

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Model Pembelajaran *Cooperative Learning* tipe GI (*Group Investigation*)

1. Pengertian pembelajaran berbasis masalah

Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning/PBL*) adalah pendekatan pembelajaran di mana siswa belajar melalui penyelesaian masalah nyata atau situasi yang kompleks. Dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa aktif terlibat dalam proses belajar yang melibatkan pemecahan masalah, kerja tim, refleksi, dan aplikasi pengetahuan dalam konteks yang bermakna. Model menggunakan pendekatan pembelajaran siswa dengan masalah autentik sehingga siswa menyusun pengetahuannya sendiri, menumbuhkembangkan keterampilan yang tinggi dan *inquiry*, mandiri dan meningkatkan kepercayaan diri (Abbas, 2000).

Model pembelajaran berbasis masalah meliputi pengajuan pertanyaan atau masalah, keterkaitan antar disiplin, penyelidikan autentik, kerja sama dan menghasilkan karya serta peragaannya. Pembelajaran berbasis masalah tidak dirancang untuk membantu guru memberikan informasi sebanyak-banyaknya pada siswa (H. Saputra, 2020). Dalam pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran dimulai dengan memperkenalkan siswa pada sebuah masalah atau situasi kompleks yang memiliki relevansi dengan konteks nyata atau kehidupan sehari-hari. Masalah tersebut mendorong siswa untuk mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan-pertanyaan, mencari informasi yang relevan, menerapkan pengetahuan yang ada, dan mengembangkan solusi atau strategi penyelesaian.

Pembelajaran berbasis masalah adalah alat yang ampuh untuk memberikan otonomi akademik dan menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dimana mereka seharusnya berada, meskipun proses pembelajaran berbasis masalah bersifat terbuka dan diarahkan oleh minat siswa. pembelajaran berbasis masalah adalah pendekatan pedagogis yang memungkinkan siswa untuk belajar sambil terlibat secara aktif dengan masalah yang bermakna. Siswa diberi kesempatan untuk memecahkan masalah dalam suasana kolaboratif, menciptakan model mental untuk belajar dan membentuk kebiasaan belajar mandiri melalui praktik dan refleksi.

Filosofi yang mendasari pembelajaran berbasis masalah adalah bahwa pembelajaran dapat dianggap sebagai kegiatan konstruktif yang diarahkan secara mandiri, kolaboratif, dan kontekstual. Dalam pembelajaran berbasis masalah menggunakan prinsip konstruktivisme yaitu memposisikan siswa sebagai pencari pengetahuan aktif dan pencipta yang mengorganisir pengalaman baru yang relevan ke dalam representasi mental pribadi dengan bantuan pengetahuan sebelumnya. Peserta didik terlibat dalam pembelajaran teman sebaya melalui diskusi kelompok kecil. pembelajaran berbasis masalah merupakan strategi pedagogis menarik bagi pendidik dengan menawarkan kerangka kerja instruksional yang mendukung pembelajaran aktif dan berkelompok dengan didasarkan pada keyakinan bahwa pembelajaran yang efektif adalah ketika siswa membangun dan mengkonstruksi ide melalui interaksi sosial dan pembelajaran mandiri. Dalam proses pembelajarannya dibagi menjadi beberapa fase, diantaranya fase analisis masalah, pembelajaran mandiri, dan fase pelaporan. Pendidik dalam proses pembelajaran pembelajaran berbasis masalah yaitu bertindak sebagai fasilitator pemandu untuk membantu siswa belajar terutama dalam analisis masalah dan fasilitas jalur inkuiri siswa saat memahami ide-ide melalui diskusi dan berbagi (Yew & Goh, 2016).

a. Sintak pembelajaran berbasis masalah

Pada proses pembelajaran dalam pembelajaran berbasis masalah melibatkan lima sintak pembelajaran, berikut peneliti menjelaskan proses pembelajaran pembelajaran berbasis masalah yang mengacu pada Mangione & Harmon (2022), yaitu :

1) *Discovery* (tahap penemuan) mengorientasi siswa pada masalah

Tahap *Discovery* merupakan suatu kesempatan siswa untuk melakukan keterampilan observasi untuk mengidentifikasi situasi atau masalah yang dimana mereka dapat menemukan solusi dan memberikan dampak perubahan. Pengamatan yang terkumpul akan menjadi titik bagi siswa untuk melakukan indentifikasi isu-isu yang memerlukan intervensi. Contoh pembelajaran berbasis masalah kegiatan yang dilakukan yaitu guru mengarahkan peserta didik untuk mengamati artikel terkait isu krisis energi di Indonesia dan peserta didik mengamati serta menjawab pertanyaan yang diberikan guru dalam GEW (*Geothermal Energy Web*).

2) *Ideation* (ide) mengorganisasi siswa untuk meneliti/belajar

Tahap ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertukar pikiran tentang solusi yang mungkin untuk masalah yang diidentifikasi selama tahap *Discovery*. Tahap ini tidak dibatasi, ide-ide akan muncul baik nyata maupun yang dirasakan. Setelah data solusi telah didapatkan, pada tahap ini mendorong siswa untuk mengidentifikasi kesamaan dan mengklasifikasikan solusi berdasarkan kemudahan implementasi dan lainnya. Setelah ide-ide disusun, siswa dapat melanjutkan ke tahap dimana mengidentifikasikan solusi yang paling masuk akal dan layak untuk masalah tersebut. Contoh pembelajaran berbasis masalah kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik dibagi menjadi 6 kelompok dan guru mengarahkan peserta didik untuk merumuskan hipotesis dari permasalahan yang tersedia dan peserta didik merumuskan hipotesis.

3) *Investigasi* (membantu investigasi mandiri dan berkelompok)

Tahap investigasi mengharuskan siswa untuk mempelajari apa yang telah dilakukan oleh orang lain serta apa yang mungkin dapat dilakukan dikelas. Pada tahap ini melihat penelitian dan pengumpulan data. Data dapat dikumpulkan melalui survei, observasi, atau wawancara. Contoh pembelajaran berbasis masalah kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik melakukan diskusi kelompok dan mencari informasi untuk memecahkan permasalahan dan guru membimbing setiap proses pembelajaran.

4) *Interpretasi* (mengembangkan dan menyajikan hasil karya)

Tahap ini hasil data yang telah didapat dipresentasikan di depan kelas. Pada tahap ini juga menyediakan ruang dan waktu untuk sesi tanya jawab, guru meminta siswa untuk mempertimbangkan pertanyaan-pertanyaan. Ketika siswa bergelut dengan pertanyaan-pertanyaan, pola dalam data dan gambaran yang lebih besar akan muncul. Tahap ini merupakan momen penting dalam proses pembelajaran untuk mendorong siswa membandingkan pembelajaran mereka dengan penelitian para ahli. Contoh pembelajaran berbasis masalah kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik membuat laporan informasi yang diperoleh dan mempresentasikannya di depan kelas.

5) *Learning as a conversation* (belajar dalam percakapan) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Learning as a Conversation merupakan sebuah tahap penting dalam pembelajaran pembelajaran berbasis masalah yang mengharuskan para siswa mencapai rumusan tentang solusi untuk masalah yang mereka identifikasi pada tahap pertama. Menggunakan ide yang paling layak atau bermanfaat dari tahap *Ideation* untuk memandu tahap *Investigation*. Selama tahap *Interpretasi*, siswa berbagi data, temuan, dan pemahaman mereka. Pada tahap terakhir ini siswa harus membuat orang lain menyadari masalah, memberikan solusi, dan menindaklanjuti solusi tersebut. Contoh pembelajaran berbasis masalah kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi hasil dari diskusi pembelajaran serta menjawab pertanyaan dari teman sekelas.

b. Prinsip reaksi

Prinsip reaksi menggambarkan bagaimana seharusnya guru memandang, memperlakukan dan merespon peserta didik ketika kegiatan belajar mengajar berlangsung. Prinsip reaksi pada model pembelajaran berbasis masalah memposisikan guru sebagai fasilitator bagi peserta didik melaksanakan aktivitas pemecahan masalah. Peserta didik dirangsang dengan pertanyaan menantang sehingga peserta didik menjawab secara kolaboratif (Prastyani, 2022 : 46)

c. Sistem sosial

Sistem sosial yang terdapat pada model pembelajaran berbasis masalah ini adalah kerja sama. Artinya peserta didik dapat saling membantu menemukan pemecahan suatu masalah yang diberikan oleh guru mengenai materi yang diajarkan, selain itu karena dalam suatu kelompok terdiri dari beberapa peserta didik maka dalam menyelesaikan suatu masalah peserta didik harus bersikap saling menghargai pendapat dari masing-masing individu (Prastyani, 2022 : 45-46)

d. Sistem pendukung

Sistem pendukung yang diperlukan atau dibutuhkan dalam pembelajaran berbasis masalah adalah situasi dan kondisi kelas, kenyamanan serta fasilitas yang ada dikelas. Guru dalam proses pembelajaran ini juga harus mempersiapkan bahan ajar dan materi yang lengkap agar siswa dapat memahami materi benar dan jelas.

