



Rifqi Ghufrooni¹
 Yuli Rahmawati²
 Achmad Ridwan³

PRACTICING DESIGN THINKING TO IGNITE STUDENT CREATIVITY IN RESPONSE TO RENEWABLE ENERGY ISSUES

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menginvestigasi penerapan design thinking dalam merespon isu energi terbarukan untuk membangkitkan kreativitas siswa. Studi ini menantang siswa untuk menjawab masalah user (driver online) berkaitan dengan energi melalui tahap empati, define, ideate, prototype dan testing. Sebanyak 36 siswa kelas 10 di sebuah sekolah menengah atas negeri di Jakarta diteliti secara kualitatif dengan menggunakan berbagai teknik pengumpulan data, termasuk wawancara semi terstruktur, jurnal reflektif, observasi kelas, catatan lapangan, dan tes formatif yang dibangun atas indikator kreativitas oleh Susan M. Brookhart meliputi variasi ide dan konteks, variasi sumber, menyusun dan mengkombinasikan ide, dan mengkomunikasikan sesuatu yang baru. Hasil penelitian menunjukkan indikator kreativitas yang paling berkembang selama penelitian adalah variasi ide dan konteks. Aktivitas design thinking mendorong peserta didik lebih percaya diri dalam berpendapat dan berinovasi. Hasil prototype tiap grup berhasil mengkonversi energi surya, energi kimia dan energi kinetik menjadi energi listrik dengan model yang berbeda. Nilai kebaharuan alat prototipe yaitu dapat berfungsi sebagai penghasil energi terbarukan. Kebermaknaan setiap alat dapat berfungsi menyediakan kebutuhan energi listrik untuk memperlancar dan meningkatkan produktivitas kerja. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengevaluasi prototipe agar menghasilkan tegangan listrik yang stabil dan optimal. Topik lain berkaitan dengan sains dapat diterapkan dalam pembelajaran dengan tahap design thinking.

Kata Kunci: Design Thinking, Kreativitas, Energi Alternatif.

Abstract

This study aims to investigate the implementation of design thinking in response to renewable energy issues to stimulate student creativity. The study challenges students to address user problems (online drivers) related to energy through the empathy, define, ideate, prototype, and testing phases. A total of 36 10th-grade students at a public high school in Jakarta were qualitatively examined using various data collection techniques, including semi-structured interviews, reflective journals, classroom observations, field notes, and formative tests constructed based on creativity indicators by Susan M. Brookhart, which include idea and context variation, source variation, idea composition and combination, and communicating something new. The research results indicate that the creativity indicator that developed the most during the study was idea and context variation. Design thinking activities encourage students to be more confident in expressing their opinions and innovating. The prototype outcomes of each group successfully converted solar energy, chemical energy, and kinetic energy into electrical energy using different models. The novelty of the prototype devices lies in their ability to function as renewable energy generators. The significance of each device is their capacity to provide electrical energy to facilitate and enhance work productivity. Further research can be conducted to evaluate the prototypes for stable and optimal electrical voltage generation. Other science-related topics can also be implemented in learning using the design thinking approach.

Keywords: Creativity, Design Thinking, Alternative Energy.

^{1,2,3)}Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta
 email: rifqi.ghufrooni212@gmail.com

PENDAHULUAN

Perubahan teknologi, budaya, sosial-ekonomi, perkembangan populasi, dan iklim telah berdampak pada pergeseran sistem pendidikan (Jeffrey & Craft, 2004; Lambert, 2019). Peserta didik sebagai generasi masa depan membutuhkan pengalaman dan keahlian di bidang yang bahkan belum diketahui (World Economic Forum, 2016). Walaupun keterampilan yang dibutuhkan sulit untuk diprediksi, namun yang jelas peserta didik akan membutuhkan kemampuan untuk menyelesaikan berbagai masalah yang kompleks di dalam kehidupannya. Keterampilan kreativitas adalah hal yang diperlukan dalam mengatasi berbagai jenis masalah yang tidak familiar dan akan meningkatkan sikap konstruktif dan adaptif dalam setiap keadaan baru atau situasi yang dibutuhkan (Vanada, 2014). Oleh karena itu keterampilan kreativitas menjadi penting bagi peserta didik karena ke depan mereka akan menghadapi, memimpin dan menciptakan perubahan di lingkungan yang tidak pasti dan dinamis ini. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keterampilan kreativitas berpengaruh baik terhadap pencapaian pencapaian belajar (Du et al., 2020; Fasko, 2001; Foster & Schleicher, 2022; Grigorenko, 2019; Jeffrey & Craft, 2004; Lee, 2022).

Praktik design thinking dalam beberapa tahun terakhir telah banyak disoroti meningkatkan kreativitas peserta (Henriksen et al., 2017, 2020; Yalçın & Erden, 2021), terutama dalam memecahkan masalah ill-defined (Dorst, 2011; Kostrzewski, 2018; Stanford et al., 2017). Masalah nyata yang dihadapi kehidupan sangat kompleks dan sulit untuk didefinisikan (Earle & Leyva-de la Hiz, 2021). Dalam mencari solusi tersebut, dibutuhkan kreativitas dalam mengatasi masalah ill-defined (Lambert, 2019). Hal ini juga diperlukan dalam proses pembelajaran siswa untuk mengkorelasikan antara pengetahuan yang diperoleh dengan konteks kehidupan nyata (Ackermann, 1996; Flores, 2018; Murphy, 1997). Keterkaitan tersebut diharapkan meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar dan berdampak pada peningkatan capaian pembelajaran (Pande & Bharathi, 2020). Praktik design thinking sudah diterapkan dalam berbagai bidang termasuk pendidikan. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan keterkaitan kreativitas dan design thinking yaitu pada proses kerjanya yang membutuhkan pemikiran divergen dan itu merupakan salah satu aspek kreativitas (Asmar & Mady, 2013; Caughron et al., 2011; Clemente et al., 2017; Lim, 2014).

