

Stimulasi Berpikir Komputasi Melalui *Digital Storytelling* Menggunakan CoSpaces Edu

Yeni Anistiyasari¹, Ekohariadi², Shintami C Hidayati³

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

lyenian@unesa.ac.id

ekohariadi@unesa.ac.id

²Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

shintami@its.ac.id

Abstrak— *Digital storytelling* memberikan pendekatan pedagogis untuk mendorong mahasiswa berpikir algoritmik dan keterampilan mendongeng untuk membuat cerita yang bermakna dan relevan dengan kebutuhan dan minat pribadi. Penelitian ini memanfaatkan CoSpaces Edu berbasis animasi 3D sebagai perangkat untuk menciptakan *digital storytelling*. Jumlah responden yang digunakan yaitu 120 mahasiswa non-teknik di tahun pertama. Mahasiswa diminta membuat *digital storytelling* kemudian pengajar menilainya berdasarkan rubrik penilaian yang tersedia. Dimensi berpikir komputasi terdiri dari *Abstraction, Paralellism, Logical Thinking, Synchronization, Flow Control, User Interactivity, dan Data Representation*. Sedangkan dimensi *digital storytelling* yaitu *Ide, Pengorganisasian, Voice & Tone, Pemilihan kata, Penyusunan kalimat, dan Convention*. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan SEM-PLS. Hasil model pengukuran memenuhi persyaratan seperti reliabilitas, validitas konvergen, dan diskriminan. Begitu pula dengan hasil struktural menunjukkan bahwa *digital storytelling* berpengaruh signifikan positif terhadap berpikir komputasi.

Kata Kunci— animasi 3D, berpikir komputasi, CoSpaces Edu, *digital storytelling*, SEM-PLS.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan untuk siswa dan guru melalui metode pengajaran baru yang inovatif, kemajuan teknologi, dan program yang dirancang untuk membuat teknologi itu tersedia untuk sebanyak mungkin sekolah. Dalam lima tahun terakhir, pendidikan telah berubah dalam banyak hal begitu cepat sehingga sulit untuk mengatakan apa yang akan menyebabkan semua pergolakan ini. Namun dalam arti luas, tidak sulit untuk melihat bahwa semua perubahan ini mengarah pada satu arah: peningkatan kesempatan pendidikan” bagi semua siswa.

Storytelling telah banyak diterapkan dalam komunikasi dan beragam domain pekerjaan seperti: penguasaan bahasa, pendidikan keperawatan, profesi kesehatan, pekerjaan sosial, kurikulum jurnalisisme, business intelligent, dan pemasaran [1]–[4]. Di pendidikan tinggi, *storytelling* juga digunakan sebagai strategi pembelajaran untuk mengajak mahasiswa menggunakan media kontemporer dalam membentuk dan menafsirkan apa yang mereka persepsikan dan pelajari melalui konten cerita. Dengan kemajuan aplikasi teknologi

dalam desain 3D, Augmented Reality (AR), dan Virtual Reality (VR), cerita dapat diciptakan kembali dengan berbagai bentuk interaksi [5]. Di pendidikan tinggi, mahasiswa didorong untuk mempelajari penggunaan alat canggih untuk membuat cerita.

Di masa lalu, cerita disajikan dalam bentuk teks. Namun, teknologi yang berkembang telah mengubah media di mana cerita dituturkan. Sebagian besar teknologi tersebut didukung oleh ruang cerita 3D bersama dengan penggunaan kode blok untuk mengarahkan adegan [2]. *Digital storytelling* menyatukan elemen dan skenario multimedia untuk desain suasana dalam konteks cerita. Memahami proses pengambilan keputusan yang kompleks, seperti menganalisis konten/penonton dan pertimbangan artistik untuk memanfaatkan penggunaan media untuk karya akhir selama proses pembuatan termasuk hal penting [4]. Upaya mahasiswa beradaptasi dengan *digital storytelling* dihubungkan dengan keterampilan komputasi dan keterampilan kreatif juga perlu diperhatikan [3].

