



## **Model Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) - Metaphorming untuk Keterampilan Belajar dan Inovasi**

Auliana Nasution<sup>1</sup>, Elia Putri<sup>2</sup>

Informatika, Universitas Battuta, Indonesia

PMIPA, Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah, Indonesia

Corespondensi : ([liana96782@gmail.com](mailto:liana96782@gmail.com))

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas model pembelajaran POGIL-Metaphorming dalam meningkatkan keterampilan belajar dan inovasi mahasiswa pada mata kuliah kriptografi. Model ini mengintegrasikan Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) dan Metaphorming untuk menciptakan lingkungan belajar aktif dan berpusat pada mahasiswa, yang relevan dengan kebutuhan keterampilan abad ke-21. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode quasi jenis None-equivalent Control Group Design. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model POGIL-Metaphorming efektif dalam meningkatkan hasil belajar pada tiga domain keterampilan. Pada ranah kognitif, mahasiswa kelompok eksperimen mengalami peningkatan pemahaman konsep kriptografi yang signifikan, dengan nilai N-gain sebesar 0,57 dibandingkan 0,49 pada kelompok kontrol. Dalam ranah afektif, mahasiswa menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi dan kolaborasi dengan rerata keterampilan sebesar 78,82, lebih tinggi dari kelompok kontrol. Pada ranah psikomotor, kelompok eksperimen memiliki keterampilan praktis yang lebih baik dengan rerata 78,59 dibandingkan 72,40 pada kelompok kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa model POGIL-Metaphorming relevan dalam mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan teknologi informasi dengan kriptografi di era globalisasi.

**Kata kunci :** *POGIL, Metaphorming, Keterampilan belajar dan Inovasi.*

### **PENDAHULUAN**

Paradigma pembelajaran abad XXI menuntut mahasiswa mempunyai pengetahuan, kemampuan dan keahlian agar berhasil dalam pekerjaan dan kehidupannya. Keterampilan belajar dan inovasi adalah keterampilan yang diakui dapat menyambut tantangan abad ke-21 yang semakin kompleks, meliputi 1) keterampilan berpikir kritis serta mengatasi masalah, 2) kemampuan berkomunikasi, 3) kemampuan berkolaborasi dan 4) keterampilan berpikir kreatif dan inovasi (Bernie Trilling, 2010; Bialik et al., 2015). Sejalan dengan Permendikbud no. 3 tahun 2020 pasal 11 ayat 10 menyatakan lulusan bisa meraih capaian pembelajaran dengan berbagai proses belajar yang fokus pada peningkatan kreativitas, kapasitas, kepribadian, dan kebutuhan peserta didik, dan meningkatkan kemandirian untuk mendapatkan serta menemukan pengetahuan. Oleh karena itu mahasiswa harus belajar berpikir kreatif, merencanakan secara sistematis, menganalisis secara kritis, bekerja secara kolaboratif, berkomunikasi dengan jelas, mendesain secara berulang, dan belajar terus menerus (Pinto & Escudeiro, 2014).

Keterampilan belajar dan inovasi merupakan keterampilan yang diakui mampu menghadapi tantangan abad ke-21 yang semakin kompleks. Keterampilan ini meliputi kreativitas (*creativity*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berkolaborasi (*collaboration*) dan berkomunikasi (*communication*) (Partnership for 21st Century learning, 2015; Association, 2010).

Beberapa peneliti menyebutkan bahwa kemampuan mahasiswa masih rendah dalam memahami konsep dan penerapannya dalam komputer (Sobaih et al., 2016; Khalid & Zainuddin, 2018), keterampilan dalam menganalisis dan pemecahan masalah, penyajian data, dan analisis grafis (Henderson, 2000; Yeh et al., 2020),