Salah satu isu nasional yang paling mendesak dihadapi saat ini adalah kebutuhan akan beralih ke energi terbarukan. Menurut Millenium Project menyebutkan ada 15 tantangan global yang menjadi permasalahan dunia hingga saat ini (Karaduman, 2014). Lima diantaranya sangat berkaitan langsung dengan kimia yaitu Clean Water, Health Issues, Energy, Climate Change, Science and Technology, selain itu berkaitan secara tidak langsung. Mengangkat sebuah isu dalam pembelajaran kontekstual dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kreativitas (Higgins, 1994). Salah satu kelebihan menggunakan isu dalam pembelajaran siswa yaitu keterkaitan kognitif dengan nilai emosional dan sosial yang ada dikehidupan nyata. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah memasukkan isu-isu (Hernández-Ramos et al., 2021; I. D. Rahayu et al., 2022; S. Rahayu, 2019; S. Rahayu et al., 2018; Sari & Wiyarsi, 2021), dilemma story (Elfrida et al., 2017; Natalya et al., 2021; Rahmawati & Nurbaity, 2014), dan kasus (Basso et al., 2018; Ghufrooni et al., 2019) dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik, motivasi dan minat belajar, serta capaian hasil belajar.

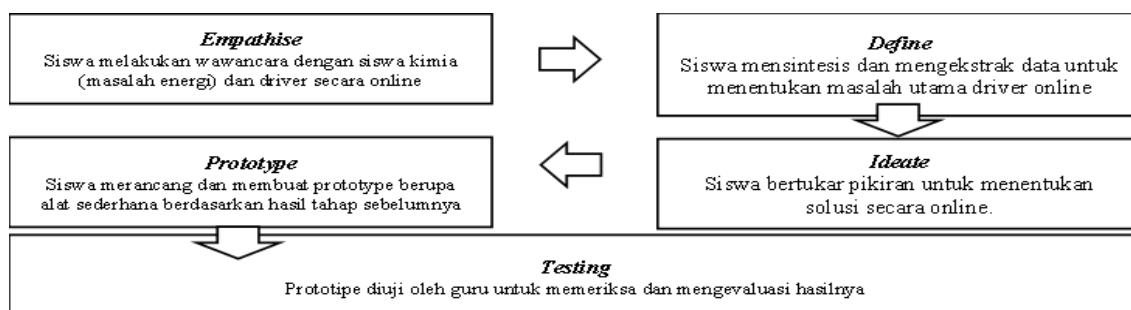
Berdasarkan penjelasan diatas, studi lebih lanjut tentang penerapan design thinking pada isu energi terbarukan diperlukan untuk mengidentifikasi dampaknya terhadap kreativitas. Studi ini dilaksanakan di salah satu sekolah menengah atas negeri di jakarta. Isu kebutuhan akan energi terbarukan dihadirkan ke kelas untuk menantang siswa dalam proses design thinking sebagai model pembelajaran inovatif. Penelitian ini bermaksud untuk memperkuat kreativitas siswa dalam mengatasi isu-isu kontekstual dan memfasilitasi mereka dalam rangkaian proses berpikir desain analitis dan kreatif, termasuk empathise, define, ideate, prototype, dan test. Sehingga research question pada studi ini adalah bagaimana penerapan praktik design thinking dalam meningkatkan keterampilan kreativitas siswa dalam merespon isu energi terbarukan? Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kreativitas siswa melalui penerapan design thinking dalam merespon isu energi terbarukan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di SMAN 30 Jakarta, Indonesia, dari Februari ke Maret 2023. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X sebanyak 36 peserta didik yang terdiri dari 19 siswi dan 17 siswa. Pada penelitian ini, isu kebutuhan energi terbarukan diintegrasikan konten kimia (elektrokimia) dan fisika (konversi energi) dalam menghasilkan listrik. Kecocokan isu ini dilatar belakangi oleh kondisi peserta didik yang umumnya tinggal di tengah perkotaan jakarta. Dalam kesehariannya, kebutuhan terhadap energi listrik sangat krusial dan mendesak seperti penggunaan alat elektronik rumahan, gadget, hingga transportasi umum yang menjadikannya wilayah yang menerima suplai listrik ranking 3 terbanyak se-Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2023).

Ada 3 tahap dalam penelitian ini yaitu persiapan, pelaksanaan dan akhir. Tahap pendahuluan dilakukan dengan mempersiapkan rencana pembelajaran design thinking dan atribut lainnya termasuk panduan observasi, reflektif jurnal, dan protokol wawancara. Tahap pelaksanaan yaitu implementasi design thinking dalam pembelajaran menggunakan model yang dikembangkan oleh Plattner et al (2010) yaitu empathise, define, ideate, prototype dan test. Observasi dan reflektif jurnal dilakukan setiap pertemuan setelah pembelajaran. Wawancara kepada siswa terpilih dilakukan setiap pertemuan. Pada penelitian ini, peneliti selain sebagai guru kimia juga bertindak sebagai observer yang dibantu dua orang observer eksternal. Materi prasyarat seperti sumber energi terbarukan, konversi energi, rangkaian listrik, prinsip elektrokimia diperlukan demi mendukung implementasi proses design thinking. Kelima tahap implementasi design thinking dalam pembelajaran dapat dilihat pada gambar 2.

Pada tahap akhir dilakukan analisis data hasil observasi, hasil reflektif jurnal, transkrip wawancara, tes formatif dan dokumen lainnya menggunakan rubrik kreativitas yang dikembangkan dari Susan M.Brookhart (2013). Data yang diperoleh kemudian direduksi, diinterpretasikan, dan diambil kesimpulan (Miles et al., 2014).