Coding for storytelling memberikan pendekatan pedagogis untuk mendorong mahasiswa tentang berpikir algoritmik dan keterampilan mendongeng untuk membuat cerita yang bermakna dan relevan dengan kebutuhan dan minat pribadi [6]. Melalui pengkodean, *digital storytelling* memberikan mahasiswa kesempatan untuk melatih keterampilan berpikir algoritmik dalam mengurutkan, menyusun, dan mengklarifikasi ekspresi dalam konten cerita. Proses tersebut juga mendorong keterampilan berpikir naratif dan reflektif dari pembuatan cerita [7]. Dengan fitur yang disematkan pada *tool* untuk *storytelling*, mahasiswa dapat memahami konsep pemrograman menggunakan gaya belajar kognitif yang beragam, termasuk visual, auditori, kinestetik, membaca dan menulis untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam pengkodean [6]. Artikel yang disajikan adalah prototipe untuk menggunakan Virtual reality dalam pendidikan.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang integrasi teknologi inovatif ke dalam *storytelling* yang akan mendorong berpikir komputasi kreatif. Dalam penelitian ini, alat pengkodean blok (*block coding tool*), CoSpaces Edu, digunakan sebagai ruang desain cerita 3D. Pada CoSpaces Edu, beragam adegan desain 3D disediakan dalam sistem [8]. Mahasiswa dapat menggabungkan objek dan karakter yang berbeda dan mempelajari pemrograman berbasis blok untuk memanipulasi objek dan karakter dalam adegan. Dalam desain

cerita, berbagai antarmuka cerita dan elemen interaktif dapat diterapkan, seperti interaksi AR atau VR, editor blok untuk respons interaktif, gerakan kamera, dan animasi objek 3D.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh *digital storytelling* terhadap keterampilan berpikir komputasi. Artikel ini disusun atas menjadi beberapa bagian: bagian II berisi tinjauan pustaka, bagian III adalah metode penelitian, bagian IV yaitu hasil dan pembahasan, serta ditutup bagian V yaitu Kesimpulan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Digital story-telling memungkinkan programmer menjadi storyteller yang kreatif dengan menggunakan berbagai teknologi. Cerita digital mencakup lebih dari satu karakter dan adegan. Selain Scratch, CoSpace Edu memungkinkan pengguna untuk memprogram karakter-karakter ini untuk bergerak secara menarik. Keunggulan CoSpace Edu adalah memiliki fitur untuk membuat animasi 3D, virtual reality, dan augmented reality. Menggabungkan literasi digital dan desain multimodal dengan *storytelling* didefinisikan sebagai digital *storytelling* [6]. Proses *storytelling* dapat membantu mengembangkan keterampilan. Memasukkan *storytelling* dalam kegiatan pembelajaran menumbuhkan motivasi siswa. Mengintegrasikan teknologi dengan *story-telling* memberikan pembelajaran mendalam bagi mahasiswa melalui sintesis citra dan representasi verbal dengan pemahaman mereka sendiri.

Berpikir komputasi melibatkan lima proses kognitif dengan tujuan menyelesaikan masalah secara efisien dan kreatif yaitu: (1) *problem reformulation* yaitu mengubah bentuk permasalahan menjadi sesuatu yang dapat dipecahkan dan familiar; (2) *recursion* adalah membangun sebuah sistem yang berkelanjutan sesuai informasi sebelumnya; (3) *problem decomposition* digunakan untuk menyederhanakan dan memecah masalah ke beberapa bagian; (4) *abstraction* ialah memodelkan aspek inti dari masalah atau sistem; (5) *systematic testing* yaitu melakukan kegiatan tertentu untuk menghasilkan solusi [9].

Definisi lain dikemukakan oleh Brennan & Resnick [10], kerangka kerja berpikir komputasi dikembangkan dalam konteks menggunakan Scratch sebagai perangkat *coding blocks* yang mendukung berpikir komputasi. Menurutnya, berpikir komputasi dibagi menjadi tiga bidang yaitu konsep, praktik, dan perspektif. Konsep berpikir komputasi yaitu konsep yang biasa digunakan programmer, dibagi menjadi tujuh yaitu: (1) *sequences*: instruksi bagi komputer untuk mengeksekusi perlakuan; (2) *loops*: mengulang instruksi yang sama sebanyak jumlah tertentu; (3) *parallelism*: persetujuan beberapa instruksi; (4) *events*: pemicu terjadinya tindakan tertentu untuk menciptakan lingkungan yang interaktif; (5) *conditionals*: batasan dalam pelaksanaan instruksi dan memungkinkan untuk hasil yang berbeda; (6) *operators*: operasi string dan matematika; (7) *data*: penyimpanan data, penemuan kembali, dan perbaruan data.

