

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Science, Technology, Engineering, Art, and, Mathematic (STEAM)

STEAM muncul karena adanya tanggapan terhadap kebutuhan untuk meningkatkan minat dan keterampilan peserta didik dalam bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* dalam pembelajaran (Quigley, 2017). STEAM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memperluas ilmu pengetahuan, sains dan humaniora untuk peserta didik dan mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Mu'minah, 2020).

STEAM menggabungkan satu unsur lagi yaitu art (seni) dengan pembelajaran STEM yang bertujuan untuk meningkatkan peran peserta didik dalam hal kreativitas, keterampilan memecahkan sebuah masalah, berinovasi dan dalam kegiatan kognitif lainnya (Liao, 2016). STEAM merupakan pendekatan dengan *Science, technology, engineering, art and mathematic* dengan pembelajaran yang berbasis kepada proyek yang diberdayakan oleh guru untuk memupuk lingkungan belajar agar siswa selalu berkontribusi dan terlibat dalam sebuah pembelajaran (Zubaidah, 2019).

STEAM adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada hubungan pengetahuan dan keterampilan *science, technology, engineering, art, dan mathematics* (STEAM) untuk mengatasi masalah. Dengan adanya unsur art, diharapkan melalui STEAM peserta didik akan

terbiasa untuk menyelesaikan suatu permasalahan dengan cara yang kreatif. Tujuan pembelajaran berbasis STEAM adalah agar pemahaman dan pengetahuan peserta didik mengenai science, technology, engineering, art, dan mathematics dapat meningkat, sehingga pemahaman tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dan membuat suatu keputusan untuk kemajuan manusia (Firman, 2016)

(Bryan, 2013) menyatakan “STEM sebagai pengajaran dan pembelajaran konten dan praktik pengetahuan disiplin yang mencakup sains dan/atau matematika melalui integrasi praktik rekayasa dan desain rekayasa”. Pendidikan STEM tidak bermakna hanya penguatan praktis pendidikan di dalam bidang-bidang STEM secara terpisah, melainkan mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, enjiniring, dan matematika dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesi (Center, 2014). Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM (Bybee, 2013). Mempunyai:

1. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM;
2. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia;

3. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural;
4. Kemauan terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumber daya) sebagai warga Negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, enjiniring, dan matematika.

Penggunaan STEAM dalam pembelajaran menjadi sebuah sarana untuk menciptakan gagasan berlandaskan sains dan teknologi melalui kegiatan berpikir dan menjalajah dalam memecahkan lima disiplin ilmu yang digabungkan oleh peserta didik sehingga salah satu pendekatan yang dapat memadukan beberapa disiplin ilmu adalah pendekatan pembelajaran STEAM.

Dari beberapa paparan yang telah disampaikan diatas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa pendekatan STEAM adalah pendekatan yang menggabungkan beberapa unsur yaitu *science, technology, engineering, arts, and mathematics* yang mana guru berperan sebagai fasilitator dan peserta didik menjadi pusat dari semua proses pembelajaran yang menggunakan pendekatan steam dan pendekatan steam juga mengutamakan kerja sama yang baik antar peserta didik sehingga mencapai tujuan pembelajaran.

Pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEAM menyediakan metode belajar yang terintegrasi, interaktif dan efektif yang dikombinasikan dengan pembelajaran mandiri dan kerja kelompok. Dasar

dari pembelajaran dengan pendekatan STEAM terletak pada pembelajaran inkuiri dan pemikiran kritis. Kedua hal tersebut berbasis proses yang artinya saat mengajukan pertanyaan, proses menimbulkan rasa ingin tahu, dan proses menemukan solusi dari suatu masalah. Inti dari pembelajaran STEAM adalah menjadikan peserta didik lebih aktif dan kreatif dalam menemukan solusi dan masalah.