Gambar 1. Tahap Design Thinking

Data primer berasal dari siswa dan data sekunder dari buku, papers, dan sumber digital. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, reflektif jurnal, dan catatan lapangan dan interview.

a) Observation

Observasi dilakukan untuk mengamati kegiatan siswa selama pembelajaran berkaitan dengan indikator kreativitas. Selain itu, observasi dilakukan untuk memastikan penerapan penelitian sudah sesuai dengan tahapan design thinking. Data pendukung digunakan sebagai penguatan data observasi seperti dokumentasi foto dan video.

b) Reflektif jurnal

Reflektif jurnal digunakan untuk merefleksikan pengalaman pembelajaran dengan design thinking. Reflektif jurnal diberikan setiap pertemuannya. Hasil ini digunakan untuk mengetahui pencapaian siswa terhadap indikator kreativitas sehingga peneliti dapat melihat perkembangannya. Contoh pertanyaan reflektif jurnal Sumber apa saja yang kamu gunakan untuk mencari inspirasi ide ?

c) Wawancara

Sebanyak 17 siswa diwawancarai baik secara individu maupun kelompok yang dipilih berdasarkan respon yang diberikan seperti keaktifan, sikap yang tidak biasa, dan yang termasuk pasif. Interview siswa bertujuan menggali informasi tentang perkembangan siswa seperti kendala, perasaan, tantangan, dan benefit yang didapatkan. Selain itu, dilakukan

wawancara semi-terstruktur bertujuan untuk menggali lebih dalam hal-hal yang observer dan peneliti dapatkan dan persepsi sehingga mendapatkan data objektif. Berikut contoh pertanyaan wawancara: Mengapa kamu memilih ide tersebut? Dari tahap ideate, berapa tema yang diperoleh untuk mengatasi masalah driver?

d) Catatan lapangan peneliti

Berfungsi untuk mencatat kejadian-kejadian selama proses pembelajaran yang tidak diprediksi seperti respon jawaban siswa, ekspresi, sikap yang dilakukan, dan hal lain yang bersigungan dan mempengaruhi penelitian. Catatan lapangan bersifat lebih luas dan fleksibel untuk merekap data yang tidak ada dalam panduan observasi.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kualitatif melalui 3 tahap yaitu kondensasi/reduksi data, display data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi (Miles et al., 2014). Pada tahap reduksi data, peneliti melakukan pemilihan, pengkategorian, pengarahan, dan focussing data menjadi lebih sederhana. Pada tahap display data, data ditampilkan dalam bentuk matriks atau pengkodean (coding) berdasarkan indikator pada rubrik kreativitas. Pada tahap verifikasi dan penarikan kesimpulan, data diverifikasi kepada sumber informan lalu dianalisis untuk selanjutnya menarik kesimpulan.

Kriteria kredibilitas digunakan untuk tes trustworthiness sebagai teknik validitas data, diantaranya prolonged engagement, persistent observation, progressive subjectivity, dan member checking to verifikasi data untuk menyimpulkan kesimpulan (Miles et al., 2014). Prolonged engagement dilakukan dengan peneliti terlibat menjadi guru selama penelitian. Persistent Observation yaitu peneliti mengamati secara mendalam dan kontinu guna mengidentifikasi karakteristik penelitian. Progressive subjective yaitu peneliti melakukan monitor perkembangan peserta didik terkait kreativitas siswa dibantu dengan dua orang obsever. Member checking yaitu mengecek data transkrip wawancara siswa dan mengkonfirmasi kesamaan persepsi antara peneliti dan observer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Design thinking yang diterapkan pada penelitian ini mengacu pada model Plattner et al (2010) yang terdiri dari 5 tahap yaitu empathise, define, ideate, prototipe dan testing. Pemilihan isu energi terbarukan sebagai topik pembelajaran guna mengkoneksikan antara kognisi, emosional dan sosial siswa (Maharani et al., 2021). Materi pendahuluan yaitu prinsip dasar elektrokimia dan mekanisme alat sederhana penghasil energi terbarukan. Demonstrasi kerja alat energi terbarukan dan elektrokimia dilakukan untuk membangun pengetahuan dasar macam-macam konversi energi (Beksultanova et al., 2022; Febriansari et al., 2023).

a) Empathise

Fase pertama, empati, berfokus pada pemahaman tentang kebutuhan dan tantangan pengguna melalui wawancara dan/atau observasi (Kenny et al., 2021). Pada penelitian ini, siswa melakukan observasi (pengamatan video dan informasi data) dan wawancara kepada dua narasumber (mahasiswa kimia dan user driver online) tentang energi dan pengaruhnya terhadap produktifitas kerja user.

b) Define

Tahap kedua design thinking membantu mendefinisikan masalah yang ditemukan dari tahap sebelumnya. Siswa dalam kelompok melakukan ekstraksi dan klasterisasi berdasarkan temuan sebelumnya untuk menentukan fokus masalah. Personifikasi dilakukan untuk menggambarkan masalah yang dialami user. Contoh hasil personifikasi

“Pengemudi kehabisan baterai ponsel saat bekerja dan harus mengisi ulang baterai di lokasi tertentu, yang memakan banyak waktu dan menghambat pekerjaan mereka. Selain itu, handphone juga pernah terjatuh dan rusak.”

a) Ideate

Tahap Ideate yaitu siswa memproduksi ide solutif sebanyak-banyaknya dari masalah yang telah ditentukan pada tahap define. Siswa melakukan brainstorming, klasterisasi dan mensintesis satu ide terbaik sebagai ide kelompok. Hasil ideate tiap grup dapat dilihat pada tabel.

b) Prototype

Prototype merupakan pembuatan alat yang bersifat sederhana, cepat dan representatif. Tujuan prototipe agar ide dapat tersampaikan secara cepat dan mudah dipahami oleh user.

Siswa mendesain dan membuat prototype berdasarkan ide yang telah dipilih. Contoh hasil Prototype sebagai berikut:

“Membuat phone holder yang dilengkapi panel surya sebagai sumber energi listrik”

c) Testing

Testing bertujuan untuk menguji dan mengevaluasi produk prototype berupa alat penghasil listrik. Pengujian alat dilakukan dengan cara menggunakan untuk mengecas smartphone. Berdasarkan hasil penelitian, semua alat dapat berfungsi dengan baik.

Kreativitas mengacu pada menghasilkan ide yang orisinal atau asli dan bermakna (Kaufman et al., 2009). Penilaian kreativitas dianalisis berdasarkan rubrik Assess Creativity in Science (Susan M. Brookhart, 2013). Analisis kreativitas siswa dilihat dari 4 indikator yaitu variasi ide dan konteks, variasi sumber, menyusun dan mengkombinasikan ide, dan mengkomunikasikan yang baru.