Pada dasarnya, CoSpaces Edu serupa dengan Scratch yang mana keduanya termasuk *coding blocks* dengan tetapi lebih ke animasi 3D dan fitur-fitur pendukungnya. Perbedaan *script*

antara Scratch dan CoSpaces Edu tersedia dalam *resources* berjudul *From Scratch to CoBlocks* yang dapat diakses pada laman <https://cospaces.io/edu/From-Scratch-to-CoBlocks.pdf>. CoSpaces Edu terdiri dari *key coding blocks* yaitu *events*, *transform*, *data*, *actions*, *control*, dan *operators*.

III. METODE

A. Desain Penelitian

Penelitian dilakukan pada mahasiswa non-teknik yang mengikuti mata kuliah Literasi Digital pada tahun 2021. Jumlah responden yang digunakan yaitu 120 mahasiswa. Penelitian menggunakan desain *one-group posttest*. Mahasiswa diberikan materi tentang CoSpaces Edu (X) pada kelas eksperimen. Selanjutnya mahasiswa diberi tugas membuat *digital storytelling* (O). Tahapan ketika pembuatan *digital storytelling* yaitu analisis, desain, integrasi, dan perbaikan.

B. Instrumen Penelitian

Instrumen untuk mengukur Berpikir komputasi adalah rubrik penilaian yang diadaptasi dari Brennan & Resnick [11]. Definisi dimensi ditunjukkan pada Tabel I sedangkan rubrik penilaian ditunjukkan di Tabel II. Selain instrumen penilaian, penelitian ini juga dilengkapi dengan rencana pembelajaran yang disediakan secara online oleh Tim CoSpaces Edu di laman <https://cospaces.io/edu/storytelling-lesson-plan.pdf>. Gambar 1 adalah tangkapan layar untuk rencana pembelajaran tersebut. Rencana pembelajaran yang tersedia diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia untuk memudahkan kegiatan belajar.

TABEL I
DIMENSI DAN DEFINISINYA

No	Dimensi	Definisi
1	<i>Abstraction</i>	Menggunakan <i>script</i> untuk membuat digital <i>storytelling</i>
2	<i>Paralellism</i>	Menggunakan <i>message</i> untuk membuat digital <i>story-telling</i>
3	<i>Logical Thinking</i>	Menggunakan <i>if-else</i> untuk membuat digital <i>storytelling</i>
4	<i>Synchronization</i>	Menggunakan <i>wait-until</i> untuk membuat digital <i>storytelling</i>
5	<i>Flow control</i>	Menggunakan <i>repeat-until</i> untuk membuat digital <i>storytelling</i>
6	<i>User Interactivity</i>	Menggunakan audio untuk membuat digital <i>storytelling</i>
7	<i>Data representation</i>	Menggunakan variabel untuk membuat digital <i>storytelling</i>

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

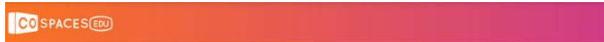
A. Pembuatan Digital Storytelling

Storytelling diawali dengan pemilihan cerita sesuai dengan minat mahasiswa dan target audiens yang dituju. Mahasiswa juga mencari sumber informasi yang mendukung tema cerita dari website, YouTube, galeri CoSpaces Edu, dan sumber lain.

Topik yang paling banyak dipilih adalah kehidupan sosial dan cerita fabel. Selanjutnya adalah tahap desain. Untuk merancang alur cerita, mahasiswa didorong berpikir dan bekerja secara kreatif untuk mendesain adegan yang dibutuhkan. Mereka juga menuliskan narasi untuk menggambarkan latar cerita, karakteristik, dan tema untuk membuat cerita. Untuk mengurutkan cerita dan membantu pemikiran algoritmik dalam pengkodean dengan CoSpaces, mahasiswa merancang *flowchart* sebagai representasi langkah-langkah logis cerita.

