

Menggali Engineering Design Behaviour (EDB) Siswa SMP dalam Membuat Solusi Krisis Energi dalam Pembelajaran STEM

Irna Rosnia*, Irma Rahma Suwarma, Hikmat

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Bandung 40154, Indonesia

** Corresponding author. E-mail: irna.rosnia@student.upi.edu*

ABSTRAK

Pada abad 21 terjadi kemajuan pesat dalam bidang sains dan teknologi, di abad ini terdapat banyak tuntutan dalam segala aspek kehidupan, salah satunya tuntutan terhadap pendidikan yaitu menghasilkan lulusan yang berkompotensi abad 21 yang tidak hanya memiliki kompotensi dalam ranah kognitif tapi juga dalam ranah afektif dan ranah psikomotor. Disisi lain *engineering design* adalah proses pengambilan keputusan yang dapat dilakukan secara berulang, dimana ilmu-ilmu dasar, matematika, dan ilmu teknik diterapkan untuk secara optimal mengkonversi sumber daya untuk memenuhi tujuan yang diinginkan. Maka dari itu penting bagi siswa memiliki *engineering design behaviour*. Menurut beberapa penelitian pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan *engineering design behaviour* siswa, maka dari itu dilakukan penelitian untuk mengetahui EDB siswa dalam pembelajaran berbasis STEM. Penelitian ini melibatkan sampel sebanyak 32 orang siswa kelas VIII di salah satu SMP di Kota Bandung. Pengukuran *engineering design behaviour* siswa diukur pada saat *engineering design process* yang dilakukan siswa. *Engineering design behaviour* siswa diukur dalam sembilan indikator yaitu: *understand the challenge, build knowledge, genere idea, represent idea, conduct eksperiment, weight option and make decision, troubleshoot, revise, reflect on process*. Namun dalam paper ini hanya membahas satu indikator yaitu *represent idea* dalam penilaian penulis mengacu pada *Matriks Informed Design Learning and Teaching* yang dimana siswa akan dikategorikan kedalam empat kategori yaitu: *beggining designer, emerged designer, developing designer, dan informed designe*. Dari *design* yang dibuat siswa didapatkan hasil bahwa dari salah satu rubrik yaitu *represent ideas* sebanyak 22% dari 32 siswa termasuk kedalam *beginning designer*, 62,5% termasuk *emerged designer*, dan 15,5% termasuk *developing designer*.

Kata Kunci: *Engineering Design Behaviour, represent ideas, STEM*.

ABSTRACT

In the 21st century there have been rapid advances in the fields of science and technology, in this century there are many demands in all aspects of life, one of which demands education which is competent 21st century graduates who not only have compotency in the cognitive domain but also in the affective and psychomotor domains. On the other hand, engineering design is a decision-making process that can be done repeatedly, where basic sciences, mathematics, and engineering are applied to optimally convert resources to meet desired goals. Therefore, it is important for students to have engineering design behavior. According to several STEM-based learning studies that can improve students' engineering design behavior, research is conducted to find out the EDB of students in STEM-based learning. This study involved a sample of 32 class VIII students at one of the junior high schools in the city of Bandung. Measurement of student engineering design behavior is measured when the engineering design process is carried out by students. Engineering students' behavior design is measured in nine indicators, namely: understand the challenge, build knowledge, genere ideas, represent ideas, conduct experiments, weight options and make decisions, troubleshoot, revise, reflect on process. However, this paper only discusses one indicator, namely represent idea in the author's assessment, referring to the Informed Design Learning and Teaching Matrix, where students will be categorized into four categories: beggining designers, emerging designers, developing designers, and informed designers. From the design made by the students, it

was found that from one of the rubrics, namely represent ideas, 22% of 32 students included in the beginning designer, 62.5% including the designer, and 15.5% including the designer devel- oping.

Keywords: Engineering Design Behaviour, represent ideas, STEM.