1. Variasi ide dan konteks

Variasi ide dan konteks artinya ide mewakili berbagai konsep penting dari konteks atau disiplin ilmu yang berbeda dengan gagasan yang banyak. Berdasarkan hasil penelitian, aspek ini ditunjukkan pada tahap empathise dan ideate. Pada tahap empathise, siswa menuliskan gagasan tentang upaya yang dapat dilakukan sebagai seorang pelajar untuk berpindah ke energi terbarukan. Ide yang diajukan memiliki variasi konteks seperti pengurangan penggunaan lisrik, melakukan kampanye, penggunaan produk ramah lingkungan dan rajin belajar. Hal ini sebagaimana hasil reflektif jurnal siswa:

Hemat energi, naik kendaraan umum, tidak boros hal yang tidak bisa di daur ulang.

(Siswa 16, 13 Februari 2023, reflektif jurnal siswa)

Pada tahap empathise juga, siswa membuat poster tentang pemanfaatan energi terbarukan dalam kehidupan. .

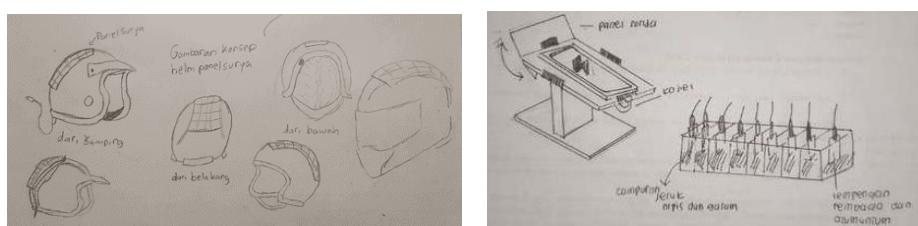
Berdasarkan hasil gambar 4 terdapat beragam ide yang disampaikan. Diantaranya adalah penggunaan kincir angin dan panel surya untuk sumber energi listrik. Meski secara kompleksitas ide masih sederhana karena sudah ditemukan namun pemilihan ide dan desain yang digambarkan menunjukkan variasi Ide.

Pada tahap ideate, aspek variasi ide dan konteks siswa terlihat pada keragaman solusi yang diberikan. Ide yang dihasilkan berkaitan solusi dari masalah user yaitu energi dan proses kerja. Masalah energi umumnya diatasi dengan membuat alat sumber energi terbarukan sedangkan masalah dalam proses kerja diatasi dengan desain alat yang memudahkan pekerjaan. Alat tersebut selain berfungsi meningkatkan produktivitas juga dapat mengkonversi energi seperti gerak, angin, kimia dan panas matahari menjadi listrik yang berguna untuk mengisi baterai. Hal ini ditunjukkan dari hasil reflektif jurnal:

“Menciptakan energi listrik dengan panel surya yang akan digunakan pada sepeda motor untuk kegiatan di siang hari. Membuat case dari panel surya untuk menyimpan energi listrik jadi ketika kita menggunakan casephonnya maka akan terisi daya”

(Reflektif Jurnal Siswa 32, 1 Maret 2023)

Berdasarkan hasil reflektif jurnal diatas menunjukkan bahwa kemampuan kreativitas siswa pada aspek variasi ide dan konteks berada pada level sangat kreatif. Beragam cara dalam pembuatan alat solutif penghasil energi terbarukan menunjukkan variasi ide. Sedangkan variasi konteks terlihat pada teknik yang digunakan untuk mewujudkan ide tersebut. Misalnya helm panel surya merupakan ide yang belum ada sebelumnya. Kebaharuan muncul dari integrasi konteks sains dan teknologi dalam menciptakan alat yang bermanfaat. Pengajuan ide tersebut karena helm selalu digunakan oleh driver.



Gambar 2. Prototipe Alat Energi Terbarukan

Pada tahap prototype, konteks science, engineering, mathematic, art dan technology (STEAM) muncul untuk saling mendukung dalam pembuatan alat penghasil energi terbarukan. Konteks science terlibat dalam konsep energi terbarukan dan listrik, konteks teknologi dari alat penghasil listrik energi terbarukan, konteks engineering dari pembuatan desain alat dan rangkaian listrik yang sesuai untuk mengecas baterai, konteks art yaitu desain produk pembuatan alat, dan konteks mathematical pada menemukan ukuran yang tepat untuk setiap bidang yang diperlukan. Design thinking dalam prosesnya dapat dipandang sejalan dengan STEAM. Oleh karena itu, beberapa penelitian yang telah dilakukan mengintegrasikan design thinking dengan STEAM (Ananda et al., 2023; Gross & Gross, 2016; Henriksen, 2017; Malele & Ramaboka, 2020; Mardiah et al., 2022; Yalçın & Erden, 2021).

Hasil ide yang diberikan oleh siswa telah mengindikasikan variasi ide dan konteks berada pada level sangat kreatif. Variasi ide yaitu phone holder, panel surya, dan baterai jus lemon. Sedangkan variasi konteks yaitu STEAM. Selain beragam, ide-ide tersebut memiliki fungsi yang bermanfaat. Sesuai dengan teori bahwa kreativitas yang baik ditandai dari ide yang orisinal dan memiliki kegunaan sehingga ide tersebut lebih bermakna (Runco dan Jaeger, 2012).

1. Variasi ide dan konteks

Variasi sumber dapat dipahami sebagai produk yang dihasilkan menggambarkan keluasan dan beragam sumber, termasuk perbedaan teks, media, sumber orang-orang dan ataupun pengalaman personal. Variasi sumber termasuk aspek kreativitas yang penting karena memungkinkan individu untuk mendapatkan inspirasi dan ide dari berbagai sumber yang beragam dan tidak konvensional. Variasi sumber muncul di 3 tahap aktivitas design thinking yaitu empathise, ideate dan prototype. Rincian kegiatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kegiatan Menunjukkan Variasi Sumber

No	Kegiatan	Tahap
1	Pembuatan poster penerapan energi terbarukan	Empathise
2	Persiapan interview berupa list pertanyaan	Empathise
3	Brainstorming ide-ide	Ideate
4	Desain prototype alat penghasil renewable energy	Prototype
5	Perencanaan list alat dan bahan prototype	Prototype

Kegiatan menggambar poster penerapan energi terbarukan merangsang kreativitas siswa dalam menyusun dan mengkomunikasikan ide mereka dalam bentuk gambar. Gambar memperlihatkan variasi warna, suasana, bentuk penyampaian informasi dan aplikasi energi terbarukan dalam kehidupan. Dari sumber sains menginspirasi gambar teknologi penghasil listrik dari energi terbarukan seperti tenaga surya (panel surya), tenaga angin (kincir angin) dan tenaga air. Dari sumber pengalaman personal ditunjukkan dari ide aplikasi alat energi terbarukan seperti kincir angin, rumah dengan panel surya dan pembangkit tenaga listrik. Berdasarkan hasil gambar tersebut menunjukkan aspek variasi sumber siswa berada di level kreatif yang menggambarkan beragam sumber yaitu sains, seni dan pengalaman personal.