## **B. Langkah-langkah dalam Pendekatan Pembelajaran STEAM**

Untuk menerapkan pembelajaran STEAM, peserta didik didorong untuk menemukan cara sistematis dan berulang untuk merancang objek, proses, dan sistem untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia (*engineering*). Unsur *engineering* dalam STEAM dapat dimulai dari suatu masalah, kebutuhan, atau keinginan dengan kriteria terukur yang kemudian diuji untuk mengidentifikasi kendala atau batasan. Kegiatan pengembangan inovasi tersebut, dapat dilakukan di dalam kelas dengan mengadopsi serangkaian proses yang digunakan *engineer* (insinyur) dalam menciptakan sebuah produk atau teknologi tertentu agar sesuai kriteria yang sudah ditetapkan. Proses tersebut dikenal dengan istilah *Engineering Design Process* (EDP). Proses-proses EDP tersebut dijelaskan di bawah ini:

### 1. *Ask* (menemukan masalah dan solusi)

Pada tahapan awal adalah mengidentifikasi suatu masalah atau kebutuhan tertentu yang muncul dari keadaan. Kemudian, cobalah untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Setelah itu, cobalah untuk

menentukan kriteria dan batasan proses rancangan yang akan dibuat untuk mewujudkan solusi dari permasalahan.

2. *Imagine* (membayangkan produk)

Setelah mempertanyakan solusi yang mungkin bisa dilakukan, maka selanjutnya harus dapat membayangkan bagaimana solusi tersebut dapat diwujudkan secara nyata. Pada bagian ini peserta didik dapat saling berbagi ide dengan sesama anggota kelompok dan membayangkan bentuk nyata dari solusi tersebut. Contohnya, bagaimana bentuk dari produk atau sistem tersebut, bagaimana bentuk dan ukurannya, dan bagaimana cara membuat alat/produk tersebut.

3. *Plan* (perencanaan produk)

Selanjutnya kita dapat menuangkan rancangan produk dalam bentuk sketsa lengkap dengan label, ukuran, serta daftar bahan-bahan yang diperlukan. Semakin detail rancangan produk yang dibuat, maka akan semakin baik.

4. *Create and Improve* (membuat dan menguji coba produk)

Selanjutnya, wujudkanlah Gambar sketsa yang sudah dibuat dan jangan lupa untuk melakukan uji coba sesuai dengan kriteria dan batasan. Bila belum berhasil, atau belum memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka cobalah berpikir bagaimana cara untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk tersebut (Cunningham, 2007).

### C. Keterampilan Proses Sains

#### 1. Pengertian Keterampilan proses sains

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan suatu refleksi dari metode berpikir yang digunakan oleh ilmuan untuk membangun pengetahuan dalam rangka menyelesaikan suatu permasalahan. Keterampilan proses sains berdasarkan tingkat perkembangan kognitif peserta didik dapat diklasifikasikan dalam dua tingkatan yaitu keterampilan proses dasar dan terintegrasi (Brotherton, 1995).

Keterampilan proses sains dasar meliputi berbagai keterampilan berpikir yang umumnya dikembangkan pada siswa tingkat sekolah dasar. Jenis keterampilan proses sains dasar antara lain mengobservasi, mengelompokkan, mengukur, menggunakan bilangan, memprediksi dan mengkomunikasikan. Keterampilan proses sains terintegrasi adalah keterampilan yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan melalui metode ilmiah. Keterampilan proses sains terintegrasi berupa perpaduan antara berbagai keterampilan komponen keterampilan proses sains dasar sehingga membentuk suatu keterampilan yang lebih kompleks. Jenis keterampilan proses sains terintegrasi antara lain merumuskan hipotesis, mengendalikan suatu variabel, mendefinisikan secara operasional, melakukan percobaan, serta menyimpulkan data (Funk, 1979).

Keterampilan proses sains adalah sebuah keterampilan baik fisik maupun mental terkait kemampuan yang mendasar yang dikuasai,

dimiliki, dan diterapkan dalam suatu kegiatan ilmiah sehingga para ilmuwan mampu menemukan suatu yang baru (Semiawan, 1992 ).

Keterampilan proses sains merupakan kemampuan peserta didik dalam melakukan metode ilmiah untuk memahami, mengembangkan sains serta menemukan ilmu pengetahuan (Maradona, 2013). Keterampilan proses sains merupakan kemampuan peserta didik dalam menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan sains serta menemukan ilmu pengetahuan (Lestari, 2018). Keterampilan proses sains sangat penting untuk peserta didik sebagai bekal untuk melakukan metode ilmiah dalam mengembangkan sains untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang dimiliki (Afrizon, 2012).

