REVOLUSI PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Merancang Bahan Ajar Berbantuan *Dynamic Geometry Software*

Dr. Endang Istikomah, M.Ed.
Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed.
Prof. Dr. H. Sufyani Prabawanto, M.Ed.
Dr. Elah Nurlaelah, M.Si.

REVOLUSI PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Merancang Bahan Ajar Berbantuan
Dynamic Geometry Software

Dr. Endang Istikomah, M.Ed.
Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed.
Prof. Dr. H. Sufyani Prabawanto, M.Ed.
Dr. Elah Nurlaelah, M.Si.

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA

PASAL 72
KETENTUAN PIDANA SANKSI PELANGGARAN

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000, (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000, (lima miliar rupiah).

2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000, (lima ratus juta rupiah).

REVOLUSI PEMBELAJARAN MATEMATIKA
Merancang Bahan Ajar Berbantuan *Dynamic Geometry Software*

Hak Cipta © 2024 pada penulis.

Penulis	.	Dr. Endang Istikomah, M.Ed. Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed. Prof. Dr. H. Sufyani Prabawanto, M.Ed. Dr. Elah Nurlaelah, M.Si.
Editor	.	Tim Penerbit
Setting dan Layout	.	Tim Penerbit
Desainer Sampul	.	Zaenal Arifin, M.Pd.
Cetakan 1	.	November 2024
Diterbitkan oleh	.	**Edupedia Publisher**
Alamat	.	Jl. Trajaya, Palasah, Kab. Majalengka, JABAR Telp/WA. 0822-1856-0919 edupedia.publisher@gmail.com
ISBN	.	978-623-8643-97-4

Anggota IKAPI No. 465/JBA/2023

Dilarang keras mengutip, menjiplak, memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku ini serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari ***Penerbit Edupedia Publisher***.

© HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ini, **Revolusi Pembelajaran Matematika: Merancang Bahan Ajar Berbantuan *Dynamic Geometry Software***, dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai kontribusi untuk memperkaya literatur dalam bidang pendidikan matematika, khususnya dalam pengembangan keterampilan berpikir kreatif matematis melalui penggunaan teknologi terkini.

Pendidikan matematika saat ini menghadapi tantangan untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan zaman. *Dynamic Geometry Software* (DGS) hadir sebagai salah satu solusi untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa calon guru matematika. Buku ini menyajikan konsep dasar, teori pembelajaran, serta panduan pengembangan bahan ajar berbasis DGS yang terintegrasi dengan indikator *Mathematical Creative Thinking Skills* (MCTS). Selain itu, buku ini juga menyajikan contoh bahan ajar yang dikembangkan mahasiswa, mencakup langkah-langkah penggunaan DGS hingga latihan soal yang mendukung proses pembelajaran.

Kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung tersusunnya buku ini, termasuk para rekan pendidik, mahasiswa, dan praktisi pendidikan yang telah memberikan masukan berharga. Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, sehingga kami terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya para pendidik dan calon guru matematika, dalam menciptakan pembelajaran yang kreatif, inovatif, dan bermakna.

Pekanbaru, November 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **iii**
DAFTAR TABEL ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
BAB I. PENDAHULUAN **1**
BAB II. KONSEP *MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS* (MCTS) **25**
A. Berpikir (*Thinking*) 28
B. Kreatif (*Creative*) 28
C. Berpikir Kreatif (*Creative Thinking*) 30
D. Keterampilan Berpikir (*Thinking Skills*) 31
E. Berpikir Kreatif Matematis (*Mathematical Creative Thinking*) 32
BAB III. *MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS* (MCTS) DAN TANTANGANNYA **36**
A. Indikator *Mathematical Creative Thinking Skills* (MCTS) 29
B. *Level of Creative Thinking Skill* 42
C. Kesulitan Belajar dan Kesulitan Merancang *Teaching Material* 49
BAB IV. *TEACHING MATERIAL* **53**
A. Ciri-Ciri Modul yang Baik 55
B. Desain Modul Berbantuan DGS 57
C. Geometri 61
D. Teori *Constructivisme* dan Teori Pembelajaran Matematika 62
E. Teori situasi didaktis (*Theory of Didactical Situation*) 66
F. *Dynamic Geometry Software* (DGS) 69