Kemudian pada kegiatan persiapan interview, siswa mencari referensi dari berbagai sumber internet tentang perkembangan teknologi renewable energy di indonesia. Dari informasi tersebut, mereka menyusun list pertanyaan yang lebih spesifik yang ditujukan kepada narasumber mahasiswa kimia maupun driver online. Hal ini ditunjukkan dari transkrip wawancara kelompok 4 ke driver online:

Siswa 31: Jadi kami kan ada projek, yang berkaitan pelajaran fisika dan kimia. Yaitu berupa gelang yang dapat menyimpan energi baik dari cas listrik maupun dari energi surya. Karena gelang atau jam ini kan selalu dipakai dan berada diatas sehingga menyerap matahari dan menghasilkan energi. jadi saya mau buat teknologi itu, memang sudah ada tapi mau saya kembangkan lagi jadi lebih simple. Menurut mas tamim bagaimana
(Hasil wawancara siswa 31, 1 maret 2023)

Berdasarkan hasil wawancara diatas, terlihat siswa mengajukan pertanyaan yang terinspirasi dari bidang sains dan teknologi. Bidang sains sendiri berfokus pada kimia dan fisika yang terintegrasi. Hal ini karena projek yang dilakukan berkaitan dengan subjek kimia dan fisika. Meski begitu, variasi bidang lain muncul seperti teknologi.

Pada kegiatan brainstorming ide, siswa mencari referensi dari internet untuk menjadi gambaran awal menghasilkan ide. Sumber referensi tersebut yaitu website, artikel, toko online, dan you tube. Siswa 33 menggagas ide yang terinspirasi dari artikel mahasiswa tentang membuat listrik dari air hujan menggunakan prinsip pyzoelectric.

Terus yang ketiga, saya dapat dari artikel siswa smk berhasil mencoba menghasilkan listrik dari rintik air hujan dengan memanfaatkan prinsip pyzoelectric

(Hasil wawancara siswa 33, 1 maret 2023)

Ada siswa 31 menggagas ide jam tangan powerbank yang terinspirasi dari jam tangan energi surya yang dijual di toko online dengan sedikit modifikasi.

A: "jam tangan tenaga surya sudah ada yang buat belum"

B: "sebenarnya sudah pak yang jual di toko online, tapi kita modifikasi jadi powerbank juga."

(Catatan lapangan peneliti, 7 maret 2023)

Kegiatan desain prototype mengarahkan siswa mencari berbagai sumber yang menyediakan alat-alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan prototype. Spesifikasi alat berupa ukuran, jumlah, daya, harga dll juga menjadi hal yang perlu dicari dari sumber toko online. Siswa 22 menggunakan chatGPT AI (Artificial Intellegent) yang merupakan mesin/robot untuk mencari informasi rangkaian alat yang dibutuhkan dalam pembuatan prototypenya. Namun desain prototype tetap hasil kerja kelompok.

A: Tidak pak, dari chat gpt itu hanya rangkaianya alat-alatnya saja. Kalau rancangan prototipe kami sendiri yang buat.

B: Seperti apa rangkaianya?

A: Kalau chat gpt tidak bisa untuk mencari gambar pak. Jadi kira kira rangakainnya seperti ini. Dari panel surya kabel disambungkan ke modul pengisian dan proteksi baterai lithium kemudian baru ke baterai, dari baterai lalu ke handphone"

(Catatan lapangan peneliti. 23 Maret 2023)

Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah mengintegrasikan teknologi terkini sebagai sumber dalam mencari informasi dan ide. Pengintegrasian AI dalam praktik design thinking juga diterapkan dalam memecahkan masalah tantangan kontemporer di bidang perawatan kesehatan (Novak et al., 2021). Meski pada akhirnya, alat-alat yang telah dipesan atau diliist perlu diseleksi kembali dengan mempertimbangkan bermanfaatan, resiko kerja dan prinsip reuse dengan tetap memenuhi tujuan utamanya yaitu penyampaian ide agar mudah dipahami. Berdasarkan penjelasan diatas, kegiatan mendesain prototype menunjukkan keterampilan dalam menganalisis kebutuhan alat yang diperlukan, mencari informasi, dan mengolahnya menjadi suatu alat. Beberapa sumber referensi digunakan seperti google, toko online, dan chatgpt AI.

2. Menyusun dan mengkomunikasikan ide

Aspek ini dipahami sebagai tahap mengkombinasikan ide-ide pada cara yang asli dan unik untuk menyelesaikan sebuah masalah, dan mengatasi isu atau membuat sesuatu yang baru. Aspek ini terlihat pada tahap design thinking yaitu ideate. Kegiatan ini melibatkan menghasilkan sebanyak mungkin ide secara bebas tanpa mengevaluasi atau mengkritik. Dalam sesi brainstorming, tujuannya adalah menghargai kebebasan berekspresi dan membangun momentum kreatif dalam kelompok atau tim sehingga menciptakan lingkungan kondusif untuk berpikir kreatif (Fasko, 2001). Proses ini memberikan kesenangan bagi siswa 2 bahwa ternyata menghasilkan ide itu mudah. Hal ini sebagaimana hasil reflektif jurnal siswa 2.

sangat menyenangkan karena saya bisa mencari ide-ide yang banyak seperti keran yang mengalir