keterampilan berpikir tingkat lanjut (Hutauruk, 2017), kemandirian belajar mahasiswa (Rifanti & Pujiharsono, 2018), kemampuan inovasi praktis (Lu et al., 2019), kemampuan berfikir kritis (Nopriana & Noto, 2017), kreatifitas berfikir (Hernita & Djamas, 2019), kemampuan komunikasi dan mahasiswa tidak terlibat aktif dalam pembelajaran (Sagala, 2012), mahasiswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep teknis, terutama pada bidang komputer dan teknologi, serta menunjukkan rendahnya minat dalam bidang kriptografi (Sobaih et al., 2016; Khalid & Zainuddin, 2018). Dalam konteks pembelajaran kriptografi, keterampilan ini sangat penting mengingat kriptografi adalah ilmu yang memerlukan pengetahuan matematika, algoritma, serta kemampuan untuk menerapkan konsep pemrograman dalam keamanan informasi (Ariyus, 2006). Kompleksitas materi kriptografi sering kali menimbulkan ketidakminatan mahasiswa, yang berdampak pada rendahnya hasil belajar mereka (Hu & Shepherd, 2014; Lonsdale, 2007).

Pembelajaran dikelas juga menunjukkan: (1) mahasiswa tidak aktif dalam pembelajaran, (2) tidak berpartisipasi dalam bekerja kelompok, (3) beberapa mahasiswa mengumpulkan tugas mandiri yang sama dengan temannya, (4) tugas proyek tidak bervariasi, (5) beberapa mahasiswa saat diberikan tugas kelompok malah mengerjakannya sendiri. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan belajar dan inovasi mahasiswa masih rendah. Cobo mengidentifikasi dan menyimpulkan sejumlah temuan dalam literatur yang menjadi tren atas rendahnya keterampilan dan inovasi yaitu : 1) pendidikan formal tidak sesuai dengan tantangan sebuah masyarakat inovatif, 2) perpindahan dari apa yang kita pelajari ke metode kita belajar, 3) keterkaitan teknologi digital serta isi yang berfluktuasi, 4) konsep ruang-waktu yang selalu berubah serta berfokus pada pembelajaran sepanjang hayat, serta 5) peningkatan *soft skill* (Cobo, 2013).

Berdasarkan hal tersebut, untuk meningkatkan hasil pendidikan, perlu dilakukan peningkatan terhadap kualitas pembelajaran dengan mencari strategi atau metode pembelajaran yang efektif dan sesuai dengan nilai-nilai *softskill* sehingga keberhasilan yang dicapai seimbang antara ranah kognitif, afektif dan psikomotorik (Sagala, 2012). Salah satu upaya yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan melakukan pembaharuan terhadap model pembelajaran (Neu Jan Tan @ Atan & Kadir, 2020). Dengan merujuk pada teori-teori pendidikan yang relevan digunakan model POGIL yang diintegrasikan dengan *Metaphorming*.

Model POGIL-Metaphorming menggunakan pendekatan konstruktivisme berfungsi sebagai teori pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa memperoleh pengetahuan melalui proses aktif. Teori konstruktivisme ini berpendapat bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika mahasiswa terlibat dalam menemukan dan mengatur pengetahuannya secara mandiri melalui tantangan yang mereka hadapi dalam kelas, yang memungkinkan mereka membangun pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep yang dipelajari (Sudira, 2016; Khan et al., 2011). Selain itu, teori kognitivisme memandang pembelajaran sebagai proses internal yang terjadi melalui pemahaman, ingatan, dan pemecahan masalah, di mana mahasiswa mengalami proses belajar berbasis siklus yang melibatkan asimilasi, akomodasi, dan keseimbangan untuk membangun pengetahuan baru (Ormron, 2011). Dalam konteks digital modern, konektivisme juga menjadi relevan sebagai teori yang mengakui pembelajaran sebagai proses menghubungkan informasi melalui jaringan, termasuk teknologi digital yang digunakan mahasiswa untuk mengaitkan berbagai konsep lintas bidang (Siemens, 2005). Model POGIL-Metaphorming juga mengadopsi teori pemrosesan informasi, salah satu model yang merupakan landasan untuk melakukan inovasi dan kreasi. Dimana konsep dasar dari model ini adalah berpikir aktif dan kreatif sehingga model ini menempatkan dosen hanya sebagai pemimpin (*leader*), *monitoring/assesor*, fasilitator dan evaluator. Sedangkan mahasiswa diarahkan untuk aktif terlibat dan berpikir kreatif, mengambil kesimpulan dan menganalisis data dan ide, bekerja sama dalam tim untuk memahami konsep dan menciptakan ide-ide atau pemikiran-pemikiran baru untuk memecahkan masalah, dan mengaplikasikan ide-ide atau pemikiran-pemikiran baru yang telah dipelajari dan memperbaiki kinerja yang didukung oleh interaksi dengan dosen sebagai fasilitator, sehingga mahasiswa mendapat kesempatan untuk mengembangkan kreativitas dan aktivitas belajar yang bermakna. Proses dalam pembelajaran ini sangat penting karena merupakan pengembangan dari keterampilan untuk memperoleh, memahami, mengeksplorasi, membuat/menghasilkan, dan menerapkan pengetahuan.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan jenis None-equivalent Control Group Design, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok control tidak dipilih secara acak (Sugiyono, 2020). Untuk mengetahui perbedaan keterampilan belajar dan inovasi mahasiswa digunakan Uji independent sample t-test. Penelitian dilakukan di Universitas Harapan dengan jumlah populasi 24 orang. Adapun desain dalam penelitian ini terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian Quasi Eksperimen