BAB V. PROSES BERPIKIR KREATIF DAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBANTUAN *DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE* 71
A. Penguasaan Geometri dalam Pembelajaran oleh Calon Guru Matematika 71
B. Proses Berpikir dalam Merancang *Teaching Material* Berbantuan DGS 77
C. Integrasi Indikator MCTS dalam *Teaching Material* Berbantuan DGS 87
D. Proses Berpikir Kreatif dalam Merancang *Teaching Material* Berbantuan DGS 91
E. Desain *Teaching Material* oleh Calon Guru Matematika 96
F. Kreativitas Mahasiswa dalam Merancang Bahan Ajar Berbantuan DGS 101
G. Tantangan Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Merancang *Teaching Material* Berbantuan DGS 105
H. Proses Berpikir Kreatif Berdasarkan *Theory of Didactical Situation* (TDS) 108
BAB VI. BAHAN AJAR BERBANTUAN *DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE* 114
A. Pembelajaran Materi Segitiga Berbantuan *Software* Wingeom 114
B. Pembelajaran Materi Luas Permukaan Prisma Segitiga Sama Kaki Berbantuan *Software* Geogebra 126
C. Pembelajaran Materi Dilatasi (Perkalian) Berbantuan *Software* Geogebra 134
DAFTAR PUSTAKA 142
GLOSARIUM 184
BIOGRAFI PENULIS 196

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Matematis 39
Tabel 2. Prinsip dan Karakteristik Modul 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perkembangan Penelitian MCTS 7
Gambar 2. Perkembangan Penelitian MCTS mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM 8
Gambar 3. Peta Penelitian MCTS dan TM Berdasarkan Tahun Publikasi 10
Gambar 4. Fishbone Diagram pada Penelitian MCTS... 15
Gambar 5. Persentase Nilai Geometri Mahasiswa 4 Tahun Terakhir..... 22
Gambar 6. Desain TM Berdasarkan Teori Guilford Berorientasi pada MCTS 59
Gambar 7. Peran Guru Dalam Teori Belajar *Constructivisme* 64
Gambar 8. Pola Merancang TM berindikator MCTS 87
Gambar 9. Rancangan TM Ditinjau dari Materi dan Jenis DGS 92
Gambar 10. Proses Partisipan Merancang TM Berbatuan DGS berdasarkan TDS..... 109

BAB I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan pondasi awal yang menentukan seseorang untuk memiliki pengetahuan, keterampilan dan menjadi sumber daya manusia yang berkompeten serta berkarakter kuat. Seseorang dengan bekal pendidikan yang baik, berpeluang mampu bersaing dalam dunia kerja untuk memperoleh pekerjaan terbaik dan kehidupan yang mapan. Orang yang berpendidikan dan memiliki keterampilan akan mendapatkan kesempatan bekerja, mengurangi kemiskinan, kebodohan dan tumbuh berkembang (Campbell et al., 2020; Nehru, 2016). Keterampilan dan pengetahuan yang dimaksud dapat diperoleh dari berbagai pendidikan yang salah satunya adalah melalui pendidikan matematika. Pendidikan matematika tentu menyatu dengan ilmu matematika itu sendiri (Fried, 2014).

Ilmu Matematika adalah ilmu universal yang memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Era 21. Matematika adalah ilmu dasar yang mempengaruhi perkembangan IPTEK dan berperan penting dalam pemecahan masalah pada kehidupan sehari-hari (Dewimarni, 2017; Graciella & Suwangsih, 2016). Pernyataan itu didukung oleh karya Cooney et al. (1985), yang menyatakan bahwa matematika sebagai pengetahuan abstrak atau pengetahuan yang berkembang dari kehidupan nyata sehari-hari. Hebatnya, matematika telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti seni, kedokteran, ekonomi, teknik, perpajakan, dan astronomi. Secara formal, matematika telah dipelajari sejak tingkat sekolah dasar dan secara informal sejak awal kehidupan seseorang.

Matematika telah dijadikan sebagai cara berpikir, mengatur bukti logis dan berkomunikasi melalui proses

belajar dan mengajar (Ganal, NN, & Guiab, 2014). Senada dengan hal itu, Satriawan & Wutsqa (2013) menyatakan bahwa matematika telah menjadi pelajaran tentang pengaturan, pola, paradigma, hubungan, dan pandangan dunia. Secara definitif, matematis adalah sesuatu yang berkaitan dengan bilangan. Jadi, baik secara sadar maupun tidak, matematika telah melekat pada diri dan kehidupan manusia serta dijadikan sebagai cara berpikir.