Pertanyaan-pertanyaan yang disiapkan sebelum pembelajaran berlangsung untuk memancing peserta didik aktif dalam proses pembelajaran (Prastyani, 2022 : 46)

e. Dampak intruksional dan dampak pengiring

Salah satu dampak instruksional adalah keberhasilan proses pembelajaran dimana peserta didik merasa dan guru mampu untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Model pembelajaran berbasis masalah meliputi pemahaman, pengetahuan, keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan komunikasi ini merupakan dampak langsung dari pembelajaran. Dampak pengiring dari model berbasis masalah meliputi peluang peserta didik memperoleh pengetahuan, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan untuk memperoleh pengetahuan yang relevan, membangun pengetahuannya sendiri, menumbuhkan motivasi dalam belajar, meningkatkan keterampilan peserta didik dalam berpikir, meningkatkan komunikasi dan bekerja sama dalam kelompoknya. Semua dampak pengiring ini diharapkan menjadi sikap peserta didik ketika menemukan masalah dalam konteks kehidupan sehari-hari (Prastyani, 2022 : 46).

f. Kelebihan dan kekurangan pembelajaran berbasis masalah

Kelebihan pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21 dalam berkolaborasi, komunikasi, pemikiran kritis, dan pemecahan masalah. Penerapan pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis masalah tersebut membuat peserta didik lebih aktif berpartisipasi dalam kegiatan penyelidikan dan diskusi pada proses kegiatan pembelajaran. Dari kelebihan yang telah dipaparkan ada kekurangan dari model pembelajaran berbasis masalah, yaitu seringkali siswa menemukan kesulitan dalam menentukan permasalahan yang sesuai dengan tingkat berpikir siswa, selain itu juga model berbasis masalah memerlukan waktu yang relatif lebih lama dari pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) serta tidak jarang siswa menghadapi kesulitan dalam belajar karena dalam proses pembelajarannya membutuhkan kemampuan guru yang mampu mendorong kerja siswa dalam kelompok secara efektif. Peserta didik yang kurang minat dalam belajar merasa kesulitan dalam memecahkan masalah yang dihadapinya akan membuat peserta kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran.

2. Pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*)

a. Pengertian *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*)

Model pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) merupakan salah satu model pembelajaran kooperatif. *Cooperative Learning* merupakan model pembelajaran yang menekankan peserta didik bekerja sama dalam kelompok kecil untuk mencapai tujuan pembelajaran. Didasarkan pada prinsip kolaborasi, interaksi sosial dan tanggung jawab bersamadalm menyelesaikan materi pembelajaran. Model pembelajaran *group investigation* merupakan salah satu model *cooperative learning*. Peserta didik dibentuk ke dalam beberapa kelompok kecil dengan tujuan melibatkan aktivitas peserta didik dalam melakukan investigasi terhadap suatu permasalahan yang telah ditentukan dengan cara bekerja sama kelompok tersebut.

b. Sintak *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*)

Langkah atau sintak untuk pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) terdapat dalam enam tahapan (Prastyani, 2022) , yaitu :

1) Pengelompokkan

Pada tahap ini peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok. Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu siswa dibagi menjadi 6 kelompok dalam kelas dan duduk sesuai kelompok.

2) Perencanaan

Pada tahap pembelajaran ini guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu guru mengarahkan peserta didik untuk mengamati artikel terkait isu krisis energi di Indonesia dan peserta didik mengamati serta menjawab pertanyaan yang diberikan guru dalam GEW (*Geothermal Energy Web*).

3) Penyelidikan

Pada tahap pembelajaran ini berfungsi untuk membuktikan terkait pernyataan yang ada sehingga peserta didik mengumpulkan berbagai informasi yang sesuai, membaca sumber belajar, mengamati objek terkait masalah, wawancara dengan

narasumber, serta melakukan uji coba mandiri. Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu guru mengarahkan peserta didik untuk merumuskan hipotesis dari permasalahan yang tersedia dan peserta didik merumuskan hipotesis.

4) Pengorganisasian

Pada tahap pembelajaran ini merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah didapatkan. Informasi yang didapatkan diolah pada tingkat kepercayaan tertentu. Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik melakukan diskusi kelompok dan mencari informasi untuk memecahkan permasalahan dan guru membimbing setiap proses pembelajaran.

5) Mempresentasikan

Pada tahap pembelajaran ini merupakan kegiatan yang membuktikan benar atau tidaknya pernyataan yang sudah ada sebelumnya dan menampilkan di depan kelas. Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik membuat laporan informasi yang diperoleh dan mempresentasikannya di depan kelas.

6) Pengevaluasian

Pada tahapan ini merupakan menarik kesimpulan yang dimana proses tersebut menarik kesimpulan yang akan dijadikan prinsip umum dengan memperhatikan hasil verifikasi (Marisya & Sukma, 2020). Contoh pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi hasil dari diskusi pembelajaran serta menjawab pertanyaan dari teman sekelas.

c. Prinsip reaksi

Prinsip reaksi menggambarkan bagaimana seharusnya guru memandang, memperlakukan dan merespon peserta didik ketika kegiatan belajar mengajar berlangsung. Prinsip reaksi pada model pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) memposisikan guru sebagai fasilitator bagi peserta didik untuk melaksanakan aktivitas pemecahan masalah.

d. Sistem sosial

Sistem sosial yang terdapat pada model pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) ini adalah menghargai pendapat teman ketika sedang berdiskusi. Artinya peserta didik dapat saling membantu menemukan pemecahan suatu masalah yang diberikan oleh guru mengenai materi yang diajarkan, selain itu karena dalam suatu kelompok terdiri dari beberapa peserta didik maka dalam menyelesaikan suatu masalah peserta didik harus bersikap saling menghargai pendapat dari masing-masing individu.

e. Sistem pendukung

Sistem pendukung yang diperlukan atau dibutuhkan dalam pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) adalah situasi dan kondisi kelas, kenyamanan serta fasilitas yang ada dikelas. Guru dalam proses pembelajaran ini juga harus mempersiapkan bahan ajar dan materi yang lengkap agar siswa dapat memahami materi dengan benar dan jelas. Pertanyaan-pertanyaan yang disiapkan sebelum pembelajaran berlangsung untuk memancing peserta didik aktif dalam proses pembelajaran.

f. Dampak intruksional dan dampak pengiring

Salah satu dampak instruksional adalah keberhasilan proses pembelajaran dimana peserta didik merasa dan guru mampu untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Dampak pengiring dari model *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) meliputi peluang peserta didik memperoleh pengetahuan, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan untuk memperoleh pengetahuan yang relevan, membangun pengetahuannya sendiri, menumbuhkan motivasi dalam belajar, meningkatkan keterampilan peserta didik dalam berpikir, meningkatkan komunikasi dan bekerja sama dalam kelompoknya. Semua dampak pengiring ini diharapkan menjadi sikap peserta didik ketika menemukan masalah dalam konteks kehidupan sehari-hari.

g. Kelebihan dan kekurangan *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*)

Kelebihan dalam menggunakan model pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) diantaranya adalah Peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Aktivitas pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group*

investigation) lebih bermakna dan memperoleh keterampilan investigasi. Reflektif yang dapat di generalisasikan dan diterapkan dalam konteks lain. Peserta didik dapat mempelajari keterampilan dan strategi baru. Metode ini mendorong kemandirian peserta didik dalam belajar. Menggunakan model *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) mampu membuat peserta didik untuk mengingat konsep dan data atau informasi yang telah ditemukan. Model pembelajaran ini dapat membantu peserta didik memperbaiki dan meningkatkan keterampilan dan hasil proses kognitif (Prastyani, 2022). Kekurangan pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) antara lain yaitu memakan waktu lebih lama, ketergantungan pada anggota kelompok, sulit mengelola kelas, siswa pasif bisa kurang terlibat, ada kesenjangan kemampuan antar siswa dan penilaian individu sulit dilakukan (Prastyani, 2022).