Tahap Penelitian	Sub-Tahap	Deskripsi Kegiatan
Tahap awal	Mahasiswa dibagi kedalam dua kelompok (Kontrol dan Eksperimen)	Kelompok kontrol dan kelompok eksperimen diberikan pretest, soal pilihan berganda sebanyak 46 soal dengan waktu 90 menit. Hal ini bertujuan untuk mengukur kemampuan awal pengetahuan kriptografi mahasiswa.
	Kelompok control menggunakan model	Kelompok Kontrol : 1. Penyampaian tujuan pembelajaran

Penerapan model (Treatment)	Konvensional dan kelompok eksperimen menggunakan model POGIL-Metaphorming	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Penyampaian informasi/materi dengan ceramah</li> <li>3. Mengecek pemahaman dan memberikan informasi</li> <li>4. Memberikan latihan lanjut dengan memberikan tugas(Syahrul, 2019)</li> </ol>
		Kelompok Eksperimen : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Koneksi (Connection)</li> <li>2. Eksplorasi (Exploration)</li> <li>3. Kreasi (Creation)</li> <li>4. Aplikasi (Aplication)</li> <li>5. Refleksi (Reflection)</li> </ol>
Tahap Akhir		Kelompok kontrol dan kelompok eksperimen diberikan posttest, soal pilihan berganda sebanyak 46 soal dengan waktu 90 menit. Hal ini bertujuan untuk mengukur kembali kemampuan pengetahuan kriptografi mahasiswa setelah penerapan model.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