TABEL II
RUBRIK PENILAIAN BERPIKIR KOMPUTASI

No	Dimensi	Skor 1	Skor 2	Skor 3
1	<i>Abstraction</i>	Lebih dari 1 script	Menggunakan blok	Menggunakan clones
2	<i>Paralellism</i>	Dua script dijalankan pada satu animasi	Dua script dijalankan ketika sebuah tombol keyboard ditekan	Dua scripts dijalankan ketika <i>I received message</i> dan <i>create clone</i>
3	<i>Logical Thinking</i>	<i>If</i>	<i>If- else</i>	<i>Logic operation</i>
4	<i>Synchroniz ation</i>	<i>Wait for</i>	<i>Broadcast, when I receive message, stop all, stop program</i>	<i>Repeat</i>
5	<i>Flow control</i>	Blok sekuensial	<i>Repeat, forever</i>	<i>break out of loop</i>
6	<i>User Interactivit y</i>	<i>When my item is clicked</i>	<i>When key is pressed</i>	<i>Play sound, play video, stop sound, stop video</i>
7	<i>Data representati on</i>	Modifikasi properti dari <i>sprite</i>	Operasi variabel	Operasi daftar



Storytelling Lesson plan

Created by the CoSpaces team

Education level: Adaptable to any
Subject: STEAM, social sciences, languages, ELA
Format: Individual or in groups
Duration: Approx. 2 hours



Introduction and lesson objectives:

Letting students tell their own story is one of the best ways to help them develop their imagination. There are many ways you can teach your students storytelling with CoSpaces Edu, including:

Gbr. 1 Rencana pembelajaran yang disediakan CoSpaces Edu.

Mahasiswa membuat deskripsi tekstual dari adegan cerita dan mengumpulkan objek dan bahan (seperti dinding, tanaman, batu, bata, dll.) dari database 3D atau situs web eksternal untuk membangun komponen pemandangan (seperti taman, hutan, dan rumah). Mahasiswa mempelajari dasar-dasar manipulasi objek 3D termasuk penskalaan, rotasi, dan gerakan dengan mengontrol sumbu x, y, dan z. Pengalaman itu baru bagi sebagian besar mahasiswa. Mereka belajar memanipulasi objek 3D dengan melabeli objek, menyeret kode blok, dan mengatur objek untuk dieksekusi. Dosen juga membantu siswa dengan petunjuk dan bimbingan untuk memastikan bahwa tidak ada langkah penting yang terlewatkan.

Untuk bekerja dengan *blocks coding*, mahasiswa sering beralih antara kode blok dan adegan cerita untuk memeriksa tindakan dan peristiwa yang terjadi dalam cerita. Cerita-cerita tersebut diuji dan dimodifikasi. Banyak siswa mulai dengan urutan linier memanipulasi adegan dan tindakan. Setelah menjadi lebih akrab dengan pengoperasian CoSpaces Edu, muncul ide-ide baru tentang cabang dan struktur perulangan, dan berusaha untuk mencoba dan merevisi guna memperdalam isi cerita. Gbr 2 menampilkan contoh *digital storytelling* yang dibuat oleh mahasiswa.



Gbr. 2 Contoh *digital storytelling* yang dibuat melalui CoSpaces Edu.

B. Penilaian Berpikir Komputasi

Penelitian ini memanfaatkan CoSpaces Edu sebagai sistem perangkat lunak untuk *digital storytelling* untuk mengekspresikan secara digital cerita terkait dengan kehidupan sehari-hari atau cerita moral dari sebuah fabel melalui animasi. Tabel III merepresentasikan skor yang diperoleh mahasiswa untuk kompetensi berpikir komputasi untuk setiap dimensi. Rata-rata skor berpikir komputasi berada pada rentang 2,13 – 2,57. Median dengan nilai 2 diperoleh untuk dimensi *Abstraction*, *Paralellism*, *Logical Thinking*, *Synchronization*, dan *Flow Control* sedangkan median untuk *User Interactivity* dan *Data Representation* adalah 3. Modus untuk empat dimensi Berpikir komputasi yang pertama adalah 2 dan selanjutnya adalah 3. *Standard Deviation* untuk dimensi Berpikir komputasi berada pada rentang 0,81-1,10.

