tasikmalaya tahun ajaran 2022/2023.

H_a : ada pengaruh model pembelajaran SOLE berbantuan *Padlet* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah peserta didik pada materi Gelombang Bunyi di kelas XI MIPA SMAN 10 Tasikmalaya tahun ajaran 2022/2023.