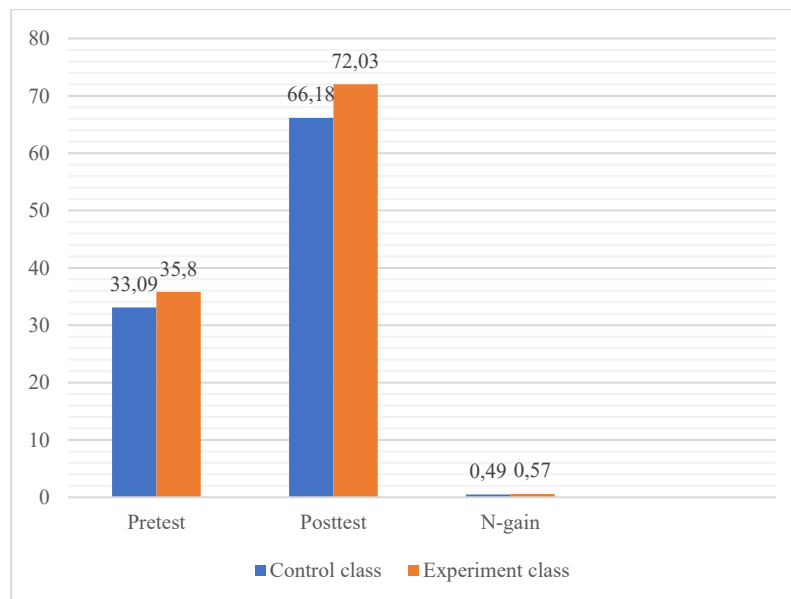
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada domain kognitif, kelompok eksperimen yang menggunakan model POGIL-Metaphorming mengalami peningkatan skor kognitif lebih tinggi daripada kelompok kontrol, yang mengindikasikan peningkatan terhadap pemahaman konsep kriptografi. Analisis statistik melalui uji t menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara pencapaian kognitif kelompok eksperimen dan kontrol, mendukung efektivitas model pembelajaran POGIL-Metaphorming. Pada domain afektif, kelompok eksperimen lebih unggul dalam keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, kelompok eksperimen menunjukkan perkembangan progresif pada beberapa sesi pembelajaran, yang menunjukkan bahwa model POGIL-Metaphorming menciptakan lingkungan belajar yang efektif dan mendorong keterlibatan aktif mahasiswa. Sedangkan pada domain psikomotor, kelompok eksperimen menunjukkan skor lebih tinggi dalam tugas-tugas praktis, khususnya pada penerapan praktis dan penciptaan produk terkait kriptografi, dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen juga menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menerapkan konsep dan menghasilkan proyek, yang terlihat dari nilai rata-rata dan kemajuan signifikan yang diamati pada setiap sesi pembelajaran. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Efektivitas

Domain	Indikator	Kelompok Kontrol (Rata-rata)	Kelompok Eksperimen (Rata-rata)	Kesimpulan
Kognitif	Skor Pretest dan Posttest	33.09 66.18	35.80 72.03	Terjadi peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep
Afektif	Keterampilan belajar dan Inovasi			Keterampilan belajar dan inovasi mahasiswa meningkat pada setiap aspeknya
	1. Berfikir Kritis dan pemecahan masalah	52.85 44.68	76.88 73.95	
	2. Kreativitas dan inovasi	63.31 55.56	82.3 79.69	
	3. Komunikasi 4. Kolaborasi			
Psikomotor	Tugas praktis			Peningkatan penerapan praktis dan pembuatan produk
	1. Unjuk kerja 2. Produk	69.45 75.35	77.50 79.68	

### 1.1 Ranah Kognitif

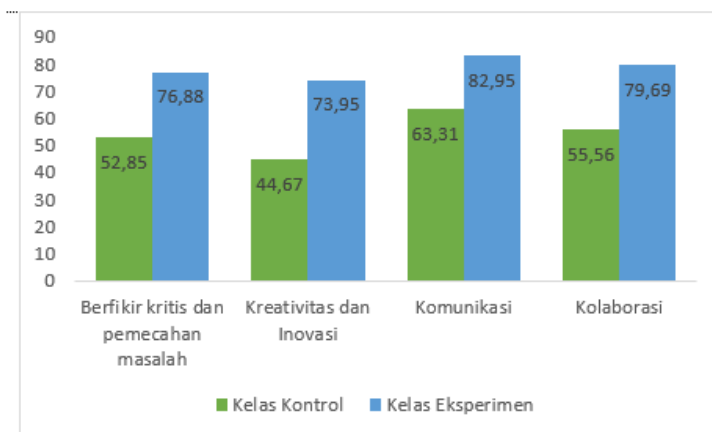
Tujuan penilaian ranah kognitif adalah mengetahui sejauhmana kemampuan berpikir mahasiswa dalam hal mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, sintesis dan melakukan evaluasi dalam pemecahan masalah. Setelah dilakukan uji kevalidannya, tingkat kesukaran, daya beda dan reliabilitas terhadap 50 soal, diperoleh 46 soal yang memenuhi untuk digunakan dalam pretest dan posttest mata kuliah Kriptografi. Berdasarkan rerata pretest dan posttest ranah kognitif mahasiswa, kelas eksperimen lebih unggul dari kelas kontrol. Penelitian ini menunjukkan bahwa model POGIL-Metaphorming berhasil meningkatkan keterampilan kognitif mahasiswa dalam pembelajaran kriptografi. Dengan nilai N-gain sebesar 0,57 pada kelompok eksperimen dan 0,49 pada kelompok kontrol, model ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep yang lebih mendalam. Hal ini direpresentasikan pada Gambar 1. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa POGIL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa melalui pendekatan berbasis inkuiri (Hanson, 2013; Abdul-kahar et al., 2016).