C. Penilaian Digital Storytelling

Rubrik penilaian *digital storytelling* mengadopsi dari penelitian [12]. Dimensi yang digunakan yaitu ide, pengorganisasian, tone, pemilihan kata, penyusunan kalimat, dan tata tulis. Rubrik memiliki skala 1-4. Hasil penilaian *digital storytelling* ditampilkan pada Tabel IV. Rata-rata skor *digital storytelling* adalah 2,44-2,66. Median untuk semua dimensi selain *convention* adalah 3,00 sedangkan untuk *convention* adalah 2,00. Modus untuk dimensi ide adalah 1, skor 2 untuk dimensi *convention*, skor 3 untuk Pemilihan kata dan Penyusunan kalimat, serta sisanya adalah 4. Standar deviasi berkisar pada nilai 1,09-1,18.

TABEL III
 HASIL PENILAIAN BERPIKIR KOMPUTASI

No	Dimensi	Mean	Median	Modus	SD
1	Abstraction	2,29	2,00	2,00	0,85
2	Paralellism	2,19	2,00	2,00	0,81
3	Logical Thinking	2,24	2,00	2,00	0,81
4	Synchronization	2,13	2,00	2,00	0,81
5	Flow Control	2,34	2,00	3,00	1,04
6	User Interactivity	2,44	3,00	3,00	1,10
7	Data Representation	2,57	3,00	3,00	1,00

TABEL IV
 HASIL PENILAIAN DIGITAL STORYTELLING

No	Dimensi	Mean	Median	Modus	SD
1	Ide	2,50	3,00	1,00	1,18
2	Pengorganisasian	2,66	3,00	4,00	1,15
3	Voice & Tone	2,66	3,00	4,00	1,11
4	Pemilihan kata	2,50	3,00	3,00	1,12
5	Penyusunan kalimat	2,50	3,00	3,00	1,12
6	Convention	2,44	2,00	2,00	1,09

TABEL V
 HASIL KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST OF NORMALITY

Dimensi	p-value	Dimensi	p-value
Abstraction	< .00001	Ide	.00045
Paralellism	< .00001	Pengorganisasian	.00006
Logical Thinking	< .00001	Voice & Tone	.00036
Synchronization	< .00001	Pemilihan kata	.00016
Flow control	.00013	Penyusunan kalimat	.00011
User Interactivity	< .00001	Convention	.00048
Data representation	.00007		

D. Hasil Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk menguji pengaruh *digital story telling* adalah *Structural Equation Modeling* dengan variabel X adalah keterampilan membuat *digital storytelling* dan Y adalah keterampilan berpikir komputasi.

Model hubungan kedua variabel tersebut ditunjukkan pada Gbr 3.

Sebelum menentukan jenis analisis parametrik atau nonparametrik, dilakukan uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test of Normality*. P-value menunjukkan data normal jika bernilai > 0,05. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel V. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data tidak memenuhi syarat normalitas. Dengan demikian, digunakan analisis SEM-PLS.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel VI, ketika dilakukan uji validitas konvergen, diperoleh (1) *loading factor* semua item lebih tinggi dari 0,7, (2) realibilitas komposit setiap item lebih tinggi dari 0,7, dan (3) AVE lebih tinggi dari 0,5. Dalam pengertian ini, dapat disarankan bahwa model pengukuran mendukung validitas konvergen. Tabel VII menampilkan korelasi antar subdimensi mengenai validitas dan reliabilitas model pengukuran.

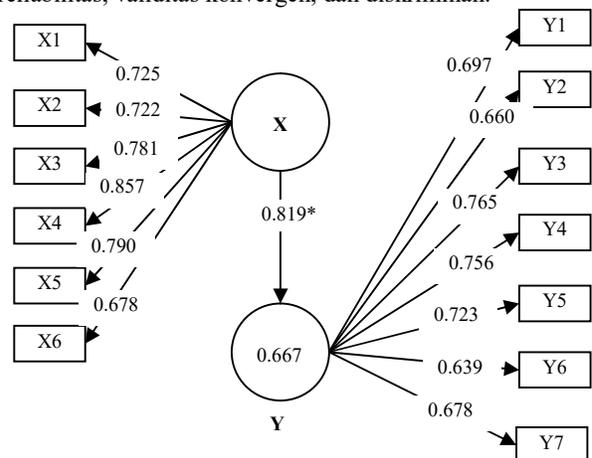
TABEL VI
 MODEL PENGUKURAN

	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	AVE
Berpikir komputasi	0.745	0.767	0.763
Digital Story Skills	0.906	0.842	0.868