B. Google Sites

Google sites merupakan alat yang digunakan untuk membuat situs web khusus yang dapat diakses dan digunakan secara gratis (Suryana et al., 2023 : 85). Penggunaan yang mudah terutama bagi pemula yang belum memahami pemrograman karena semua proses pembuatan halaman dapat dilakukan melalui proses *wizard* yang sederhana (Kurniawan & Sanjaya, 2010). Pembuatan *website* dilakukan dengan proses registrasi dengan menggunakan akun *google*. *Google sites* dapat digunakan untuk membuat media pembelajaran yang mendukung dan berisi materi pembelajaran yang lengkap dengan gambar, video, animasi, grafik, simulasi, dan lainnya (Susanti et al., 2023 : 10556). Kelebihan dari *google sites* yaitu kemudahannya dalam mengakses informasi dengan cepat karena dapat menambah file-file yang dilampirkan dan informasi *google* lainnya, seperti *google docs*, *sheets*, *slides*, *awesome* dan lainnya (Maryani et al., 2022 : 2137)

C. GEW (Geothermal Energy Web)

Media pembelajaran merujuk pada segala bentuk alat atau bahan yang digunakan untuk memfasilitasi dan meningkatkan proses pembelajaran. Media ini berperan sebagai perantara dalam menyampaikan informasi, menggambarkan konsep, dan memfasilitasi pemahaman siswa. Media pembelajaran dapat berupa objek fisik, materi cetak, audiovisual, atau digital yang digunakan dalam proses

pengajaran. Media pembelajaran menjadi alat bantu yang memiliki urgensi bagi pendidikan terutama dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, kemampuan dan keterampilan. Sebagaimana Tujuan media pembelajaran itu sendiri adalah untuk mempermudah proses pembelajaran, pembawa informasi, perangsang proses pembelajaran dan meningkatkan efisiensi dalam proses pembelajaran (Luh & Ekayani, 2021).

Penggunaan media pembelajaran memiliki beberapa tujuan, yaitu Meningkatkan daya tarik pembelajaran. Media pembelajaran dapat membantu menciptakan suasana belajar yang menarik dan menyenangkan. Penggunaan media yang menarik, seperti gambar, video, atau animasi, dapat memotivasi siswa untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Membantu pemahaman konsep, media pembelajaran membantu menggambarkan konsep atau informasi yang kompleks dengan cara yang lebih visual dan mudah dipahami. Dengan penggunaan visualisasi, siswa dapat dengan lebih jelas melihat dan memahami konsep yang diajarkan. Meningkatkan interaksi dan partisipasi, media pembelajaran dapat mendorong interaksi antara siswa dan materi pembelajaran, serta antara siswa satu sama lain. Misalnya, media berbasis teknologi dapat digunakan untuk mengaktifkan diskusi, kolaborasi, dan kerja kelompok. Memfasilitasi pemecahan masalah, media pembelajaran dapat digunakan untuk menyajikan masalah atau skenario tertentu yang memerlukan pemecahan. Hal ini membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis.

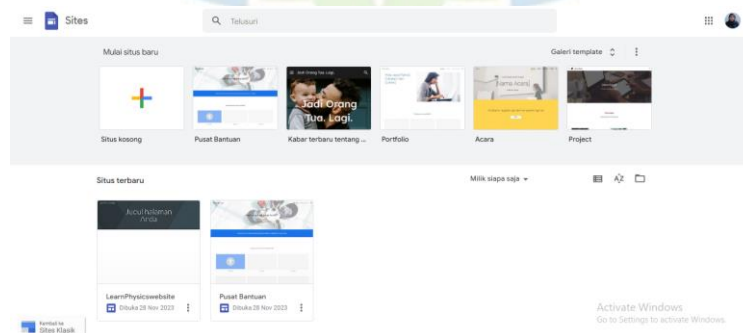
Beberapa contoh media pembelajaran meliputi: papan tulis, poster, slide presentasi, gambar, grafik, video, animasi, audio, permainan edukatif, simulasi komputer, aplikasi pembelajaran berbasis digital, dan masih banyak lagi. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dan bervariasi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan memfasilitasi pemahaman siswa secara lebih baik. Penting bagi pendidik untuk memilih media pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, dan materi yang diajarkan.

Media pembelajaran berbasis GEW (*Geothermal Energy Web*) merujuk pada penggunaan teknologi *website* dan internet sebagai alat untuk menyampaikan

informasi dan memfasilitasi pembelajaran. Dalam media pembelajaran berbasis GEW (*Geothermal Energy Web*), konten pembelajaran disajikan dalam bentuk digital dan diakses melalui browser *website* (Hollander, 2015).

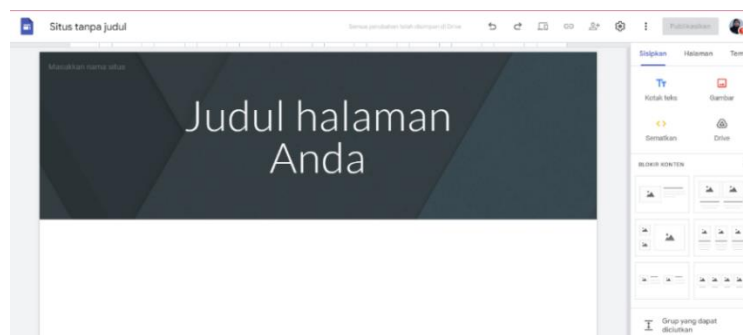
Pembuatan media pembelajaran GEW (*Geothermal Energy Web*) dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat *flowchart*, yaitu diagram yang menyatakan aliran proses dengan menggunakan anotasi bidang-bidang geometri untuk merepresentasikan langkah-langkah kegiatan beserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah
2. Menyiapkan komponen-komponen yang akan digunakan dalam media pembelajaran *website* seperti materi energi geotermal, gambar, contoh soal, video, dan kuis.
3. Membuat *website* menggunakan *Google Sites* pada link: <https://sites.google.com/> selanjutnya login menggunakan e-mail seperti gambar 2.1



Gambar 2.1 Halaman *Google Sites*

4. Klik "*Blank*" untuk memulai membuat *website* baru selanjutnya muncul tampilan seperti gambar 2.2



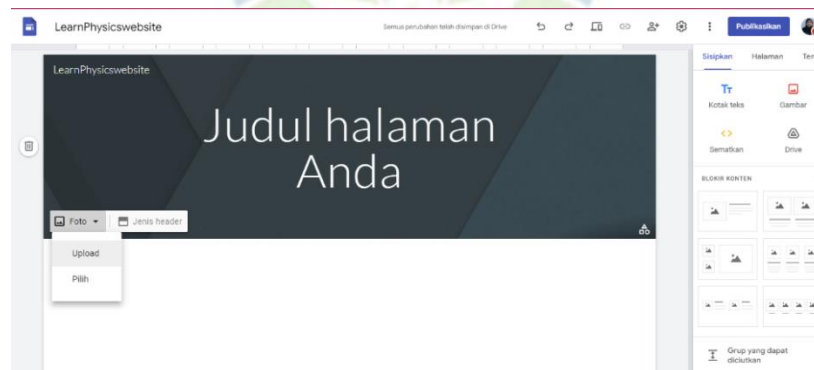
Gambar 2. 2 Halaman *Website* Baru

5. Memberi nama *website* yang akan dibuat pada bagian “*Untitled site*” dengan nama “*GEW (Geothermal Energy Web)*” seperti gambar 2.3