Gambar 1. Peningkatan Hasil Belajar Ranah Kognitif

### 1.2 Ranah Afektif

Ranah afektif menilai keterampilan belajar dan inovasi yang memiliki indikator berpikir kritis dan penyelesaian masalah, kreativitas dan inovasi, serta komunikasi dan kolaborasi. Setelah dilakukan treatment pada mahasiswa kelas eksperimen diperoleh nilai rerata mahasiswa disetiap pertemuan meningkat. Namun rerata kelas eksperimen setiap indikatornya lebih baik dibandingkan kelas kontrol, terlihat dari rerata per indikator maupun rerata total. Dapat dilihat pada Gambar 2.

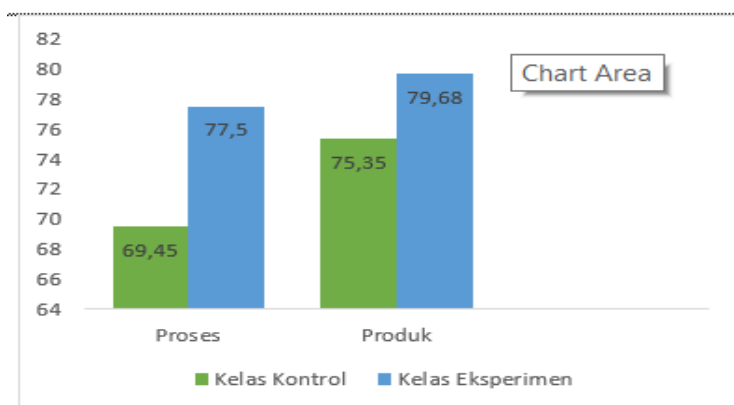


Gambar 2. Peningkatan Hasil Belajar Ranah Afektif

Hasil penelitian pada ranah afektif menemukan bahwa POGIL-Metaphorming berkontribusi signifikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi dan kolaborasi mahasiswa. Kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan rata-rata nilai afektif sebesar 78,82, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 54,10. Keterlibatan aktif mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran yang mencakup diskusi kelompok dan peran dosen sebagai fasilitator berkontribusi pada peningkatan keterampilan kolaboratif mereka, sesuai dengan penelitian Trilling dan Fadel yang menyatakan bahwa keterampilan kolaborasi dan kreativitas sangat penting untuk kesuksesan di abad ke-21 (Trilling, Bernie and Hood, 1999). Penggunaan metode ini juga terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa, sebagaimana didukung oleh temuan sebelumnya, yang menyoroti pentingnya pembelajaran berbasis inkuiri untuk mendorong keterlibatan dan kreativitas mahasiswa (Malik et al., 2017).

### 1.3 Ranah Psikomotor

Ranah psikomotor merupakan tercapainya hasil belajar melalui keterampilan yang melibatkan otak serta fisik. Mata kuliah Kriptografi merupakan salah satu mata kuliah yang berorientasi pada praktek dalam mengimplementasikan ide dan konsep yang ditemukan. Sehingga dapat diterapkan pada aktivitas sehari-hari. Penilaian ranah psikomotor meliputi proses dan hasil. Penilaian dalam penelitian ini menggunakan lembar pengamatan yang dilakukan oleh 2 orang pengamat. Lebih jelasnya rerata penilaian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peningkatan Hasil Belajar Ranah Psikomotor