TABEL VII
 HASIL KORELASI

	Berpikir komputasi	Digital Story Skills
Berpikir komputasi	0.713	
Digital Story Skills	0.791	0.810

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel VII, semua nilai korelasi lebih kecil dari nilai diagonal. Hasil korelasi dan akar kuadrat dari nilai AVE telah dibandingkan untuk menguji validitas diskriminan. Berdasarkan temuan tersebut terlihat bahwa model pengukuran memenuhi persyaratan seperti reliabilitas, validitas konvergen, dan diskriminan.



Gbr. 3 Model hubungan *digital storytelling* dan berpikir komputasi.

Semua koefisien jalur dalam model dianalisis melalui "prosedur bootstrap dari 5000 sampel" dan "uji-t dua sisi", dan temuannya disajikan pada Gbr 3. Ketika dilakukan pengujian terhadap koefisien jalur, urutan signifikansi variabel di mana tingkat *digital storytelling* mempengaruhi berpikir komputasi. Hasil menunjukkan bahwa *digital storytelling* berpengaruh signifikan positif terhadap berpikir komputasi dengan *p-value* 0,033 pada taraf signifikansi 0,05.

Dalam penelitian ini, penulis mendeskripsikan hubungan *digital storytelling* dan *computational*. Dengan pertumbuhan mengintegrasikan pendekatan berpikir komputasi ke dalam kurikulum, banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, tetapi tidak ada yang berfokus pada mengaitkan berpikir komputasi dan pembelajaran bahasa [13]. Hasil eksperimen dalam penelitian ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan berpikir komputasi ke dalam *digital storytelling* memberikan mekanisme pembelajaran yang efektif untuk memotivasi pembelajaran siswa dan meningkatkan kinerja mereka.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang *digital storytelling* sejalan dengan hasil penelitian ini. Misalnya, sebuah penelitian yang dilakukan oleh [7] mempelajari dampak metode *digital storytelling* terhadap motivasi belajar dan kinerja 64 siswa kelas enam. Studi ini mengamati dampak positif dari *digital storytelling* yang diusulkan pada produktivitas bahasa dari kelompok eksperimen. Studi serupa lainnya menguji dampak kerja individu terhadap kerja kelompok pada emosi dan kemandirian siswa ketika terlibat dalam mendongeng digital. Temuan penelitian menegaskan perbedaan penting antara siswa individu dan kerja kelompok dalam *digital storytelling* [1].

Seperti yang disarankan oleh [6], kuliah Pemrograman Dasar yang menggunakan Scratch sebagai alat pembelajaran berbasis permainan dapat mengatasi kecemasan dalam belajar [14]. Secara khusus, mengembangkan berpikir komputasi pada kurikulum memiliki efek konstruktif pada kinerja matematika siswa dan mengurangi tingkat kecemasan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa menggabungkan berpikir komputasi mengurangi kecemasan siswa dengan menyediakan teknik pemecahan masalah yang dapat mereka gunakan dalam kegiatan belajar mereka. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya [15].

V. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang kegiatan pembelajaran di mana berpikir komputasi diintegrasikan ke dalam *digital storytelling*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa *digital storytelling* secara signifikan positif mempengaruhi berpikir komputasi. Memahami berpikir komputasi akan memberikan siswa dasar untuk memecahkan masalah, dan akan menjadi salah satu kemampuan inti mendasar dalam semua langkah kehidupan di abad ke-21. Menerapkan kegiatan *digital storytelling* berbasis berpikir komputasi menjembatani kesenjangan antara kelas dan dunia nyata, menjadikan pembelajaran lebih menarik, menyenangkan, dan santai, serta meningkatkan motivasi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat membantu akademisi dan peneliti untuk mengintegrasikan *digital storytelling* ke dalam kurikulum pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar. Selain itu, temuan ini dapat mendorong pemangku kebijakan untuk menerapkan kurikulum berpikir komputasi di perkuliahan lebih dari yang selama ini terjadi.