(Reflektif jurnal siswa 2, 1 Maret 2023)

Pembelajaran yang menyenangkan menciptakan lingkungan belajar yang baik untuk menumbuhkan kreativitas melalui produksi ide-ide yang mudah dan banyak (Hennessey & Amabile, 2010). Hal ini didukung dengan pernyataan siswa 24 yang merasakan bahwa ide itu sangat berharga untuk menciptakan suatu barang inovatif. Hal ini sebagaimana hasil reflektif jurnal siswa 24

Mengetahui jika ide seseorang itu berharga dan dari sebuah ide akan mendapatkan produk yang kita inginkan

(Reflektif jurnal siswa 24, 1 Maret 2023)

Tahap ini, siswa menunjukkan sikap optimistic, playful, and energetic selama proses diskusi. Perilaku tersebut merupakan salah satu indikator yang menunjukkan sikap kreatif (Kim,

2019). Hal ini dukung oleh penelitian (Henriksen et al., 2020) bahwa proses ideate meningkatkan kepercayaan diri dan melatih keterbukaan peserta pelatihan. Hal ini dapat terlihat dari gambar saat diskusi berlangsung.



Gambar 3. Proses Tahap Ideate

Dari gambar terlihat siswa bersemangat dalam menyusun ide mereka dalam satu papan kerja. Sikap kreatif yaitu open-minded terlihat dari ide-ide dikomunikasikan satu sama lain diantara anggota untuk mempertimbangkan pandangan berbeda dan menunda judgment (Kim, 2019). Penyusunan bertujuan untuk klasterisasi berdasarkan kesamaan topik. Setelah itu dilakukan asimilasi dan brainstorming untuk mensintesis satu ide besar kelompok. Contoh hasil klasterisasi ide dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Berdasarkan hasil penelitian, siswa menunjukkan level sangat kreatif pada aspek menyusun dan mengkomunikasikan ide selama bekerja didalam grup. Hal ini ditunjukkan dari kemampuan siswa menghasilkan ide, mengkomunikasikan ide, memberikan feedback, menyusun ide-ide, dan mensintesis ide besar. Tahap ini juga menunjukkan proses pemikiran siswa berawal dari divergen dimana produksi ide sebanyak mungkin -berfokus pada kuantitas bukan kualitas- menjadi pemikiran konvergen dengan mengerucutkan menjadi solusi terbaik yang berfokus pada kualitas bukan kuantitas. Hal ini sesuai dengan penjelasan Wolcott & McLaughlin (2020) bahwa proses ideate diawali dari berpikir divergen dan diakhiri berpikir konvergen. Linus Pauling seorang ilmuwan kimia pernah berkata “the best way to have a good idea is to have lots of ideas and throw away the bad ones” yang artinya cara terbaik untuk memiliki ide yang bagus adalah dengan memiliki banyak ide dan membuang yang buruk.

3. Mengkomunikasikan sesuatu yang baru

Aspek ini terlihat pada tahap prototype yaitu hasil produk atau prototype tiap kelompok yang memiliki kebaruan (orisinilitas) dan kebermaknaan (manfaat). Hasil prototype setiap kelompok dapat dilihat pada Table 2. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan produk setiap kelompok memiliki kebaruan. Kebaruan dari kelompok 1 adalah phone holder yang dilengkapi alat penghasil listrik dari energi terbarukan dan penggunaan air garam dan jeruk lemon sebagai baterai. Kelompok 2 menampilkan kebaruan pada penggunaan tas sandang dengan panel surya dan baterai sebagai penyimpan listrik. Kebaruan pada kelompok 3 yaitu memodifikasi casing handphone dengan dilengkapi panel surya dan baterai pada sisi belakangnya. Kebaruan pada kelompok 4 melengkapi desain jam tangan panel surya dengan baterai sehingga berfungsi sebagai powerbank. Kelompok 5 menampilkan kebaruan pada desain penempatan kincir angin di motor untuk mengkonversi energi angin menjadi listrik. Sedangkan kelompok 6 memiliki kebaruan pada penambahan fungsi portabel pada powerbank tenaga surya

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas bantuan dan dukungan dari dosen pembimbing Prof Yuli Rahmawati Ph.D, Dr. Achmad Ridwan, M.Si, Kepala program studi Magister pendidikan kimia Dr. Afrizal, M.Si, Kepala SMAN 30 Jakarta Tjahyani, M.Si dan seluruh partisipan yang telah mendukung terlaksananya penelitian.

SIMPULAN

Masalah disekitar kita umumnya tidak dapat terdefenisikan dengan jelas. Isu energi berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran kimia dan fisika dapat menjadi gagasan menyelesaikan problem tersebut. Design thinking dengan 5 tahap nya telah memfasilitas dunia pendidikan dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa memecahkan wicked problem yang di sekitar. Proses kerja yang membutuhkan berpikir seorang

desainer menunjukkan peningkatan kreativitas siswa. Dalam penelitian ini, tahap define dan ideate menjadi tahap yang paling menunjukkan kepada keterampilan pemecahan masalah. Sedangkan tahap Ideate dan prototype. Tidak hanya kognitif yang berkembang, emosional dan sosial tumbuh dalam tahap empati. Keterlibatan aktif siswa terjadi pada semua fase design thinking. Aktivitas design thinking mendorong siswa lebih percaya diri dalam berpendapat dan berinovasi. Hasil prototype tiap grup berhasil mengkonversi energi surya, energi kimia dan energi kinetik menjadi energi listrik dengan model yang berbeda. Nilai kebaharuan alat prototipe yaitu dapat berfungsi sebagai penghasil energi terbarukan. Kebermaknaan setiap alat dapat berfungsi menyediakan kebutuhan energi listrik untuk memperlancar dan meningkatkan produktivitas kerja.