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan berpikir peserta didik dengan menggunakan metode ilmiah sehingga peserta didik mampu untuk menemukan konsep atau pengetahuan. Metode ilmiah, pola pikir ilmiah dan berpikir kritis merupakan istilah dari keterampilan ini (Wijyaningputri, 2018). Keterampilan proses sains memungkinkan peserta didik untuk menggapai informasi baru dengan informasi yang lama. Peserta didik secara bertahap membangun fakta-fakta kecil dan menghasilkan sebuah pemahaman yang lebih besar dari konsep. keterampilan proses sains merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses belajar, aktivitas dan kreativitas peserta

didik dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Mulyasa, 2005).

Keterampilan proses sains dapat juga diartikan sebagai kemampuan atau kecakapan untuk melaksanakan suatu Tindakan dalam belajar sains sehingga menghasilkan konsep teori, prinsip, maupun hukum atau bukti. Mengajarkan keterampilan proses sains pada peserta didik artinya memberikan kesempatan kepada mereka untuk melakukan sesuatu bukan hanya membicarakan sesuatu tentang sains.

## 2. Tujuan Keterampilan Proses Sains

Adapun menurut Nurhasanah (2015), tujuan keterampilan proses sains itu terdiri dari:

- a. Meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar peserta didik karena dengan melatih keterampilan proses sains peserta didik dapat dipacu untuk berpartisipasi secara aktif dan efisien dalam belajar.
- b. Menuntaskan hasil belajar peserta didik secara serentak, baik keterampilan produk, proses, maupun keterampilan kinerja.
- c. Menentukan dan membangun sendiri konsepsi serta dapat mendefinisikan secara benar untuk mencegah terjadinya miskonsepsi.
- d. Untuk memperdalam konsep pengertian, dan fakta yang dipelajarinya karena dengan melatih keterampilan proses, peserta didik sendiri yang berusaha mencari dan menemukan konsep tersebut.
- e. Mengembangkan pengetahuan teori dan konsep dengan kenyataan dalam kehidupan masyarakat.



### 3. Komponen Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains memiliki komponen yang terdiri dari sejumlah keterampilan satu sama lain yang tidak dapat dipisahkan. Namun, terdapat penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan proses tersebut. Sugiharto (2011) menyebutkan bahwa keterampilan proses dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu *the basic process skills* dan *integrated process skills* yang terdiri dari *observing, inferring, measure, communicating, and classifying, predicting*. Kemudian keterampilan proses sains dalam *integrated process skills* adalah *controlling variable, defining operationally, formulating hypotheses, interpreting data, experimenting and formulating models*. Keterampilan proses tersebut harus sangat dimiliki dan dilatihkan kepada peserta didik dalam proses pembelajaran berlangsung.

Menurut Jack (2013) faktor yang mempengaruhi rendahnya keterampilan proses sains sebagai berikut:

- a. Minimnya prasarana laboratorium.
- b. Buku satu-satunya pedoman dalam pembelajaran.
- c. Administrasi sekolah belum menginisiasi pembelajaran kontekstual dan hanya menekankan penguasaan tekstual.
- d. Kegiatan pembelajaran yang belum mengeksplorasi keterampilan proses sains.

#### 4. Indikator Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains peserta didik terdiri atas dua keterampilan yaitu keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar terdiri dari kemampuan mengukur, mengobservasi, mengkomunikasikan, menyimpulkan, mengklasifikasi dan memprediksi. Adapun keterampilan terintegrasi terdiri dari kemampuan mengidentifikasi variabel, membuat Tabel data, menganalisa penelitian, menyusun hipotesis, merumuskan masalah, mendefinisikan variabel, merancang penelitian serta melaksanakan eksperimen (Funk, 1985). keterampilan proses terdiri atas tujuh keterampilan yaitu *observing, hypothesizing, predicting, investigasting, interpreting findings, and drawing conclusions communicating* (Herlen, 1992).

Menurut Rustaman (2017) indikator keterampilan proses sains seperti pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Indikator Keterampilan Proses Sains**

<b>Keterampilan proses sains</b>	<b>Indikator</b>
Mengamati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan sebanyak mungkin indera.</li> <li>2. Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan.</li> </ol>
Mengelompokkan/klasifikasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah.</li> <li>2. Mencari perbedaan, persamaan.</li> <li>3. Mengontraskan ciri-ciri</li> <li>4. Membandingkan.</li> <li>5. Mencari dasar pengelompokkan atau penggolongan.</li> <li>6. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.</li> </ol>