Berpikir merupakan kegiatan psikis yang abstrak yang secara proses tidak bisa diamati oleh indra manusia, tetapi dapat divisualisasikan, diobservasi, dan dikomunikasikan. Berpikir erat kaitannya dengan apa yang terjadi di dalam otak manusia dan fakta yang ada pada dunianya sehingga bisa divisualisasikan, diobservasi dan dikomunikasikan (Suryadi, 2005). Proses abstrak yang terjadi dalam pikiran manusia terkadang menimbulkan permasalahan yang perlu diselesaikan secara kreatif (Mertens, 2019 & Stones, 2017).

Kreatif mengandung arti kemampuan untuk menghasilkan sesuatu yang original atau tidak biasa, dan merupakan metode solusi dalam menyelesaikan masalah matematika (Massyrova et al., 2015). Kreatif matematis merujuk pada kemampuan yang menggunakan akal pikiran dan pendekatan matematis. Di lain pihak Romey (1970), mendefinisikan kreatif sebagai kemampuan untuk menggabungkan ide, objek, teknik, atau pendekatan dengan cara baru. Amabile (1983) mendefinisikan kreativitas secara konseptual sebagai suatu hasil (*product*) yang dinilai kreatif jika: (a) bersifat baru, unik, berguna, benar, atau bernilai jika dilihat dari segi kebutuhan tertentu, dan (b) bersifat *heuristik*, yaitu menampilkan metode yang belum pernah atau jarang dilakukan oleh orang lain sebelumnya. Sedangkan menurut Besemer & Treffinger (1981), produk yang kreatif apabila memiliki empat kategori, yaitu: 1) kebaruan (*novelty*), 2)

pemecahan (*resolution*), 3) kerincian (*elaboration*), dan 4) sintesis (*synthesis*).

Dalam Taksonomi Bloom, berpikir kreatif merupakan dimensi proses kognitif di level yang paling tinggi (membuat dan menciptakan). Berpikir kreatif secara umum dipandang sebagai kreativitas. Kreativitas merupakan proses menjadi peka terhadap masalah, kekurangan, kesenjangan pengetahuan, elemen yang hilang, ketidakharmonisan, dan sebagainya; mengidentifikasi yang sulit; mencari solusi, membuat dugaan atau merumuskan hipotesis tentang kekurangan; menguji dan menguji ulang hipotesis dan mengkomunikasikan hasil (Torrance, 1966). Jadi, berpikir kreatif adalah proses untuk menghasilkan sesuatu karya, ide atau gagasan baru secara fleksibel, orisinil, dan inovatif, sehingga dapat dimanfaatkan oleh banyak orang sesuai bidangnya.

Berpikir kreatif matematis erat kaitannya dengan ilmu pengetahuan matematika. Polya mendefinisikan ilmu pengetahuan matematika sebagai informasi dan pengetahuan (Polya, 1962). Dari keduanya, Polya menganggap pengetahuan sebagai yang lebih penting dan mendefinisikannya sebagai kemampuan untuk memecahkan masalah yang membutuhkan kemandirian, penilaian, orisinalitas, dan kreativitas. Jadi, inti dari matematika adalah berpikir kreatif, tidak hanya sampai pada jawaban yang benar saja (Dreyfus & Eisenberg, 2012). Di lain pihak, (Kohler, 1997) mengilustrasikan hal ini bahwa, seorang siswa yang telah sampai pada jawaban yang benar tetapi dengan cara yang tidak terduga.

Proses tersebut tidak hanya memerlukan kemampuan tetapi juga keterampilan. Flynn menjelaskan kemampuan sebagai perilaku yang diperlukan untuk mahir dalam suatu pekerjaan, sedangkan keterampilan adalah bakat yang diperoleh melalui upaya untuk menjadi mahir dalam suatu pekerjaan (Flynn, 2014). Jadi, berdasarkan

definisi-definisi di atas dapat disimpulkan *mathematical creative thinking skills* (MCTS) adalah kemampuan seseorang untuk menggunakan konsep dan prinsip matematika dalam menghasilkan sesuatu karya, ide atau gagasan secara fleksibel, orisinil, dan inovatif, sehingga dapat dimanfaatkan oleh banyak orang sesuai bidangnya.

MCTS sangat krusial untuk dikembangkan melalui peran kurikulum pada pembelajaran matematika. Kurikulum 2013, atau K-13, adalah salah satu reformasi pendidikan yang dilaksanakan di Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan dengan menekankan pengembangan semua kompetensi siswa, termasuk pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Kurikulum ini bertujuan untuk mendorong pembelajaran berbasis aktivitas, memungkinkan siswa berpartisipasi lebih aktif dalam proses belajar melalui pendekatan saintifik seperti mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan berkomunikasi. Selain itu, fokus K-13 adalah pendidikan karakter, integrasi mata pelajaran, dan penerapan ide-ide yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Kurikulum 2013 bertujuan untuk membentuk siswa yang tidak hanya cerdas secara akademik tetapi juga kuat, inovatif, dan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan di masa depan.