Pada ranah psikomotor, model POGIL-Metaphorming menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan keterampilan praktis mahasiswa. Dengan rerata nilai psikomotor sebesar 78,59 untuk kelompok eksperimen dan 72,40 untuk kelompok kontrol, model ini memberikan dampak positif pada keterampilan penerapan konsep dalam tugas-tugas praktis. Hal ini selaras dengan hasil penelitian (Andriani et al., 2019), yang menunjukkan bahwa pendekatan inkuiri yang terpandu dapat membantu siswa dalam mengaplikasikan teori ke dalam praktik nyata, khususnya dalam bidang yang memerlukan keterampilan analitis seperti kriptografi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung keefektifan model POGIL-Metaphorming sebagai pendekatan yang inovatif dan efektif dalam pendidikan kriptografi. Model ini memberikan kerangka pembelajaran yang terstruktur dan berorientasi pada proses, yang tidak hanya meningkatkan keterampilan kognitif, afektif, dan psikomotor, tetapi juga membantu mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan global dalam bidang teknologi informasi. Dengan memprioritaskan keterlibatan aktif dan pengembangan keterampilan belajar abad ke-21, model POGIL-Metaphorming menjadi alternatif pembelajaran yang relevan untuk meningkatkan kualitas pendidikan kriptografi di masa depan. Sesuai dengan kriteria penilaian yang efektif yaitu penilaian yang mempertimbangkan pengaruh penilaian terhadap perilaku dan hasil belajar mahasiswa, selaras dengan hasil dan kurikulum pembelajaran, menyediakan dan menjelaskan struktur penilaian untuk pelajaran mahasiswa, dan memberikan umpan balik sesudahnya (Putri et al., 2019).

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model POGIL-Metaphorming efektif dalam meningkatkan keterampilan belajar dan inovasi mahasiswa yang meliputi berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, komunikasi, kolaborasi dan penerapan praktis mahasiswa pada kriptografi, dengan adanya peningkatan yang signifikan pada kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor menegaskan model ini sebagai pendekatan pembelajaran aktif dan inovatif yang relevan untuk menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21.

Model POGIL-Metaphorming merupakan model yang sedang penulis kembangkan dan di uji cobakan pada mata kuliah Kriptografi untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan belajar dan inovasi. Dalam penerapannya dibutuhkan pemahaman dan kesiapan dari berbagai aspek baik mahasiswa, dosen, ataupun perangkat pembelajaran. Selanjutnya dapat digunakan pada mata kuliah lain terkait mata kuliah yang membutuhkan kreativitas dan inovasi dalam penerapannya di kehidupan sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-kahar, R., Gaik, T. K., Hashim, R., Nurhaffi, M., & Abdullah, N. (2016). 7th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2014) Proceedings. *7th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2014) Proceedings, InCULT 2014*, 675–683. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-664-5>
- Andriani, S., Nurlaelah, E., & Yulianti, K. (2019). The effect of process oriented guided inquiry learning (POGIL) model toward students' logical thinking ability in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042108>
- Ariyus, D. (2006). *Computer Security* (1st ed.). Andi : Yogyakarta, 2006.
- Association, N. E. (2010). *Preparing 21st century students for a global society*. National Education Association. National Education Association.
- Bernie Trilling, C. F. (2010). 21St Century Skills: Learning for Life in Our Times. In *Choice Reviews Online*

(Vol. 47, Issue 10). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.5860/choice.47-5788>