Menafsirkan/interpretasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan hasil-hasil pengamatan.</li> <li>2. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.</li> <li>3. Menyimpulkan.</li> </ol>
Meramalkan/prediksi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan.</li> <li>2. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.</li> </ol>
Mengajukan pertanyaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bertanya apa, bagaimana dan mengapa.</li> <li>2. Bertanya untuk meminta penjelasan.</li> <li>3. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.</li> </ol>
Berhipotesis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian.</li> <li>2. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.</li> </ol>
Merencanakan percobaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan.</li> <li>2. Menentukan variabel/faktor tertentu.</li> <li>3. Menentukan apa yang akan diukur, diamati dan dicatat.</li> <li>4. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.</li> </ol>
Menggunakan alat/bahan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memakai alat/bahan.</li> <li>2. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.</li> <li>3. Mengetahui bagaimana menggunakan alat/bahan.</li> </ol>
Menerapkan konsep	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.</li> <li>2. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.</li> </ol>
Berkomunikasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengubah bentuk penyajian.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Memberikan/mengGambarkan data empirik hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik, Tabel atau diagram.</li> <li>3. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis.</li> <li>4. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.</li> <li>5. Membaca grafik, Tabel atau diagram.</li> <li>6. Mendiskusikan hasil kegiatan, suatu masalah atau suatu peristiwa.</li> </ol>
--	---

(Sumber; Rustaman, 2017)

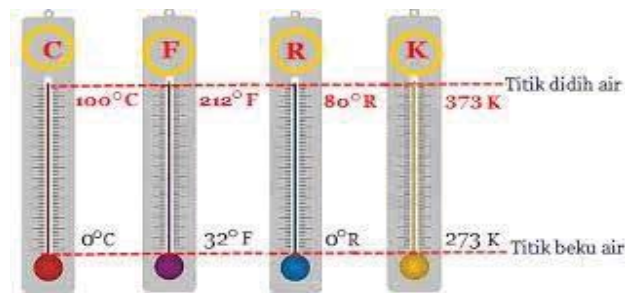
#### **D. Suhu dan Pemuain**

##### **1. Suhu**

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur suhu dengan valid (Suhardi, 2009).

Pada abad 17 terdapat 30 jenis skala yang membuat para ilmuwan kebingungan. Hal ini memberikan inspirasi kepada seorang ilmuwan bernama Anders Celcius (1701-1744) sehingga pada tahun 1742 ia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai petunjuk untuk pengukuran suhu. Skala ini kemudian diberikan nama yaitu skala Celcius sesuai dengan nama penemunya. Jika suatu benda didinginkan secara terus menerus maka suhu benda tersebut akan semakin dingin dan partikel pada benda akan berhenti bergerak sehingga kondisi ini disebut

dengan kondisi nol mutlak. Hal tersebut tidak bisa dijawab oleh skala celcius sehingga Lord Kelvin (1842-1907) menawarkan skala baru yang kemudia diberi nama Kelvin. Skala kelvin mencapai titik beku pada 273 K dan mencapai tidik didih pada 373 K sehingga nol mutlak sama dengan 0 K atau -273 K. Selain skala kelvin dan celcius ada juga skala Fahrenheit dan Reamur dimana tidik beku fahrenheit yaitu  $32^{\circ}$  F dan mendidih pada suhu  $212^{\circ}$  F sedangkan skala reamur membeku pada  $0^{\circ}$  R dan membeku pada suhu  $80^{\circ}$  R (Nurahmadani, 2010).



**Gambar 2. 1 Konversi Termometer (Suparno, 2009)**

Termometer memiliki beberapa jenis sebagai berikut:

- a. Termometer Raksa dan Termomenter Alkohol



**Gambar 2. 2 Termometer Raksa (Suparno, 2009)**

Kedua jenis termometer ini memanfaatkan sifat perubahan volume raksa dan alkohol ketika terjadi perubahan suhu. Raksa dan alkohol ketika terjadi perubahan suhu. Raksa dan alkohol sangat mudah memuai ketika suhu naik dan mudah menyusut ketika suhu turun. Termometer ini umumnya terdiri dari sebuah pipa kecil yang diisi dengan air raksa atau alkohol berwarna (alkohol diberi warna agar dapat dengan mudah dilihat). Di ujung bawah pipa dipasang sebuah logam kecil yang bertindak sebagai perantara antara benda yang hendak diukur panasnya dengan cairan dalam pipa. Ketika logam ini didekatkan pada benda yang akan diukur suhunya, panas akan mengalir ke cairan dalam pipa dan akan menyebabkan cairan memuai (jika suhu lebih rendah dari suhu cairan, cairan akan menyusut). Dengan mengukur besarnya pemuaian dan penyusutan cairan itu, kita dapat menentukan suhu benda itu relatif terhadap suhu acuan.