MCTS memiliki peranan penting baik dalam memecahkan masalah pada siswa sekolah, menengah maupun mahasiswa calon guru matematika (Leikin et al., 2009; Lestari & Zanthy, 2019; Lince, 2016a; Marliani, 2015; Sriraman, 2004). Mahasiswa calon guru matematika memiliki peran yang sangat penting dalam mempersiapkan pembelajaran yang mampu meningkatkan MCTS siswa. Sebagai calon pendidik, mereka harus mampu membuat strategi pembelajaran termasuk *teaching material* (TM) yang tidak hanya menekankan pada pemahaman siswa tentang ide-ide, tetapi juga membantu

siswa tumbuh dalam kemampuan berpikir kreatif yang lebih luas.

Peran calon guru matematika tidak terbatas pada penyampaian materi ajar saja, tetapi juga pada pengembangan materi yang mampu merangsang pemikiran kreatif siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Leikin (2009) menegaskan bahwa guru yang kreatif dan inovatif dalam merancang pembelajaran matematika dapat membentuk lingkungan belajar yang mendukung berkembangnya ide-ide kreatif siswa. Misalnya penggunaan *Dynamic Geometry Software* (DGS), memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen dan manipulasi objek-objek geometris secara interaktif, yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dan mendorong pemikiran kreatif. Dengan demikian, calon guru matematika perlu memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi dalam desain pembelajaran mereka, sehingga dapat membantu siswa mengembangkan kreativitas dan keterampilan pemecahan masalah secara lebih efektif.

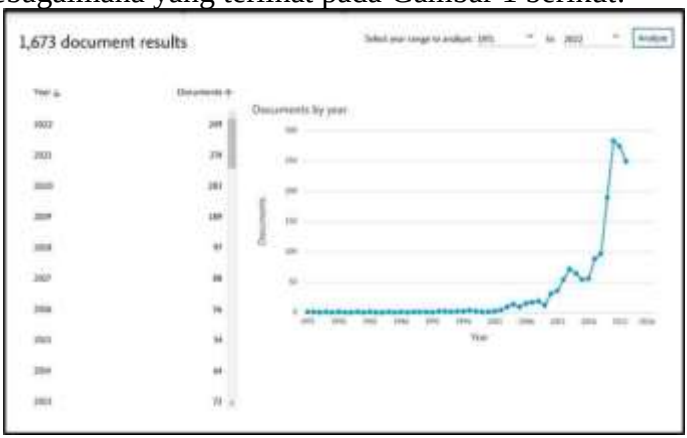
Sesuai dengan amanat Permendikbudristek No. 19 Tahun 2024 yang menegaskan bahwa guru harus memiliki kemampuan pedagogik yang mencakup keterampilan dalam merancang TM yang sesuai dengan kebutuhan siswa (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2024). Sebagai calon pendidik, mahasiswa calon guru matematika perlu memiliki keterampilan dalam menyusun dan mengembangkan materi ajar (merancang TM) yang dapat meningkatkan kreativitas siswa, khusus dalam memahami konsep-konsep matematika. Hal ini berarti, mahasiswa calon guru matematika tidak hanya dituntut untuk menguasai konten matematika, tetapi juga mampu merancang pembelajaran yang adaptif terhadap berbagai kebutuhan dan karakteristik siswa.

Urgensi TM material bagi mahasiswa calon guru matematika sangat penting karena materi ajar ini berfungsi sebagai komponen kunci dalam keberhasilan proses pembelajaran di kelas. TM memainkan peran penting dalam membantu guru menyampaikan konten secara jelas, terstruktur, dan terarah (Brown & Lee, 2015). Hal ini juga membantu guru membuat konsep yang diajarkan lebih mudah dipahami oleh siswa. Untuk memenuhi kebutuhan berbagai siswa, calon guru matematika harus menguasai keterampilan ini agar mereka dapat membuat materi yang relevan, menarik, dan dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan siswa.