- Bialik, M., Fadel, C., Trilling, B., & et.al. (2015). *Skills for the 21st Century Skills: What Should Student Learn*. 4.
- Cobo, C. (2013). Skills for innovation: Envisioning an education that prepares for the changing world. *Curriculum Journal*, 24(1), 67–85. <https://doi.org/10.1080/09585176.2012.744330>
- Hanson, D. M. (2013). *Instructor 's Guide to Process Oriented Guided Inquiry Learning by With Contributions from other POGIL project personnel : Instructor 's Guide to Process Oriented Guided Inquiry Learning*. 56.
- Henderson, P. B. (2000). *Computer science, problem solving, and discrete mathematics*. January, 333–342. <https://doi.org/10.1090/dimacs/036/28>
- Hernita, D., & Djamas, D. (2019). Students analysis for development of student worksheets with metaphorming approach to improve student's creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012142>
- Hu, H. H., & Shepherd, T. D. (2014). Teaching CS 1 with POGIL activities and roles. *SIGCSE 2014 - Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 127–132. <https://doi.org/10.1145/2538862.2538954>
- Hutauruk, A. (2017). *ISBN 978-602-71252-1-6 Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (SNMPM) 2016 "Strategi Mengembangkan Kualitas Pembelajaran Matematika Berbasis Riset" Prodi Pendidikan Matematika FKIP Unswagati, Cirebon 6 Februari 2016*. September, 122–138.
- Khalid, N., & Zainuddin, N. Z. (2018). Developing a Gamification Framework To Improve Discrete. *5th IRMIC 2018, August*, 1–10. <http://rmc.kuis.edu.my/irmic/wp-content/uploads/2018/09/Irmic2018-DR-NURKALIZA1.pdf>
- Lonsdale, C. (2007). Declaration of Authorship. *Brain*, 44(0), 767382–767382.
- Lu, T., Zhang, P., & Li, H. (2019). Practice teaching reform of discrete mathematics model based on D3.js. *14th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2019, Iccse*, 379–384. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2019.8845409>
- Malik, A., Oktaviani, V., Handayani, W., & Chusni, M. M. (2017). Penerapan Model Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), 127–136. <https://doi.org/10.21009/1.03202>
- Neu Jan Tan @ Atan, N. A., & Kadir, R. (2020). Case Study and Cooperative Learning in Cryptography Course. *International Journal of Innovative Computing*, 10(2), 47–50. <https://doi.org/10.11113/ijic.v10n2.276>
- Nopriana, T., & Noto, M. S. (2017). Komunikasi Matematis dan Disposisi Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Matematika pada Mata Kuliah Matematika Diskrit. *TEOREMA: Teori Dan Riset Matematika*, 1(2), 45. <https://doi.org/10.25157/teorema.v1i2.534>
- Ormron, J. E. (2011). *Psikologi Pendidikan*.
- Partnership for 21st Century learning. (2015). *21st CENTURY STUDENT OUTCOMES*. 1–9. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Pinto, A., & Escudeiro, P. (2014). The Use of Scratch for the Development of 21st Century Learning Skills in ICT. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 9, 1–4.
- Putri, I. K., Zaim, M., & Refnaldi, R. (2019). *Developing Instruments for Evaluating the Implementation of Authentic Assessment for Speaking Skill at Junior High School*. <https://doi.org/10.2991/icoelt-18.2019.17>
- Rifanti, U. M., & Pujiharsono, H. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Self Directed Learning terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Matematika Diskrit. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(2), 245. <https://doi.org/10.31331/medives.v2i2.650>
- Sagala, P. N. (2012). Penerapan Metode Pertanyaan Tingkat Tinggi Pada Mata Kuliah Matematika Diskrit I Sebagai Upaya Meningkatkan Komunikasi Matematis Dan Kreatifitas Berpikir Mahasiswa. *β Eta*, 5(1), 30–39. <http://jurnalbeta.ac.id>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Sobaih, A. E. E., Moustafa, M. A., Ghandforoush, P., & Khan, M. (2016). To use or not to use? Social media in higher education in developing countries. *Computers in Human Behavior*.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.002>

- Sudira, P. (2016). TVET Abad XXI Filosofi, Teori, Konsep, dan Strategi Pembelajaran Vokasional. In Hartono (Ed.), *UNY Press (Pertama)*. UNY Press.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Syahrul, M. (2019). *Model dan Sintaks Pembelajaran Konvensional*. Grafindo Persada.
- Trilling, Bernie and Hood, P. (1999). *Learning, Technology, and Education Reform In The Knowledge Age*. [https://www.wested.org/online\\_pubs/learning\\_technology.pdf](https://www.wested.org/online_pubs/learning_technology.pdf)
- Yeh, M. K. C., Lin, P.-H., & D'Imperio, N. (2020). The Effect of Motivation on Learners' Performance and Satisfaction under Flipped Strategy in Discrete Math. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2020-Octob*. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274262>