1. Pendahuluan

Tuntutan pada abad 21 ini semakin meluas, yang dimana disebabkan oleh berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, yang mengakibatkan setiap individu dituntut tidak hanya menguasai kemampuan kognitif saja melainkan mereka dituntut memiliki pengalaman yang dapat mereka implementasikan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Karena berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menyebabkan ilmu pengetahuan, teknik, dan teknologi menembus semua aspek kehidupan manusia dimana ketiganya memegang kunci untuk memenuhi banyak tantangan saat ini dan dimasa depan pada kehidupan manusia yang paling mendesak, Salah satunya yaitu mengenai krisis energi yang terjadi saat ini. Maka dari itu untuk dapat bersaing di abad 21 ini para siswa harus memiliki latar belakang yang kuat di ketiga bidang tersebut atau setidaknya para siswa memiliki pengetahuan yang cukup tentang sains dan teknik yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Untuk mengatasi hal tersebut komite amerika membuat standar baru dalam sains yang disebut NGSS yang didalamnya mengintegrasikan ketiga aspek yaitu ilmu pengetahuan, teknik, dan teknologi. Untuk meningkatkan ketiga aspek tersebut NGSS berkomitmen untuk mengintegrasikan engineering design dalam proses pembelajaran sains, yang diharapkan memberikan dasar engineering design pada siswa sehingga memungkinkan mereka terlibat dan bercita-cita untuk memecahkan tantangan sosial dan lingkungan utama yang akan mereka hadapi dalam beberapa dekade kedepan. Hal ini serupa dengan seruan yang terdapat pada kurikulum 2013 dalam kurikulum 2013 sendiri, di dalam pembelajarannya, peserta didik dipandang sebagai subjek yang mempunyai kemampuan aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Peserta didik berkesempatan mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya, siswa juga dalam pembelajaran perlu dipicu untuk memecahkan masalah, menemukan sesuatu dan belajar

menumbuhkan ide-ide yang dimilikinya sehingga mereka memahami dan dapat menerapkan pengetahuannya dalam kehidupan yaitu sesuai dengan kompetensi inti atau KI yang ada saat ini yaitu mengenai penerapan pengetahuan yang dapat berupa prakarya.

Engineering design atau desain rekayasa adalah proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan [1]. Desain rekayasa dalam NGSS (2013) adalah proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Ini adalah proses pengambilan keputusan (sering berulang), di mana ilmu-ilmu dasar, matematika, dan ilmu teknik diterapkan untuk secara optimal mengkonversi sumber daya untuk memenuhi tujuan yang dinyatakan. Proses desain adalah rangkaian peristiwa dan seperangkat panduan yang membantu menentukan titik awal yang jelas yang membuat perancang memvisualisasikan suatu produk dalam imajinasinya untuk mewujudkannya dalam kehidupan nyata secara sistematis tanpa menghambat proses kreatif mereka. The Next Generation Science Standards (NGSS) membagi pemikiran desain menjadi tiga tahap: 1) Mendefinisikan dan membatasi Masalah Teknik, 2) Mengembangkan Solusi yang Mungkin, dan 3) Mengoptimalkan Solusi Desain [2]. Tujuan desain rekayasa adalah untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi manusia dan memecahkan masalah ini melalui penemuan dan pengembangan objek atau proses. Dalam desain rekayasa peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ada desain rekayasa ini dapat dikatakan sesuai dengan permintaan dari tuntutan kurikulum 2013. tujuan NGSS mengintegrasikan *engineering design* adalah untuk menekankan pengetahuan kunci dan keterampilan yang semua siswa butuhkan untuk terlibat sepenuhnya sebagai pekerja, konsumen, dan warga di masyarakat abad ke-21.

Huruf "E" dalam kata STEM merupakan singkatan dari kata *engineering* atau teknik, hal ini yang membuat STEM berbeda dari ilmu pengetahuan biasa. Kurikulum STEM yang

baik menempatkan fokus yang berat pada proses "Engineering design". "Engineering design Process" (EDP) harus menjadi jantung dari pendekatan pemecahan masalah dalam materi pembelajaran. pendidikan STEM merupakan pendekatan yang menggabungkan kegiatan dunia nyata yang melibatkan salah satu dari empat disiplin yang seharusnya tidak diajarkan secara terpisah, seperti dalam dunia nyata keempat ilmu tersebut tidak dapat dipisahkan. Tujuan dari pendidikan STEM adalah untuk semua siswa belajar dan menerapkan konten dasar dan praktik disiplin STEM untuk situasi yang mereka hadapi dalam kehidupan [3]. Dalam Penelitian Gustiani didapatkan hasil bahwa dengan pembelajaran STEM dapat meningkatkan Keterampilan "Engineering design" pada siswa [4]. Maka dari itu pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dapat membuat siswa memiliki *engineering design behaviour* yang baik sehingga siswa dapat bersaing pada abad 21.

2. Bahan dan Metode

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian *Pre-Experimental Design*, dengan desain penelitian ini berbentuk *one-shot case study*. Menurut Sugiyono *one shot case study* adalah desain penelitian yang terdiri dari satu kelompok yang diberikan sebuah *treatment* atau perlakuan yang kemudian mengobservasi hasil tersebut [5]. Adapun bagan dari *one shot case study* adalah sebagai berikut

Tabel 1. Bagan desain *one shot case study*

X (Treatment)	O (Post-test)
Pemberian <i>treatment</i> pada variabel	Pengamatan atau pengukuran pada variabel

Pada tabel diatas X merupakan kelompok yang akan diberikan sebuah *treatment* dalam sebuah eksperimen dan O merupakan suatu pengukuran yang dilakukan setelah kelompok tersebut diberi sebuah *treatment*. Pada penelitian ini sebuah kelompok diberikan *treatment* yaitu pembelajaran IPA menggunakan pendekatan STEM. Penelitian ini dilakukan pada kelompok ekstrakurikuler STEM disalah satu sekolah SMP di kota Bandung yaitu berjumlah 32 siswa.