TM juga berfungsi sebagai alat untuk mengembangkan kreativitas siswa. Materi yang dirancang secara baik dapat memfasilitasi pembelajaran yang berbasis pada pemecahan masalah, serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa, yang sesuai dengan tuntutan pembelajaran matematika abad 21 (OECD, 2018). Selain itu, Permendikbudristek No. 19 Tahun 2024 juga menegaskan bahwa guru harus memiliki kemampuan pedagogik yang mencakup penyusunan TM yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Dengan demikian, penerapan TM yang dirancang secara tepat tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, tetapi juga mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan global melalui pengembangan keterampilan abad 21.

Pembelajaran matematika menekankan beberapa keterampilan termasuk MCTS (Aizikovitsh-Udi & Amit, 2011). Penelitian tentang MCTS telah mendapat perhatian dari berbagai penelitian didunia internasional. Berdasarkan hasil analisis melalui *Bibliometric* dari data base *Scopus* dan *Google scholar* yang diunduh melalui aplikasi *Publish or Perish* menunjukkan bahwa MCTS telah diteliti sejak tahun 1971 dan sebanyak 1.673 artikel. Mulai berkembang pesat pada tahun 2013 dan mengalami

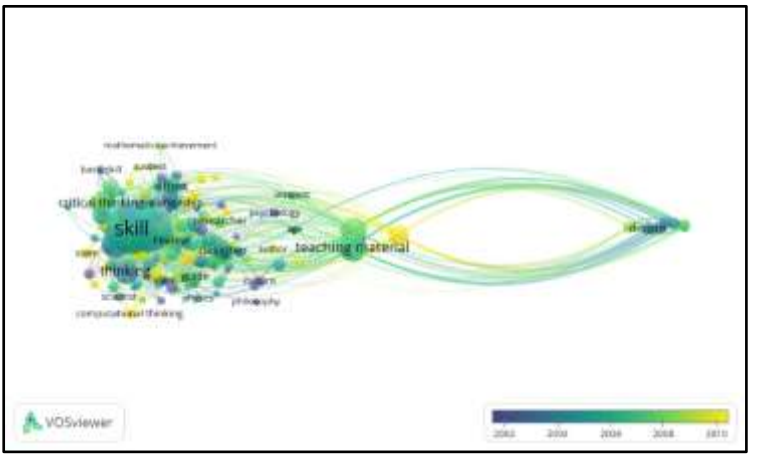
peningkatan yang signifikan dalam delapan tahun terakhir. Sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Perkembangan Penelitian MCTS

Dari Gambar 1 terlihat bahwa mengembangkan MCTS sangat diperlukan sesuai tujuan kurikulum 2013. Begitu juga pada permendikbud ristek No. 56 Tahun 2022 tentang pedoman penerapan kurikulum dalam rangka pemulihan pembelajaran (Kurikulum Merdeka) sebagai penyempurna kurikulum 2013 yang bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0. Sedangkan MCTS mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM di Indonesia menunjukkan bahwa belum banyak diteliti. Jika dilihat dari Gambar 2 istilah *mathematical skill*, *creative thinking skill*, *prospective mathematics teacher* dan TM tidak berhubungan langsung. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan hahwa penelitian MCTS belum melibatkan mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM. Sehingga diperlukan kajian lebih mendalam, karena hal tersebut merupakan aspek yang sangat penting khususnya bagi pengembangan keterampilan mahasiswa calon guru matematika dan mendukung profesionalitasnya. Hal ini berdasarkan hasil analisis melalui *Bibliometric* dari data base *Scopus* dan *Google scholar* yang diunduh melalui

aplikasi *Publish or Perish* yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkembangan Penelitian MCTS mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM

MCTS sangat penting bagi mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM, karena berpotensi mempengaruhi pada kualitas pembelajaran dan pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Mahasiswa calon guru matematika yang memiliki keterampilan ini mampu menciptakan materi yang lebih menarik dan menantang, memotivasi siswa untuk berpikir secara inovatif, menyelidiki berbagai teknik pemecahan masalah, dan menguji konsep matematika dari berbagai sudut pandang. Mahasiswa calon guru matematika mempunyai kemampuan untuk menghasilkan masalah yang mendorong inovasi siswa, pencarian pola, dan menghubungkan konsep-konsep yang berbeda, yang semuanya merupakan elemen kunci dalam berpikir kreatif matematis.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengajaran yang dirancang untuk merangsang kreativitas matematis siswa memiliki dampak positif pada keterampilan berpikir kreatif mereka. Misalnya, Silver