Gambar 2. 3 Halaman *Website* Baru untuk Mengubah Nama

6. Klik “*Change image*” untuk mengubah tampilan awal website sesuai dengan desain yang sudah dibuat seperti gambar 2.4



Gambar 2. 4 Halaman Edit Desain

7. Membuat halaman “*Home*” untuk mengetahui proses yang akan dilalui seperti gambar 2.5



Gambar 2. 5 Halaman *Home*

8. Membuat halaman capaian pembelajaran untuk mengetahui capaian belajar yang dituju seperti gambar 2.6



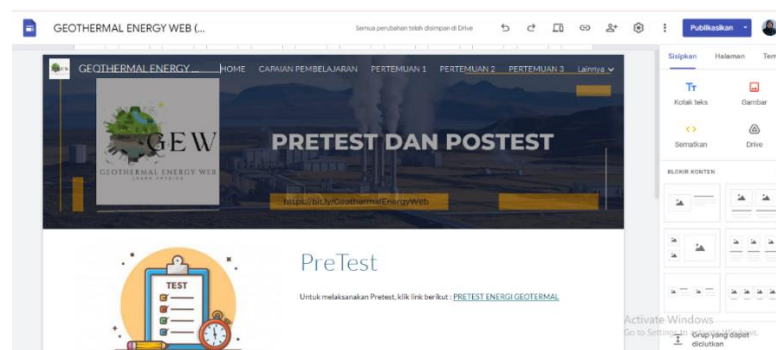
Gambar 2. 6 Halaman Capaian Pembelajaran

9. Membuat halaman pertemuan 1-3 yang memuat link google formulir untuk mengupload hasil lembar kerja peserta didik seperti gambar 2.7



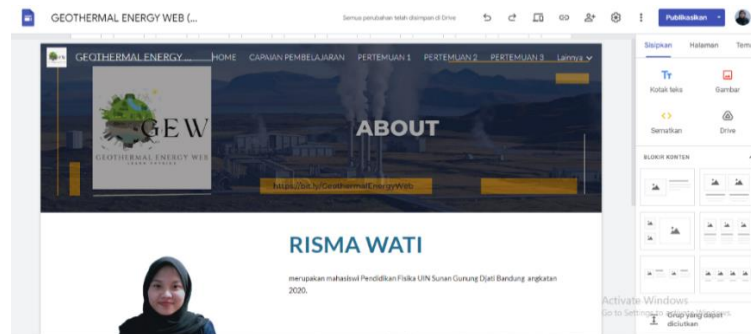
Gambar 2. 7 Halaman Pertemuan 1-3

10. Membuat halaman untuk melaksanakan tes yang memuat link google formulir untuk *Pretest* dan *Posttest* seperti gambar 2.8



Gambar 2. 8 Halaman *Pretest* dan *Posttest*

11. Membuat halaman "About" untuk identitas peneliti seperti gambar 2.9



Gambar 2. 9 Halaman *About*

12. Setelah semua telah selesai di edit selanjutnya mengklik publikasi untuk halaman web dapat di akses oleh peserta didik

Kelebihan *website* sebagai media pembelajaran yaitu sebagai berikut:

1. GEW (*Geothermal Energy Web*) membantu pembuatan koneksi yang memungkinkan peserta didik masuk dan menjelajahi lingkungan belajar yang baru, mengatasi hambatan jarak jauh dan waktu. Hal ini memungkinkan pembelajaran bisa diakses dengan jangkauan yang lebih luas atau bisa diakses dimana saja dan tanpa terkendala waktu atau bisa diakses kapan saja.
2. GEW (*Geothermal Energy Web*) memfasilitasi pembelajaran bersama dengan memungkinkan peserta didik untuk bergabung atau menciptakan komunitas belajar yang memperpanjang kegiatan belajar secara lebih baik di luar kelas baik secara individu maupun kelompok. Situasi ini dapat membuat pembelajaran lebih konstruktif, kolaboratif, serta terjadi dialog baik antar guru dengan peserta didik maupun antar peserta didik satu sama lain.
3. Membangun suasana belajar baru dengan belajar secara online, peserta didik menemukan lingkungan yang menunjang pembelajaran dengan menawarkan suasana baru sehingga peserta didik lebih antusias dalam belajar.
4. Meningkatkan kesempatan belajar lebih GEW (*Geothermal Energy Web*) meningkatkan kesempatan untuk belajar bagi peserta didik dengan menawarkan pengalaman virtual dan alat-alat yang menghemat waktu mereka, sehingga memungkinkan mereka belajar lebih lanjut.
5. Mengakomodasi berbagai gaya belajar *e-learning* dapat menghadirkan pembelajaran dengan berbagai modalitas belajar (*multisensory*) baik audio, visual maupun kinestetik

Kekurangan website sebagai media pembelajaran yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan GEW (*Geothermal Energy Web*) sebagai pembelajaran jarak jauh, membuat peserta didik dan guru terpisah secara fisik, demikian juga antara peserta didik satu dengan lainnya. Keterpisahan secara fisik ini bisa mengurangi atau bahkan meniadakan interaksi secara langsung antara pengajar dan peserta didik. Kondisi itu bisa mengakibatkan guru dan peserta didik kurang dekat sehingga bisa mengganggu keberhasilan proses pembelajaran. Kurangnya interaksi ini juga dikhawatirkan bisa menghambat pembentukan sikap, nilai (value), moral, atau sosial dalam proses pembelajaran sehingga tidak dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Teknologi merupakan bagian penting dari pendidikan, namun jika lebih terfokus pada aspek teknologinya dan bukan pada aspek pendidikannya maka ada kecenderungan lebih memperhatikan aspek teknis atau aspek bisnis/komersial dan mengabaikan aspek pendidikan untuk mengubah kemampuan akademik, perilaku, sikap, sosial atau keterampilan peserta didik.
3. Proses pembelajaran melalui website menggunakan layanan internet yang menuntut peserta didik untuk belajar mandiri tanpa menggantungkan diri pada guru. Jika peserta didik tidak mampu belajar mandiri dan motivasi belajarnya rendah, maka ia akan sulit mencapai tujuan pembelajaran.
4. Kelemahan secara teknis tidak peserta didik dapat memanfaatkan fasilitas internet karena tidak tersedia komputer yang terhubung dengan internet. Belum semua lembaga pendidikan bisa menyediakan fasilitas listrik dan infrastruktur yang mendukung pembelajaran dengan GEW (*Geothermal Energy Web*)

D. Literasi Energi

Literasi energi mengacu pada pemahaman dan pengetahuan individu tentang energi, termasuk sumber energi, penggunaan energi, efisiensi energi, dan dampak energi terhadap lingkungan dan masyarakat. Literasi energi penting untuk membantu individu membuat keputusan yang cerdas dan bertanggung jawab terkait penggunaan energi dan keberlanjutan. Beberapa aspek tercakup literasi energi:

1. Sumber energi

Memahami berbagai sumber energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk energi fosil (seperti minyak, gas alam, dan batu bara), energi terbarukan (seperti matahari, angin, air, dan biomassa), dan energi nuklir.

a. Penggunaan energi

Mengetahui bagaimana energi digunakan dalam berbagai sektor seperti transportasi, industri, rumah tangga, dan komersial. Memahami pola konsumsi energi dan dampaknya terhadap lingkungan dan perubahan iklim.

b. Efisiensi energi

Memahami pentingnya penggunaan energi yang efisien, termasuk penggunaan teknologi dan praktik yang mengurangi pemborosan energi. Mengetahui cara mengukur dan memantau konsumsi energi mengadopsi kebiasaan hemat energi.

c. Energi terbarukan

Memahami dan mengapresiasi pentingnya penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, seperti energi matahari, angin, air, dan biomassa. Mengetahui teknologi terkait energi terbarukan dan manfaatnya bagi keberlanjutan lingkungan.

d. Dampak lingkungan

Mengetahui dampak penggunaan energi terhadap lingkungan, termasuk emisi gas rumah kaca, polusi udara, dan kerusakan ekosistem. Memahami upaya mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif energi terhadap lingkungan.

e. Kesadaran publik

Memahami peran individu dalam penggunaan energi yang bertanggung jawab, dan bagaimana pengetahuan dan tindakan individu dapat berkontribusi pada transisi menuju masyarakat yang berkelanjutan secara energi.