b. Termometer hambatan



**Gambar 2. 3 Termometer Hambatan (Kanginan, 2002)**

Termometer ini didasarkan pada sifat listrik dari suatu logam. Kita akan pelajari dalam bab listrik bahwa hambatan listrik akan berubah ketika suhu dinaikkan. Logam yang sering dipakai adalah platina karena mampu menahan suhu yang tinggi.

c. Termometer gas



**Gambar 2. 4 Termometer gas (Suparno, 2009)**

Telah dipelajari bahwa gas pada volume tetap, tekanannya akan bertambah ketika suhu dinaikkan. Dengan mengamati perubahan tekanan gas, kita dapat mengamati perubahan suhu suatu gas.

d. Pyrometer



**Gambar 2. 5 Pyrometer (Suparno, 2009)**

Pyrometer merupakan alat pengukur untuk suhu yang sangat tinggi sekali. Alat ini digunakan dengan mengukur banyaknya radiasi panas yang dipancarkan oleh suatu benda yang panas sekali (misalnya dapur api) yang suhunya hendak kita ukur. Kita tidak dapat menggunakan thermometer biasa karena pada suhu tinggi logam-logam pada thermometer biasa akan melebur.

e. Termometer bimetal



**Gambar 2. 6 Termometer bimetal (Kanginan, 2002)**

Termometer ini dibuat berdasarkan pemuaian zat padat ketika suhunya dinaikkan. Thermometer ini terdiri dari dua logam yang disatukan pada sisinya dan digulung seperti sebuah spiral. Kedua logam yang digunakan mempunyai sifat yang berbeda. Logam yang satu lebih mudah memuai dibandingkan dengan logam yang lain (Surya, 2009).

2. Pemuaian

Pemuaian adalah bertambah besarnya ukuran suhu benda karena kenaikan suhu yang terjadi pada benda tersebut. Dengan adanya kenaikan suhu, gerakan molekul-molekul semakin besar. Setiap zat memiliki kemampuan memuai yang berbeda-beda. *Essentially all solids expand in*



*volume when their temperature is raised* (Halliday, 1981). Sebagian besar zat memuai ketika dipanaskan dan menyusut bila didinginkan, besarnya besar zat memuai ketika dipanaskan dan menyusut bila didinginkan, besarnya pemuaian dan penyusutan bervariasi bergantung pada materi itu sendiri (Giancoli, 2001).

Adapun karakteristik muai setiap jenis zat adalah sebagai berikut:

a. Pemuaian benda

Hampir semua zat memuai kalau dipanaskan, kecuali bismut dan air yang menyusut ketika dipanaskan. Pemuaian berbagai jenis zat padat dapat diselidiki dengan alat musschenbroek. Pertambahan panjang batang logam disebut muai panjang. Berdasarkan percobaan dengan menggunakan alat Musschenbroek didapatkan bahwa muai panjang:

- 1) Sebanding dengan kenaikan suhu.
- 2) Sebanding dengan panjang batang semula.
- 3) Bergantung pada jenis logam.

b. Koefisien Muai Panjang

Koefisien muai panjang adalah bilangan yang menyatakan pertambahan panjang suatu batang logam tiap satuan panjang zat bila suhunya bertambah 1°C. Koefisien muai panjang ( $\alpha$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$$

(Giancoli, 2001)

Keterangan :

$\Delta l$  = Selisih panjang batang (cm)

$\Delta t$  = Panjang batang mula-mula (cm)

$l_0$  = Panjang batang mula-mula (cm)

Oleh karena selisih panjang batang  $\Delta l = l - l_0$  dan selisih suhu  $\Delta t = t - t_0$ , maka persamaan di atas menjadi:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0(t - t_0)}$$

(Giancoli, 2001)

Keterangan :

$l$  = Panjang batang akhir (cm)

$l_0$  = panjang batang mula-mula (cm)

$t$  = Suhu Akhir ( $^{\circ}C$ )

$t_0$  = Suhu mula-mula ( $^{\circ}C$ )