Masalah utama tiap kelompok adalah kebutuhan energi dan diselesaikan melalui alat penghasil listrik yang bersumber dari energi terbarukan. Energi surya menjadi energi yang paling banyak dipilih karena mudah ditemukan dan jumlahnya yang besar. Masalah sosial ditemukan beragam dari berbagai user driver ojol dan diselesaikan berupa alat solutif. Proses Ideate dan Prototype menjadi tahap yang paling menonjol mengembangkan kreativitas. Aspek kreativitas yang paling berkembang selama penelitian adalah variasi ide dan konteks. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengevaluasi prototipe agar menghasilkan tegangan listrik yang stabil dan optimal. Topik lain berkaitan dengan sains dapat diterapkan dalam pembelajaran dengan tahap design thinking.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackermann, E. (1996). Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world. books.google.com. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=3-Gdmm0-2wAC&oi=fnd&pg=PP2&dq=design+thinking+in+learning&ots=TlOG6i9pxR&sig=2tlQ4DIHFSaTgGEeZruK2T7z60>
- Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical thinking skills of Chemistry students by integrating design thinking with STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352. <https://doi.org/10.3926/jotse.1938>
- Asmar, J.-P. El, & Mady, C. (2013). A Constructivist Approach to Design Teaching at the Postgraduate Level: The Case of an Interdisciplinary Design Programme at FAAD, NDU, Lebanon. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 531–538. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.234>
- Badan Pusat Statistik. (2023, July 8). Listrik yang Didistribusikan Menurut Provinsi (GWh) (GWh), 2019-2021. Source Url: <Https://Www.Bps.Go.Id/Indicator/7/859/1/Listrik-Yang-Didistribusikan-Menurut-Provinsi-Gwh-.Html>; Access Time: July 8, 2023, 10:38 Am.
- Baker, F. W., & Moukhlass, S. (2020). Concretising Design Thinking: A Content Analysis of Systematic and Extended Literature Reviews on Design Thinking and Human-Centred Design. *Review of Education*, 8(1), 305–333. <https://doi.org/10.1002/rev3.3186>
- Basso, A., Chiorri, C., Bracco, F., Carnasciali, M. M., Alloisio, M., & Grotti, M. (2018). Improving the interest of high-school students toward chemistry by crime scene investigation. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 558–566. <https://doi.org/10.1039/c7rp00232g>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for “mini-c” creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73–79. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Bektsultanova, A. I., Dzhankhotova, P. M., & Shardan, S. K. (2022). Renewable and alternative energy sources. *Green energy. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1045(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012134>
- Caughron, J. J., Peterson, D. R., & Mumford, M. D. (2011). Creativity Training. In *Encyclopedia of Creativity* (pp. 311–317). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-375038-9.00226-0>

- Clemente, V., Tschimmel, K., & Vieira, R. (2017). Why a Logbook? A backpack journey as a metaphor for product design education. *Design Journal*, 20(sup1), S1530–S1542. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352677>
- Craft, A., Cremin, T., Burnard, P., Dragovic, T., & Chappell, K. (2013). Possibility thinking: culminating studies of an evidence-based concept driving creativity? *Education* 3-13, 41(5), 538–556. <https://doi.org/10.1080/03004279.2012.656671>
- Dorst, K. (2011). The core of “design thinking” and its application. *Design Studies*, 32(6), 521–532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- Du, K., Wang, Y., Ma, X., Luo, Z., Wang, L., & Shi, B. (2020). Achievement goals and creativity: the mediating role of creative self-efficacy. *Educational Psychology*, 40(10), 1249–1269. <https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1806210>
- Earle, A. G., & Leyva-de la Hiz, D. I. (2021). The wicked problem of teaching about wicked problems: Design thinking and emerging technologies in sustainability education. *Management Learning*, 52(5), 581–603. <https://doi.org/10.1177/1350507620974857>
- Elfrida, E., Hadinugrahaningsih, T., & Rahmawati, Y. (2017). Studi Pendekatan Dilemmas Stories pada Materi Hidrolisis Garam dengan Metode Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS). *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 7(2), 91–100. <https://doi.org/10.21009/jrpk.072.02>
- Fasko, D. (2001). Education and creativity. *Creativity Research Journal*, 13(3–4), 317–327. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1334_09
- Febriansari, D., . S., & Yamtinah, S. (2023). Construction of the STEAM Learning Model with a Design Thinking Approach on Renewable Energy Materials. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i8.13284>
- Flores, C. (2018). Problem-based science, a constructionist approach to science literacy in middle school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.11.001>
- Foster, N., & Schleicher, A. (2022). Assessing Creative Skills. *Creative Education*, 13(01), 1–29. <https://doi.org/10.4236/ce.2022.131001>
- Ghufrooni, R., Darwis, Z., & Kurniadewi, F. (2019). Analisis Minat Belajar Kimia Siswa melalui Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E menggunakan Cerita Misteri pada Materi Asam Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 9(2), 80–86. <https://doi.org/10.21009/jrpk.092.04>
- Grigorenko, E. L. (2019). Creativity: a challenge for contemporary education. *Comparative Education*, 55(1), 116–132. <https://doi.org/10.1080/03050068.2018.1541665>
- Gross, K., & Gross, S. (2016). Transformation: Constructivism, design thinking, and elementary STEAM. *Art Education*. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224869>
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P., & Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about Creativity in Science Education. *Creative Education*, 03(05), 603–611. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.35089>
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61, 569–598. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100416>
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. *STEAM*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.5642/steam.20170301.11>
- Henriksen, D., Gretter, S., & Richardson, C. (2020). Design thinking and the practicing teacher: addressing problems of practice in teacher education. *Teaching Education*, 31(2), 209–229. <https://doi.org/10.1080/10476210.2018.1531841>
- Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- Hernández-Ramos, J., Pernaa, J., Cáceres-Jensen, L., & Rodríguez-Becerra, J. (2021). The effects of using socio-scientific issues and technology in problem-based learning: A systematic review. In *Education Sciences* (Vol. 11, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/educsci11100640>
- Hetherington, L., Chappell, K., Ruck Keene, H., Wren, H., Cukurova, M., Hathaway, C., Sotiriou, S., & Bogner, F. (2020). International educators’ perspectives on the purpose of science education and the relationship between school science and creativity. *Research in*