Dengan literasi energi, individu dapat membuat keputusan yang cerdas tentang penggunaan energi, menerapkan tindakan yang efisien, mendukung pengembangan energi terbarukan, serta berpartisipasi dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan. Pendidikan dan kesadaran akan literasi energi membantu membangun masyarakat yang lebih sadar energi dan berkelanjutan (Prakoso, 2022).

2. Pengertian literasi energi

Pada penelitian ini membahas mengenai definisi literasi energi dengan indikatornya yang diambil dari DeWaters dan Powers (2013).

a. Definisi literasi energi

Literasi Energi dalam arti luas tidak hanya mencakup pengetahuan dan sikap atau nilai terhadap energi tetapi juga mencakup tindakan dan perilaku (J. DeWaters & Powers, 2013). Upaya untuk mengukur dan mendorong literasi energi perlu menggunakan pendekatan yang sama luasnya dengan menekankan pengetahuan mengenai kandungan energi tradisional, ilmiah, teknis dan isu-isu energi yang dikemas dalam konteks masyarakat.

Literasi energi mencakup pengetahuan luas serta karakteristik afektif dan perilaku. Literasi energi merupakan sebuah solusi yang berpotensi besar untuk menyelesaikan krisis energi nasional. Memberdayakan masyarakat untuk membuat pilihan terkait energi yang tepat dan menerima perubahan dalam cara memanfaatkan dan mengonsumsi energi (J. E. DeWaters & Powers, 2011). Individu yang melek energi adalah seseorang yang memiliki dasar pengetahuan konseptual yang baik serta pemahaman menyeluruh tentang bagaimana energi digunakan dalam kehidupan sehari-hari, memahami dampak produksi dan konsumsi energi terhadap semua bidang lingkungan dan masyarakat. Ketergantungan pada sumber bahan bakar fosil yang kaya energi telah menciptakan fondasi masyarakat modern.

b. Domain literasi energi

Dalam literasi energi didefinisikan tiga domain yakni:

- 1) Kognitif (pengetahuan)
- 2) Afektif (sikap)
- 3) Behavior (perilaku)

c. *Framework* dan indikator literasi energi

Framework dari DeWaters dan Powers (2008) disesuaikan untuk pertanyaan yang akan diujikan, adapun kisi-kisi tes literasi energi dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Indikator Literasi Energi

Aspek	Indikator Literasi Energi	Contoh Soal dan Pernyataan
Kognitif	Memahami konsep energi yang mengarah pada pengetahuan ilmiah	<p>Geotermal diperoleh dari beberapa aktivitas di dalam bumi yang terjadi sejak planet bumi diciptakan. Di bawah ini manakah yang <i>bukan</i> merupakan salah satu fenomena untuk menghasilkan sumber geotermal?</p> <ol style="list-style-type: none"> Pengaruh medan magnet bumi sehingga menghasilkan efek elektromagnetik. Panas yang berasal dari logam-logam berat karena tenggelam ke dalam pusat bumi. Akibat peluruhan radioaktif yang terjadi di bawah permukaan bumi. Energi yang dihasilkan oleh pergerakan tektonik di dalam bumi. Suhu tinggi yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil di dalam tanah.
	Memahami pengetahuan tentang isu-isu yang berkaitan dengan sumber energi	<p>Energi geotermal dianggap sebagai sumber energi ramah lingkungan sebagai pengganti dari energi fosil. Mengapa energi geotermal disebut energi ramah lingkungan?</p> <ol style="list-style-type: none"> Energi panas bumi tidak berasal dari alam dan tidak diperbarui secara terus menerus Energi panas bumi tidak menyumbang emisi karbon dioksida ke udara Energi panas bumi hanya mengeluarkan sedikit gas rumah kaca ke atmosfer Energi panas bumi memerlukan waktu yang lama untuk bisa dimanfaatkan kembali Energi panas bumi merupakan energi yang baru ditemukan oleh para peneliti
	Memahami dampak penggunaan energi bagi lingkungan dan sosial	<p>Pemanfaatan sumber energi panas bumi sebagai penghasil listrik terus dikembangkan. Bagaimana dampak lingkungan yang mungkin terjadi akibat pengeboran energi panas bumi?</p> <ol style="list-style-type: none"> Penurunan suhu udara sekitar Penurunan tingkat polusi udara Peningkatan risiko gempa bumi Peningkatan keberlanjutan lingkungan Meningkatnya ketersediaan air tanah
Afektif	Mampu menunjukkan sikap kepedulian terhadap	<p>Materi energi baru terbarukan khususnya sumber energi <i>geothermal</i> penting dipelajari disekolah</p> <p>SS = Sangat Setuju CS = Cukup Setuju TS = Tidak Setuju</p>

Aspek	Indikator Literasi Energi	Contoh Soal dan Pernyataan
	masalah energi global	CTS = Cukup Tidak Setuju STS = Sangat Tidak Setuju
	Mampu menunjukkan sikap dan nilai positif mengenai permasalahan energi	Mempelajari tentang potensi energi <i>geothermal</i> dapat memberikan wawasan baru dan pemahaman yang lebih tentang sumber energi ini SS = Sangat Setuju CS = Cukup Setuju TS = Tidak Setuju CTS = Cukup Tidak Setuju STS = Sangat Tidak Setuju
	Mampu menunjukkan keyakinan kemampuan dalam berkontribusi menyelesaikan masalah energi	Lembar kegiatan peserta didik (LKPD) membantu memahami prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) lebih baik SS = Sangat Setuju CS = Cukup Setuju TS = Tidak Setuju CTS = Cukup Tidak Setuju STS = Sangat Tidak Setuju
Behavior	Mampu menunjukkan perilaku kebiasaan hemat energi	Saya membeli alat elektronik yang hemat daya SL = Selalu S = Sering KK = Kadang-kadang J = Jarang TP = Tidak pernah
	Mampu mengambil keputusan dengan mempertimbangkan isu-isu energi	Saya selalu mencari informasi baru tentang potensi energi <i>geothermal</i> dan bagaimana pemanfaatannya dapat mengatasi krisis energi SL = Selalu S = Sering KK = Kadang-kadang J = Jarang TP = Tidak pernah
	Mampu mengajak orang lain turut menggunakan energi secara bijak	Saya mengajak teman, keluarga, atau rekan kerja untuk menggunakan energi bijak dan efisien SL = Selalu S = Sering KK = Kadang-kadang J = Jarang TP = Tidak pernah

Literasi energi merupakan konsep yang mencakup literasi sains, teknologi, dan lingkungan. Literasi energi adalah pemahaman tentang sifat dan peran energi di dunia dan dalam kehidupan serta penggunaannya untuk mengingimaskan energi.

Pengembangan kriteria literasi energi menggunakan taksonomi pendidikan dalam domain psikologi kognitif, afektif dan behavior.

d. Mengintegrasikan dalam pembelajaran

Dalam pembelajaran literasi energi merupakan upaya untuk menanamkan kebajikan kepada peserta didik agar dapat mengembangkan karakter melalui pendidikan karakter. Implementasi dalam pembelajaran dapat menggunakan berbagai strategi secara komprehensif di dalam dan di luar kelas atau di dalam dan di luar lingkungan sekolah yang elibatkan berbagai pihak seperti orangtua dan masyarakat (Rohmatulloh et al., 2022). Sekolah dapat memanfaatkan pengalaman siswa di luar sekolah dengan baik melalui perkembangan moral mereka dan kemudian memperkuat karakter positif yang telah dikembangkan siswa dirumah. Siswa menjadi pusat dalam kegiatan belajar dan mengajar sehingga guru dapat menggali pengalaman dan kerjasama siswa. Program literasi energi pada dasarnya bersifat berkesinambungan yang melibatkan penciptaan berbagai kegiatan literasi energi disekolah, rumah dan masyarakat. Literasi energi peserta didik diukur dengan tes pilihan ganda, kuesioner sikap dan kuesioner perilaku.