Satuan  $\Delta l$  merupakan satuan panjang dan satuan  $l_0$  merupakan panjang X satuan suhu. Berarti, satuan koefisien muai panjang adalah:

$$\frac{\text{Satuan Panjang}}{\text{Satuan Panjang} \times \text{Satuan Suhu}} = \frac{1}{\text{Satuan Suhu}} \text{ atau } \frac{1}{^{\circ}C}$$

Panjang batang logam setelah dipanaskan adalah

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

(Giancoli, 2001)

Koefisien muai panjang zat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Koefisien Muai Panjang zat padat**

Jenis Logam	Koefisien Muai Panjang (.../°C)
Alumunium	0,000025
Tembaga	0,0000167
Besi	0,000012
Baja	0,000011
Platina	0,0000089
Kaca	0,000009
Kaca <i>pyrex</i>	0,000003
Kuningan	0,000019
Seng	0,000026

(Sumber ; Wijaya, 2014)

c. Pemuaian benda cair

Zat cair tidak mengalami muai panjang karena betuknya tidak tetap. Zat cair umumnya mengalami pertambahan volume. Pertambahan volume zat cair dapat diselidiki dengan dilatometer, yaitu sebuah labu kaca yang mempunyai pipa kecil dilengkapi skala.

## d. Pemuaiian gas

Semua gas memuai jika dipanaskan. Akan tetapi, gas tidak mengalami muai panjang. Gas hanya mengalami muai volume karena bentuk dan volumenya mudah berubah. Pemuaiian gas jauh lebih besar dari pada pemuaiian benda padat dan cair. Koefisien muai gas adalah bilangan yang menunjukkan pertambahan volume gas untuk setiap satuan volume jika suhunya bertambah 1 °C pada tekanan tetap. Misalkan koefisien muai gas disebut  $\gamma$ , volume gas akhir adalah:

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta t)$$

$V_0$  = Volume gas mula-mula dan

$\Delta t$  = Suhu gas

Gay-Lussac mendapatkan bahwa semua gas mempunyai koefisien muai yang sama yaitu  $\frac{1}{273}$ . Oleh karena itu, rumus pemuaiian gas dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_t = V_0 \left( 1 + \frac{\Delta t}{273} \right)$$

(Kanginan, 2002)

Keterangan:

$V$  = Volume gas akhir (cm<sup>3</sup>)

$V_0$  = Volume gas mula mula (cm<sup>3</sup>)

$t$  = Suhu (°C)

Koefisien tekanan gas adalah bilangan yang menunjukkan pertambahan tekanan gas untuk setiap satuan tekanan jika suhunya bertambah 1 °C pada volume tetap. Misalkan koefisien tekanan gas kita sebut  $\beta$ , tekanan gas akhir adalah:

$$P = P_0(1 + \beta\Delta t)$$

Keterangan:

$P_0$  = Tekanan gas mula-mula

$\Delta t$  = Selisih suhu gas

Gay-Lussac juga menemukan jika semua gas mempunyai koefisien tekanan yang sama, yaitu  $\frac{1}{273}$ . Maka dari itu, rumus tekanan akhir dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = P_0 \left( 1 + \frac{\Delta t}{273} \right)$$

$t$  = Suhu gas

Koefisien muai volume (ruang) adalah bilangan yang menyatakan perubahan volume zat untuk setiap satuan volume bila suhunya bertambah 1 °C. Koefisien muai ruang ( $\gamma$ ) dirumuskan sebagai:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta t} = \frac{V - V_0}{V_0(t - t_0)}$$

Satuan  $V_t - V_0$  merupakan satuan volume, sedangkan satuan  $V_0\Delta t$  merupakan satuan volume X satuan suhu. Jadi, satuan koefisien muai ruang adalah:

$$\frac{\text{Satuan Volume}}{\text{Satuan Volume} \times \text{Satuan Suhu}} = \frac{1}{\text{Satuan Suhu}} \text{ atau } \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

Seperti pada pemuaian panjang, persamaan untuk pemuaian ruang dapat ditulis sebagai berikut:

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta t)$$

(Kanginan, 2002)

Keterangan :

$V$  = Volume akhir ( $\text{cm}^3$ )

$V_0$  = Volume awal ( $\text{cm}^3$ )

$\gamma$  = Koefisien muai volume ( $/^\circ\text{C}$ )

$\Delta t$  = Selisih suhu ( $^\circ\text{C}$ )

## E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian (Arikunto, 2012). Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat peningkatan keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan pendekatan STEAM pada materi suhu dan pemuaian di SMP Negeri 21 Pontianak.