- Science and Technological Education, 38(1), 19–41.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1575803>
- Higgins, J. M. (1994). 101 creative problem solving techniques : the handbook of new ideas for business. New Management Pub. Co.
- Jeffrey, B., & Craft, A. (2004). Teaching creatively and teaching for creativity: Distinctions and relationships. Educational Studies, 30(1), 77–87.
<https://doi.org/10.1080/0305569032000159750>
- Karaduman, C. İ. (2014). GLOBAL CHALLENGES FOR THE WORLD.
https://docs.unocha.org/sites/dms/Documents/Global_Challenges_Policy_Brief_Jan10.pdf
- Kaufman, J. C. (2013a). Article in Educational leadership: journal of the Department of Supervision and Curriculum Development.
<https://www.researchgate.net/publication/261797704>
- Kaufman, J. C. (2013b). Article in Educational leadership: journal of the Department of Supervision and Curriculum Development.
<https://www.researchgate.net/publication/261797704>
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2013). In Praise of Clark Kent: Creative Metacognition and the Importance of Teaching Kids When (Not) to Be Creative. *Roeper Review*, 35(3), 155–165. <https://doi.org/10.1080/02783193.2013.799413>
- Kaufman, J. C., Simonton, D. K., Kaufman, A. S., Mumford, M. D., Cowles, H. W., Plucker, J., Zeidner, M., & Matthews, G. (2009). *Creativity 101*. Springer.
- Kenny, U., Regan, Á., Hearne, D., & O'Meara, C. (2021). Empathising, defining and ideating with the farming community to develop a geotagged photo app for smart devices: A design thinking approach. *Agricultural Systems*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103248>
- Kim, K. H. (2019). Demystifying Creativity: What Creativity Isn't and Is? *Roeper Review*, 41(2), 119–128. <https://doi.org/10.1080/02783193.2019.1585397>
- Kostrzewski, M. (2018). One design issue—many solutions. Different perspectives of design thinking—case study. International Conference on Knowledge Management
https://doi.org/10.1007/978-3-319-95204-8_16
- Lambert, A. (2019). Developing skills through creative problem-solving. *Childhood Education*, 95(4), 24–29. <https://doi.org/10.1080/00094056.2019.1638709>
- Lee, J. H. (2022). Building creative confidence through an interdisciplinary creativity course: Changes in creative challenges and creative personal identity. *Innovations in Education and Teaching International*, 59(3), 316–325. <https://doi.org/10.1080/14703297.2020.1835689>
- Lim, B. K. (2014). The Theme Park Experience of Teaching Science from the Constructivist Paradigm. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 123, 12–19.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1392>
- Maharani, K., Mahtari, S., & Suyidno, S. (2021). Improving Scientific Creativity and Scientific Attitude of Students through Creative Responsibility Based Learning on Energy-Work Materials during the Covid-19 Pandemic. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 9(2), 325. <https://doi.org/10.33394/jps.v9i2.4386>
- Malele, V., & Ramaboka, M. E. (2020). The Design Thinking Approach to students STEAM projects. *Procedia CIRP*, 91, 230–236. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.100>
- Mardiah, A., Khairi, F., Harun, C., Hadiana, D., & Nasional, I. (2022). Transferable skills for pre-service chemistry teachers in Indonesia: Applying a design thinking-STEAM-PjBL model. <https://www.researchgate.net/publication/366323543>
- Miles, M. B., Huberman, M. A., & Saldana, J. (2014). Qualitative Data Analysis. *Qualitative Data Analysis (M. B. Miles (ed.); Third)*.
- Murphy, E. (1997). Constructivism: From Philosophy to Practice.
- Natalya, E., Rahmawati, Y., & Erdawati, E. (2021). Integration dilemmas stories in STEAM project of colloid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012046>

- Pande, M., & Bharathi, S. V. (2020). Theoretical foundations of design thinking – A constructivism learning approach to design thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100637>
- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2010). Design thinking: understand-improve-apply. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=LAfIwOwHz1MC&oi=fnd&pg=PR3&dq=design+thinking+in+learning&ots=2Ol8nB1SpH&sig=TDLbpyY23lcE75X3bI3sG9avalQ>
- Rahayu, I. D., Permanasari, A., & Heliawati, L. (2022). The Effectiveness of Socioscientific Issue-Based Petroleum Materials Integrated with The Elsmawar Website on Students' Scientific Literacy. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(2), 279–286. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i2.118>
- Rahayu, S. (2019). Socio-scientific Issues (SSI) in Chemistry Education: Enhancing Both Students' Chemical Literacy & Transferable Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012008>
- Rahayu, S., Astarina, A. D., Setyaningsih, A., & Noor Fathi, M. (2018). High school students' attitudes about socioscientific issues contextualized in inquiry-based chemistry instruction. *ACM International Conference Proceeding Series*, 80–84. <https://doi.org/10.1145/3206129.3239436>
- Rahmawati, Y., & Nurbaiti, M. (2014). CE-16 ENGAGING STUDENTS IN SOCIAL EMOTIONAL LEARNING: THE ROLE OF DILEMMA STORIES IN CHEMISTRY LEARNING.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Sari, R. M., & Wiyarsi, A. (2021). Inquiry Learning Using Local Socio-Scientific Issues as Context to Improve Students' Chemical Literacy.
- Stanford, J., Siminoff, E. T., O'Neill, M., & Mailhot, J. (2017). What is design thinking? <https://matthewemay.com/wp-content/uploads/2018/01/Innovation2018.pdf>
- Susan M.Brookhart. (2013). How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading. ASCD.
- Wolcott, M. D., & McLaughlin, J. E. (2020a). Promoting creative problem-solving in schools of pharmacy with the use of design thinking. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 84(10), 1271–1276. <https://doi.org/10.5688/ajpe8065>
- Wolcott, M. D., & McLaughlin, J. E. (2020b). Promoting creative problem-solving in schools of pharmacy with the use of design thinking. *American Journal of Pharmaceutical Education*. <https://www.ajpe.org/content/84/10/ajpe8065.abstract>
- Wolcott, M. D., & McLaughlin, J. E. (2020c). Promoting creative problem-solving in schools of pharmacy with the use of design thinking. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 84(10), 1271–1276. <https://doi.org/10.5688/ajpe8065>
- Yalçın, V., & Erden, Ş. (2021). The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100864>