E. Keterkaitan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan GEW terhadap Literasi Energi

Gambaran umum mengenai penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan GEW (*Geothermal Energy Web*) untuk meningkatkan literasi energi peserta didik SMA dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Keterkaitan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan GEW (*Geothermal Energy Web*) terhadap Literasi Energi

Tahap	Sintak Berbasis Masalah	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Literasi Energi
1	Orientasi siswa terhadap masalah	Mengarahkan peserta didik untuk mengamati video terkait energi <i>geothermal</i> , sebagai energi masa depan yang terdapat di dalam GEW (<i>Geothermal Energy Web</i>)	Mengamati video yang terdapat dalam GEW (<i>geothermal energy web</i>)	Afektif Behavior
2	Mengorganisasi siswa untuk belajar	Membagi peserta didik menjadi 6 kelompok dan membimbing peserta didik	Duduk bersama kelompok	Kognitif Afektif Behavior

Tahap	Sintak Berbasis Masalah	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Literasi Energi
		dalam menggunakan GEW (<i>geothermal energy web</i>) untuk membantu menemukan penyelesaian dari permasalahan terkait sumber energi geotermal sebagai energi baru terbarukan. Mengarahkan peserta didik untuk merumuskan hipotesis dari permasalahan energi	yang telah dibagi, menyelesaikan permasalahan yang terdapat dalam GEW (<i>geothermal energy web</i>)	
3	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi kelompok dengan mengumpulkan berbagai informasi dalam memecahkan permasalahan terkait isu krisis energi.	Menyelidiki dan mengumpulkan informasi untuk memecahkan masalah	Kognitif Afektif Behavior
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil	Membimbing peserta didik untuk membuat laporan yang diperoleh dari hasil studi literatur dan diskusi kelompok.	Membuat laporan hasil studi literatur	Afektif Behavior
5	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Mengarahkan peserta didik untuk menganalisis dan mengevaluasi hasil diskusi.	Menganalisis dan mengevaluasi hasil diskusi	Kognitif Afektif Behavior

F. Keterkaitan Model Pembelajaran *Cooperative Learning* tipe GI (*Group Investigation*) dengan GEW terhadap Literasi Energi

Gambaran umum mengenai penerapan model pembelajaran *cooperative learning* tipe GI (*group investigation*) berbantuan GEW (*Geothermal Energy Web*) untuk meningkatkan literasi energi peserta didik SMA dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Keterkaitan Model Pembelajaran *Cooperative Learning* tipe GI (*Group Investigation*) dengan GEW (*Geothermal Energy Web*) terhadap Literasi Energi

Tahap	Sintak <i>Group Investigation</i>	Aktivitas Laku Guru	Aktivitas Peserta Didik	Literasi Energi
1	Pengelompokan	Membagi peserta didik menjadi 6. Mengarahkan peserta didik untuk mengamati video terkait energi <i>geothermal</i> , sebagai energi masa depan yang terdapat di dalam GEW (<i>Geothermal Energy Web</i>)	Duduk bersama kelompok mengamati video dalam GEW (<i>geothermal energy web</i>)	Afektif Behavior
2	Perencanaan	Membimbing peserta didik dalam menggunakan GEW (<i>geothermal energy web</i>) untuk membantu menemukan penyelesaian dari permasalahan terkait sumber energi <i>geothermal</i> sebagai energi baru terbarukan.	Menyelesaikan permasalahan yang terdapat dalam GEW (<i>geothermal energy web</i>)	Kognitif Afektif Behavior
3	Penyelidikan	Membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi kelompok dengan mengumpulkan berbagai informasi dalam memecahkan permasalahan terkait isu krisis energi.	Menyelidiki dan mengumpulkan informasi untuk memecahkan masalah	Kognitif Afektif Behavior
4,5	Pengorganisasian dan mempresentasikan	Membimbing peserta didik untuk membuat laporan yang diperoleh dari hasil studi literatur diskusi kelompok.	Membuat laporan hasil	Afektif Behavior
6	Pengevaluasian	Mengarahkan peserta didik untuk menganalisis dan mengevaluasi hasil diskusi.	menganalisis mengevaluasi hasil diskusi	Kognitif Afektif Behavior

G. Sumber Energi Geothermal

1. Pengertian energi geothermal



Gambar 2. 10 Pengembangan Energi Geothermal di Darajat (Pacific, 2023)

Energi geotermal merujuk pada energi yang dihasilkan dari panas bumi tersimpan di dalam kerak bumi yang bersifat *renewable* (dapat diperbaharui) (Permana et al., 2017 : 38). Menurut pasal 1 UU No. 21 tahun 2024 tentang panas bumi, panas bumi adalah sumber energi panas yang berada di dalam air panas, uap air dan batuan mineral dan gas lainnya yang semuanya secara genetik tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan memerlukan proses penambangan untuk memanfaatkannya. Energi ini berasal dari lapisan bawah permukaan yang bersumber dari panas di dalam bumi, seperti magma, sumber air panas, dan batuan yang mengandung panas. Energi geotermal dapat diekstraksi dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk pembangkitan listrik dan pemanasan. Sumber-sumber Panas Bumi yang digunakan dalam energi geotermal yaitu:

- a. Sumber panas bumi yang berasal dari inti bumi yang sangat panas dan menyebabkan magma dan aktivitas vulkanik.
- b. Sumber air panas yang ditemukan di reservoir air yang terpapar panas dari kerak bumi yang dalam.

Pembangkitan Listrik merupakan salah satu contoh aplikasi utama energi geotermal. Proses ini melibatkan penggunaan uap atau air panas bumi untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin dan menggerakkan generator listrik. Energi panas bumi dapat menghasilkan listrik secara berkelanjutan tanpa emisi gas rumah kaca. Pemanasan dan Pendinginan merupakan Energi geotermal juga dapat digunakan untuk pemanasan dan pendinginan bangunan. Dalam sistem pemanasan geotermal, panas bumi digunakan untuk memanaskan air atau udara yang digunakan dalam sistem pemanas ruangan. Sedangkan dalam sistem pendinginan geotermal, panas bumi digunakan untuk menghilangkan panas dari bangunan pada musim panas.

Energi panas bumi diperoleh dari aktivitas tektonik di dalam bumi yang terjadi sejak planet bumi diciptakan. Selain itu sumber panas bumi dapat dihasilkan dari beberapa fenomena, seperti:

- a. Pengaruh medan magnet bumi sehingga menghasilkan efek elektromagnetik
- b. Panas yang berasal dari logam-logam berat karena tenggelam kedalam pusat bumi

- c. Akibat peluruhan radioaktif yang terjadi di bawah permukaan bumi (Wijanto et al., 2018 : 59)

Sumber energi geotermal dikategorikan sebagai energi ramah lingkungan dibandingkan dengan gas dan minyak bumi, dianggap sebagai sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan karena berasal dari sumber yang terbarukan secara alami di dalam bumi dan dianggap masih dalam batas kewajaran yang berlaku (Mei & Sulistyono, 2019 : 53). Energi Geotermal dapat terus dimanfaatkan karena merupakan sumber energi terbarukan dengan proses pembentukan terus-menerus selama kondisi lingkungan dapat terjaga keseimbangannya. Penggunaannya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca secara langsung dan tidak tergantung pada pasokan bahan bakar fosil. Lokasi Potensial Energi geotermal dapat dimanfaatkan di berbagai lokasi di seluruh dunia, terutama di daerah dengan aktivitas geotermal yang tinggi, seperti cincin api Pasifik dan wilayah vulkanik lainnya. Namun, tidak semua wilayah memiliki akses yang mudah dan ekonomis untuk memanfaatkan energi geotermal. Energi geotermal merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan dapat berperan dalam diversifikasi portofolio energi, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan keberlanjutan energi. Namun, pemanfaatan energi geotermal juga memiliki beberapa tantangan teknis dan ekonomis yang perlu diatasi untuk mencapai potensinya yang penuh (Sauni et al., 2022).