Penelitian ini dilakukan dengan ukuran sampel yang kecil dan semua partisipan adalah mahasiswa tahun pertama. Ini membatasi generalisasi hasil. Kekurangan kedua adalah durasi eksperimen. Studi lebih lanjut dapat dilakukan untuk menyelidiki hasil tes pada durasi jangka panjang. Akhirnya, disarankan bagi pengajar agar memahami berpikir komputasi dan apa yang diperlukan untuk memastikan bahwa peserta didik mengembangkan kemampuan ini secara lebih efisien.

REFERENSI

- [1] M. Kordaki dan P. Kakavas, "Digital Storytelling As An Effective Framework For The Development Of Computational Thinking Skills," in *International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2017, hal. 1–10, doi: 10.21125/edulearn.2017.2435.
- [2] R. Vinayakumar, K. Soman, dan P. Menon, "Digital Storytelling Using Scratch: Engaging Children Towards Digital Storytelling," Okt 2018, doi: 10.1109/ICCCNT.2018.8493941.
- [3] P. R. Lim dan N. M. Noor, "Digital Storytelling as a Creative Teaching Method in Promoting Secondary School Students' Writing Skills," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 13, no. 7, hal. 117–128, 2019, Diakses: Mei 19, 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://onlinejour.journals.publicknowledgeproject.org/index.php/ijim/article/view/10798>.
- [4] A. Smith dkk., "Designing Block-Based Programming Language Features to Support Upper Elementary Students in Creating Interactive Science Narratives," in *SIGCSE*, 2020, hal. 1327, doi: 10.1145/3328778.3372653.
- [5] E. Abbasi, Faima; Waseem, Ayesha; Ashraf, "Augmented Reality Based Teaching In Classrooms," *Int. Conf. Commun. Comput. Digit. Syst. Augment.*, hal. 259–264, 2017, doi: 10.1109/C-CODE.2017.7918939.
- [6] Y. T. C. Yang dan W. C. I. Wu, "Digital storytelling for enhancing student academic achievement, critical thinking; Learning motivation: A year-long experimental study," *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 2, hal. 339–352, Sep 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2011.12.012.
- [7] Y. T. C. Yang, Y. C. Chen, dan H. T. Hung, "Digital storytelling as an interdisciplinary project to improve students' English speaking and creative thinking," *Comput. Assist. Lang. Learn.*, 2020, doi: 10.1080/09588221.2020.1750431.
- [8] T. Rayna dan L. Striukova, "Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 164, hal. 120391, Mar 2021, doi: 10.1016/J.TECHFORE.2020.120391.
- [9] J. M. Wing, "Computational thinking and thinking about computing," *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.*, vol. 366, no. 1881, hal. 3717–3725, 2008, doi: 10.1098/rsta.2008.0118.
- [10] L. Gillott, A. Joyce-Gibbons, dan E. Hidson, "Exploring and Comparing Computational Thinking Skills in Students Who Take GCSE Computer Science and Those Who Do Not," *Int. J. Comput. Sci. Educ. Sch.*, vol. 3, no. 4, 2020, doi: 10.21585/ijcses.v3i4.77.
- [11] K. Brennan dan M. Resnick, "New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking," in *American Educational Research Association*, 2012, hal. 1–25.
- [12] H. L. Andrade, Y. Du, dan X. Wang, "Putting Rubrics to the Test: The Effect of a Model, Criteria Generation, and Rubric-Referenced Self-Assessment on Elementary School Students' Writing," *Educ. Meas. Issues Pract.*, vol. 27, no. 2, hal. 3–13, 2008.
- [13] J. Frew dkk., "The Alexandria digital library architecture," *Int. J. Digit. Libr.*, vol. 2, no. 4, hal. 259–268, 2000, doi: 10.1007/s007990050004.

- [14] H. W. Marsh dan A. S. Yeung, "Causal effects of academic self-concept on academic achievement: Structural equation models of longitudinal data," *J. Educ. Psychol.*, vol. 89, no. 1, hal. 41–54, 1997, doi: 10.1037/0022-0663.89.1.41.
- [15] A. Morihata, "Incremental computing with data structures," *Sci. Comput. Program.*, vol. 164, hal. 18–36, Okt 2018, doi: 10.1016/J.SCICO.2017.04.001.