Siswa memulai kegiatan pembelajaran IPA menggunakan pendekatan STEM sebanyak tujuh pertemuan. Dimana pada

pertemuan ke-dua mereka diberi sebuah masalah setelah dipertemuan pertama mereka mendapatkan konsep dasar mengenai energi melalui *game*. masalah yang diberikan yaitu: terdapat sebuah desa yang tidak memiliki sumber aliran listrik. Namun, desa tersebut memiliki potensi sumber energi alternatif lain yang memadai seperti angin dan air. Pada pertemuan ini para siswa diberikan sebuah LKS untuk mengidentifikasi masalah dan memberikan solusi dari permasalahan tersebut dimana dalam pengerjaan LKS ini dipandu oleh instruktur STEM. Pada pertemuan ini juga siswa dituntut untuk membuat sebuah desain penyelesaian masalah yaitu desain alat yang menggunakan energi alternatif sebagai jawaban atas masalah yang ada. Dilanjutkan pertemuan selanjutnya adalah pembuatan alat dan uji coba alat serta presentasi alat yang dibuat.

Dari desain yang dibuat oleh siswa diamana merupakan sebuah solusi dari permasalahan yang diberikan kita dapat mengetahui *engineering design behaviour* siswa. Matriks Desain Pembelajaran dan Pengajaran diadaptasi dan digunakan dalam penelitian ini untuk mengkarakterisasi pola yang diamati pada *engineering design* siswa dalam pembelajaran. Matriks desain pembelajaran dan pengajaran berisi sembilan strategi desain teknik dan pola terkait [6]. Namun dalam penelitian ini hanya akan dibahas satu komponen dari sembilan komponen yang ada yaitu *represent ideas*. Rubrik *engineering design* siswa oleh Crismond dan Adams diadaptasi untuk menyesuaikan setiap indikator *engineering design* yang diamati selama proses pembelajaran dengan *engineering design* yang tercantum pada rubrik [6]. Setiap indikator dinilai dari 1 sampai 4 di mana setiap rating mewakili tingkat atau kategori perilaku *engineering design* siswa. Kategori tersebut disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Kategori *engineering design process*

Skala	Kategori
1	Beginning Designer
2	Emerged Designer
3	Developing Designer
4	Informed Designer

Adapun rubrik *engineering design* siswa untuk kategori *represent ideas* disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 3. rubrik *engineering design* siswa (*represent ideas*)

Beginning Designer (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengusulkan ide-ide dangkal yang tidak didukung dengan penyelidikan tentang sistem itu bekerja • Mengusulkan ide-ide dangkal yang tidak akan bekerja ketika dibangun
Emerged Designer (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengusulkan ide-ide dangkal yang tidak didukung oleh penyelidikan bagaimana sistem itu bekerja • Mengusulkan ide-ide dangkal yang akan bekerja jika dibangun
Developing Designer (3)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengusulkan ide-ide yang didukung dengan bagaimana sistem itu bekerja. • mengusulkan ide-ide yang akan bekerja jika dibangun
Informed Designer (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengusulkan ide-ide yang didukung dengan bagaimana sistem itu bekerja. • mengusulkan ide-ide yang akan bekerja jika dibangun • Mengembangkan pemahaman yang lebih bagaimana fungsi desain dengan membangun /menciptakan model virtual.

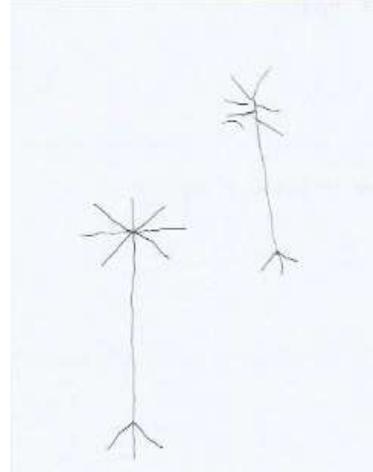
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori '*emerged designer*' dengan persentase sebanyak 62,5%, dan masih terdapat banyak siswa yang termasuk kedalam kategori *beginning designer* yaitu sebanyak 22%, dan ada pula siswa yang termasuk kedalam kategori *developing designer* yaitu sebanyak 15,5%, Namun tidak ada siswa yang termasuk kedalam kategori *informed designer*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran IPA berbasis STEM sudah dapat memunculkan *engineering design* siswa yaitu dalam kategori *represent ideas* namun masih memerlukan perbaikan dalam proses pelaksanaannya. Secara rinci data tersebut terlampir pada tabel berikut:

Tabel 4. Analisis *engineering design behaviour* siswa kategori *represent ideas*

Categorize	Jumlah siswa	%
Beginning designer	7	22
Emergd Designer	20	62,5
Developing designer	5	15,5
Informed designer	-	-

Berikut merupakan contoh desain siswa



Gambar 1. Contoh desain siswa kategori *beginning designer*

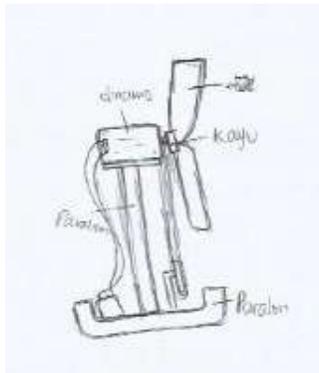
Gambar 1 menunjukkan contoh desain siswa dengan nilai 1. Desain tersebut diberi nilai 1 karena dalam desain tersebut siswa mengusulkan ide dangkal yang tidak didukung bagaimana sistem itu bekerja, serta mengusulkan ide yang tidak akan bekerja jika dibuat dilihat dari desain yang hanya berupa garis-garis saja.

Gambar 2 menunjukkan contoh desain siswa dengan kategori 2. Desain tersebut diberi nilai 2 karena dari desain yang dibuat desain tersebut dapat bekerja dalam menyelesaikan masalah namun pada desain tersebut tidak dijelaskan bagaimana sistem itu bekerja, sehingga tidak memberikan gambaran bagaimana sistem itu akan bekerja dalam menyelesaikan masalah.

Gambar 3 menunjukkan contoh desain siswa dengan kategori 3. Desain tersebut diberi nilai 3 karena pada desain tersebut terdapat sebuah dinamo dan kabel yang dibuat yang menjelaskan bagaimana sistem itu bekerja, dan ide yang diberikan akan bekerja jika dibuat.



Gambar 2. Contoh desain siswa kategori *Emerged designer*



Gambar 3. contoh desain siswa kategori *Developing designer*

Hal diatas sesuai dengan Crismond and Adams *Beginning designer* akan mengusulkan dan membuat sketsa ide-ide yang secara dangkal menyerupai solusi yang layak tetapi itu tidak mendukung penyelidikan mendalam tentang bagaimana suatu solusi mungkin berfungsi, dan tidak akan berfungsi jika dibangun [6]. *Informed designer* menggunakan kata-kata untuk mengeksplorasi dan mengkomunikasikan rencana desain mereka. Mereka membuat gambar, membuat prototipe fisik, dan membuat model virtual yang membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana fungsi desain mereka. Sedangkan menurut Newsletter Dan McCracken *Beginning*

designer menghasilkan ide dan sketsa yang menekankan aspek dangkal dari solusi potensial, yang tidak memiliki spesifikasi penting yang diperlukan agar ide-ide mereka dapat berfungsi saat dibangun, dan hanya menggunakan sedikit desain tersebut dalam pembuatan prototype [7,8].

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai *engineering design behaviour* siswa dengan menggunakan pembelajaran berbasis STEM, dapat disimpulkan bahwa *engineering design behaviour* siswa dalam aspek *represent ideas* sudah baik, Sebagian besar *engineering design behaviour* siswa sudah mulai muncul bahkan beberapa siswa sudah mulai berkembang *engineering design behaviour* nya.

5. Referensi

- [1] Haik, Yuosef, dkk. (2010). *engineering design process*. Cengage Learning
- [2] Next Generation Science Standards (NGSS). (2012). *Engineering Design In NGSS*. USA.
- [3] Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education - Challenges and Opportunities*. Virginia: NSTA Press.
- [4] Gustiani Gustiani, Ineu. (2016). *Learning Science through STEM Based Instructional Material: Its Effectiveness in Improving Students' Conceptual Understanding and Its Effect towards Engineering Design Behaviors and Teamwork Skills*. Bandung: Thesis Universitas Pendidikan Indonesia
- [5] Sugiyono. (2016). *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- [6] Crismond, David P, Adams, Robin S (2012). *Journal of Engineering Education: The Informed Design Teaching and Learning Matrix*, Vol. 101.
- [7] Newstetter, & M. McCracken (Eds). (2001). *Design knowing and learning: Cognition in design education*. Amsterdam: Elsevier.
- [8] Gustafson, B., MacDonald, D., & Gentilini, S. (2007). Using talking and drawing to design: Elementary children collaborating with university industrial design students. *Journal of Technology Education* 19(1), 19-34.