Sistem panas bumi dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan tingginya temperature, yaitu :

- a. Sistem panas bumi temperature rendah, yaitu sistem pada temperature fluida di reservoir lebih kecil dari 125°C
- b. Sistem panas bumi temperature sedang, yaitu sistem pada temperature fluida di reservoir antara dari 125°C sampai 225°C
- c. Sistem panas bumi temperature tinggi, yaitu sistem pada temperature fluida di reservoir diatas 225°C

2. Pemanfaatan energi geotermal

Energi geotermal sebagian besar dimanfaatkan untuk sumber energi pembangkit listrik. Penggunaan sumber energi geotermal sebagai pembangkit listrik

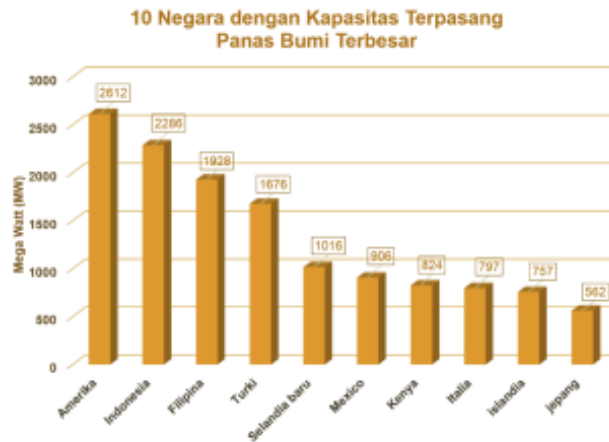
pertama kali dikembangkan pada awal abad ke-20. Pada tahun 1904 pembangkit listrik tenaga panas bumi pertama dibangun di Larderello, Italia. Beroperasi mulai tahun 1913 dengan menghasilkan listrik sebesar 250 kW. Pembangkit listrik tersebut masih beroperasi sampai saat ini dengan memenuhi 1,6% kebutuhan listrik Italia atau setara dengan 545 MW (Sukandarrumidi et al., 2018).

Penggunaan energi geotermal juga bisa diaplikasikan secara langsung, bisa dari mata air atau reservoir yang letaknya dekat dengan permukaan bumi. Misalnya untuk pemanas ruangan, air panas yang terletak di dekat permukaan bumi disalurkan ke gedung-gedung atau rumah untuk pemanas. Pengaplikasian ini masih banyak digunakan di Reykjavik, Islandia. Selain itu bisa juga digunakan untuk pengering tanaman dan kayu, persiapan makan, nudidaya, proses industri, dan lain-lain. Berdasarkan sejarah Romawi kuno, Cina, dan penduduk asli Amerika menggunakan mata air panas untuk mandi

3. Potensi sumber energi geotermal di Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan antara tiga lempeng besar yaitu Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Oleh karena itu, 27 Indonesia memiliki tatanan tektonik yang kompleks. Subduksi antara lempeng benua dan samudera menghasilkan suatu proses peleburan magma yang berperan dalam pembentukan jalur gunung api yang dikenal sebagai *Ring of Fire*. Kondisi ini lah yang menjadikan Indonesia sebagai negara yang kaya akan sumber energi panas bumi. Tercatat Indonesia memiliki 200 gunung berapi dan 100 lapangan panas bumi (U & Dewata, 2020). Potensi besarnya energi geotermal suatu wilayah di dukung oleh faktor utama berupa kedalaman suatu tanah di wilayah tersebut. Hal tersebut tersebar di 8 pulau Indonesia, yang paling besar dimiliki oleh pulau Sumatera sekitar 23114.5 MW.

Potensi energi panas bumi Indonesia sangat melimpah dan mejadi salah satu negara dengan potensi terbesar. Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik 2.11



Gambar 2. 11 Grafik Negara Panas Bumi Terbesar (REN21, 2022)

4. Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah suatu teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan tenaga panas bumi menjadi tenaga listrik. Prinsip kerja PLTP pada dasarnya serupa dengan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Perbedaannya hanya terdapat pada proses pemanasan air di dalam pembangkit tersebut. PLTP pemanasan air memanfaatkan sumber panas bumi yang ada di dalam perut bumi sehingga menghasilkan uap. Sedangkan pada PLTU uap dibuat dipermukaan menggunakan boiler yang dipanaskan dengan batubara atau gas alam sebagai bahan bakarnya. Pada dasarnya prinsip kerja dari PLTP tidak terlepas dari konsep fisika dalam setiap prosesnya yaitu konsep konversi energi dari energi panas diubah menjadi energi kinetik kemudian diubah kembali menjadi energi kimia dan menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja PLTP dijabarkan sebagai berikut:

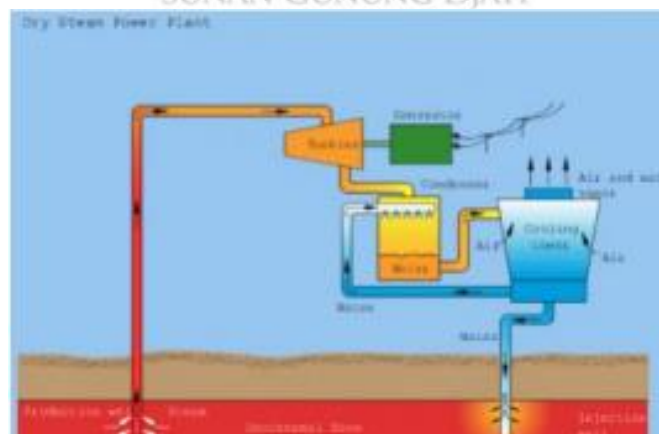
- a. Zat cair panas bumi dialirkan ke permukaan melalui sumur produksi (*Production Well*), kemudian mengalir melalui jaringan pipa menuju *Steam Separator*.
- b. Setelah sampai di *Steam Separator* air panas dan uap panas dipisahkan.
- c. Air panas (brine) diinjeksikan kembali ke dalam reservoir bumi melalui sumur injeksi (*Injection Well*) untuk kemudian dipanaskan kembali oleh magma.
- d. Uap panas dari *separator* dialirkan ke pembangkit listrik melalui sistem jaringan pipa besar.

- e. Uap panas melalui proses pemurnian terakhir untuk menghilangkan semua kotoran di *Scrubber*.
- f. Uap panas dialirkan ke turbin, tenaga dan energi uap panas inilah yang digunakan untuk memutar bilah-bilah turbin.
- g. Kemudian turbin memutar poros yang dihubungkan ke pembangkit listrik. Muatan listrik dihasilkan dari putaran magnet di dalam generator.
- h. Selanjutnya muatan listrik dialirkan melalui kabel tembaga menuju trafo di luar pembangkit. Tegangan akan dinaikan di dalam trafo sebelum dialirkan ke jaringan transmisi PLN yang kemudian disalurkan ke rumah dan industri.

Ketiga teknologi ini pada dasarnya digunakan dalam kondisi yang berbeda-beda. Ketiga teknologi tersebut yaitu:

- a. Teknologi uap kering (*dry steam*)

Pembangkit listrik dengan sistem uap kering merupakan jenis pembangkit listrik tenaga panas bumi yang pertama kali dibangun. Sistem ini menggunakan uap dari reservoir panas bumi karena berasal dari sumur dan mengalirkannya langsung melalui generator untuk menghasilkan listrik. Contoh pembangkit uap kering yang beroperasi adalah di Geiser. *Geiser* adalah sejenis mata air panas yang menyembur secara periodik, mengeluarkan air panas dan uap air ke udara. Nama geiser berasal dari kata Geysir di Haukadalur, Islandia. Kata itu kemudian menjadi kata kerja bahasa Islandia *gjósa*, "menyembur" seperti gambar 2.12

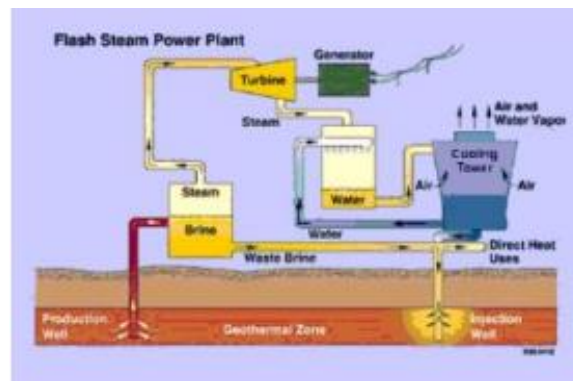


Gambar 2. 12 Skema Pembangkit Listrik Uap Kering

Sumber : <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/energi-panas-bumi/item268?>

b. Teknologi uap cepat (*flash steam*)

Pembangkit listrik jenis ini menggunakan air hidrotermal bersuhu 200°C. cairan ini disiramkan ke tangka yang letaknya lebih rendah kemudian cairan tersebut akan berubah fase menjadi uap secara cepat. Uap yang dihasilkan akan menggerakkan turbin yang selanjutnya menggerakkan generator. Teknologi ini merupakan yang paling banyak diterapkan seperti gambar 2.13

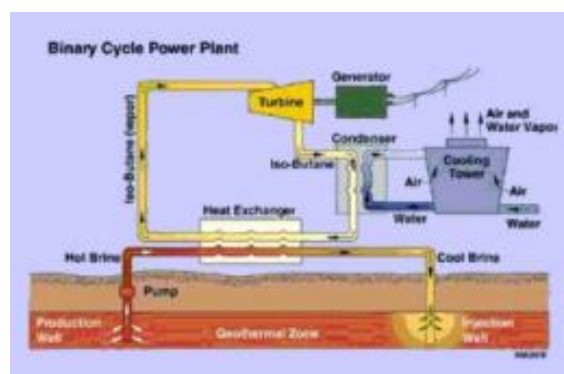


Gambar 2. 13 Skema Pembangkit Listrik *Flash Steam*

Sumber : <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/energi-panas-bumi/item268?>

c. Teknologi siklus binary (*binary cycle*)

Pembangkit listrik dengan teknologi ini menggunakan cairan hidrotermal bersuhu sedang, di bawah 200°C. Air panas dan cairan berbeda dengan titik didid jauh lebih rendah akan dialirkan ke dalam pengubah panas. Panas dari cairan panasbumi menyebabkan cairan pendamping akan berubah dengan cepat menjadi uap yang kemudian dapat menggerakkan turbin seperti gambar 2.14



Gambar 2. 14 Skema Pembangkit Listrik Siklus *Binary*

Sumber : <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/energi-panas-bumi/item268?>

5. Dampak penggunaan energi geotermal

a. Biaya awal yang dibutuhkan sangat tinggi

Biaya pengeboran sumur ke waduk atau lokasi panas bumi biayanya sangatlah mahal. Selain itu juga kita masih harus mengeluarkan biaya untuk heating dan sistem pendingin, sehingga untuk bisa balik modal negara harus menanggung beban biaya yang besar pula dan memakan waktu yang lama agar pemerintah mendapatkan Return on Investment (ROI), belum lagi biaya maintenancenya yang juga mahal.

b. Dapat mengeluarkan gas berbahaya

Di bawah permukaan bumi, ada banyak sekali gas rumah kaca (greenhouse gasses). Dengan memanfaatkan panas bumi ini, nantinya ditakutkan dapat memicu terjadinya migrasi gas-gas rumah kaca ke permukaan bumi dan akhirnya mencemari udara sekitar kita. Emisi jenis ini sangat berbahaya karena PLTP akan terkait dengan emisi silika dan sulfur dioksida. Selain itu, pada penampung (reservoir) panas bumi juga mungkin akan mengandung logam berat beracun seperti arsenic, boron dan merkuri.

c. Pompa panas bumi harus dapat beroperasi dengan bantuan listrik

Meskipun energi panas bumi adalah energi alternatif yang murah untuk digunakan pada pemanas dan pendingin rumah, pompa panas bumi membutuhkan listrik agar dapat beroperasi. Jika kita memasang pompa panas bumi secara tidak efisien, mungkin kita sebagai customer akan mendapatkan tagihan listrik yang mahal juga nantinya.

d. Daerah sekitar eksplorasi panas bumi dimungkinkan mengalami kekeringan

Panas bumi yang berasal dari reservoir bumi dapat keluar ke permukaan bumi dan menyebabkan kekeringan. Masa-masa kekeringan dapat berlangsung berpuluh-puluh tahun lamanya, itulah mengapa kita harus memanfaatkan energi panas dengan hati-hati dan tidak menyalahgunakan atau menggunakannya secara berlebihan.

e. Dapat menyebabkan permukaan bumi tidak stabil (pemicu gempa bumi)

Konstruksi dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas ini memiliki potensi menjadi pemicu permukaan bumi menjadi tidak stabil dan gempa bumi. Karena konstruksi

PLTPB konvensional melibatkan pengeboran batu yang mengandung air dan uap yang terperangkap didalam pori-pori bumi dan pematihan secara alami. Patahan yang diakibatkan oleh pengeboran ini mengakibatkan uap keluar dari hasil pengeboran. Sebetulnya proses pengeboran ini tidak akan memicu gempa, tetapi pecahnya uap dan kembalinya air yang digunakan untuk pengeboran ke dalam reservoir air panas bumi, hal tersebut dapat menyebabkan gempa bumi.

f. Membutuhkan temperatur suhu yang sangat tinggi

Usaha PLTP bukanlah sesuatu yang mudah dikerjakan, pengeboran pada batu-batu merupakan aktivitas yang berbahaya. Suhu yang dibutuhkan untuk setiap proses pengumpulan energi panas bumi paling tidak sebesar 350 derajat Fahrenheit. Temperatur dibawah itu, maka tidak akan menghasilkan panas bumi.

g. Dampak pada distribusi biaya yang ikutan mahal

Dalam beberapa kondisi, lokasi PLTP terletak jauh dari populasi manusia. Oleh karena itu, hal ini membutuhkan sistem jaringan distribusi yang sangat luas dan menyeluruh. Hal tersebut akan menambah biaya operasional hanya sekedar untuk menyiapkan instalasi sistem eksplorasi panas bumi.

6. Kelebihan dan kekurangan energi geotermal

a. Kelebihan

Energi panas bumi memiliki sejumlah kelebihan, sebagaimana dilansir dari artikel Potensi Panas Bumi Sebagai Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia dalam Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik Volume 1 No 1 Juni 2010, yaitu:

1) Terbarukan

Energi panas bumi adalah sumber daya energi yang terbarukan karena berasal dari inti bumi dan fluidanya disirkulasikan kembali ke bumi. Energi panas bumi merupakan sumber energi terbarukan sehingga pemanfaatannya bisa berkelanjutan.

2) Stabil

Energi listrik yang dihasilkan dari PLTP sangat stabil bila dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya seperti energi surya dan energi angin atau bayu. Energi panas bumi tidak tergantung pada perubahan cuaca atau udara.

3) Minim polusi

Bila dibandingkan dengan energi fosil, energi panas bumi sangat bersih karena minim menghasilkan polusi. Bahkan PLTP dengan metode *binary-cycle* tidak menghasilkan polusi dan emisi gas rumah kaca (GRK).

4) Mengurangi ketergantungan energi fosil

Energi panas bumi dihasilkan secara domestik dan mengurangi ketergantungan terhadap impor energi fosil seperti minyak bumi.

5) Biaya konstan

Biaya PLTP konstan selama masa pakai fasilitas karena tidak ada bahan bakar yang dibeli. Selain itu, sebagian besar biaya fasilitas juga konstan.

b. Kekurangan

Dilansir dari artikel Potensi Panas Bumi Sebagai Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia dalam Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik Volume 1 No 1 Juni 2010, yaitu:

1) Investasi mahal

PLTP membutuhkan investasi yang sangat mahal untuk eksplorasi, pengeboran, dan pembangunan pembangkit.

2) Pengaruhi stabilitas tanah

Pembangunan PLTP dapat memengaruhi stabilitas tanah di daerah sekitarnya dan aktivitas seismik dapat timbul karena pengeboran.

3) Kurang ekonomis

PLTP hanya ekonomis di daerah panas bumi aktif. Pemanfaatannya bersifat setempat, tidak dapat diperjualbelikan sebagai komoditas sebelum dikonversikan menjadi energi listrik.

4) Harga kurang kompetitif

Saat ini harga tenaga listrik yang dihasilkan PLTP relatif belum kompetitif dibandingkan dengan sumber energi lainnya, terutama dari energi fosil. Ini karena harga listrik dari energi fosil belum memperhitungkan tambahan lainnya.

5) Risiko

Pengusahaan panas bumi untuk pembangkitan tenaga listrik harus memperhatikan sejumlah risiko tinggi dari eksplorasi dan eksploitasi.