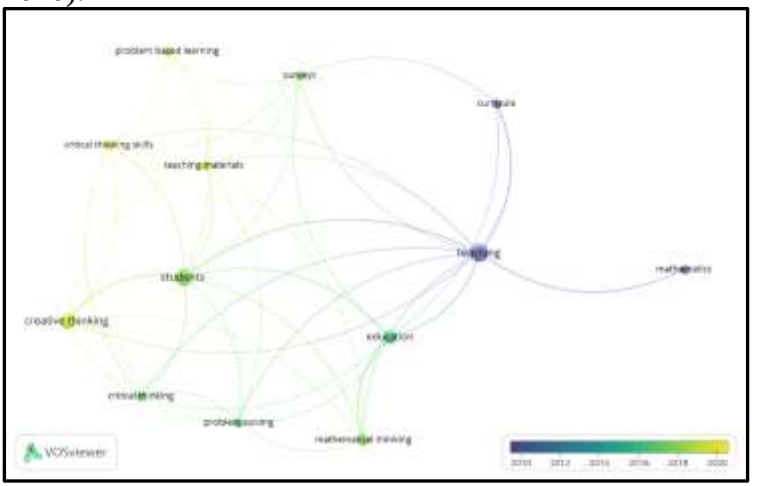
(1997) menegaskan bahwa pendidik yang menciptakan tugas-tugas yang menuntut dan mendorong pemecahan masalah yang inovatif dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir yang lebih tinggi. Selanjutnya Leikin, menyatakan bahwa guru yang mampu mengintegrasikan tugas kreatif ke dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterampilan siswa untuk menemukan solusi yang inovatif dan bervariasi (Leikin et al., 2009). Selain itu, Mann juga menemukan bahwa pembelajaran yang berfokus pada kreativitas matematika berpotensi meningkatkan kapasitas berpikir kritis dan kreatif siswa (Silver, 1997). Oleh karena itu, calon pendidik yang mengembangkan keterampilan berpikir kreatif matematis mereka tidak hanya meningkatkan kualitas sumber daya pengajaran mereka, namun juga secara aktif mendorong kemajuan kemampuan berpikir inovatif siswa.

Dalam konteks penelitian ini, ada perbedaan antara proses berpikir kreatif matematis dan keterampilan berpikir kreatif matematis. Proses berpikir kreatif matematis merujuk pada langkah-langkah atau tahapan yang dilalui seseorang saat mereka terlibat dalam pemecahan masalah matematika secara kreatif. Ini mencakup aktivitas mental yang dilakukan seseorang, seperti mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, menghasilkan ide-ide baru, mengeksplorasi solusi, dan mengevaluasi hasil. Proses ini bersifat dinamis dan dapat bervariasi tergantung pada konteks dan individu (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013).

Sedangkan, keterampilan berpikir kreatif matematis merujuk pada kemampuan atau kapasitas seseorang untuk melakukan proses berpikir kreatif tersebut. Hal ini mencakup kemampuan untuk berpikir secara orisinal, menghasilkan solusi inovatif, dan menerapkan berbagai strategi dalam pemecahan masalah matematika. Mahasiswa yang memiliki keterampilan ini

dapat merancang materi ajar yang tidak hanya akurat secara matematika tetapi juga inovatif dan memotivasi siswa untuk belajar lebih dalam. Keterampilan berpikir kreatif matematis sangat penting bagi siswa untuk memecahkan masalah yang kompleks dan menghasilkan solusi inovatif (Nasrianti et al., 2024; Ramadani & Kusnandi, 2019).

Keterampilan tersebut mencakup kelancaran, fleksibilitas, kebaruan, dan detail dalam pendekatan pemecahan masalah (Nasrianti et al., 2024). Namun penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa yang kesulitan dengan fleksibilitas dalam berpikir dan seringkali mengalami kesulitan mencapai kemampuan berpikir kreatif tingkat tinggi (Nasrianti et al., 2024; Ramadani & Kusnandi, 2019). Untuk mengatasi hal tersebut, pendidik dapat merancang bahan ajar yang mengintegrasikan keterampilan berpikir kreatif, seperti TM pembelajaran berbasis masalah (M. A. Rahman, 2020).



Gambar 3. Peta Penelitian MCTS dan TM Berdasarkan Tahun Publikasi

Keterampilan ini dapat diukur dan dikembangkan melalui latihan atau pengalaman belajar yang tepat. Dengan demikian, proses berpikir kreatif matematis lebih fokus pada langkah-langkah yang diambil dalam berpikir kreatif, sedangkan keterampilan berpikir kreatif matematis lebih menekankan pada kemampuan yang dimiliki siswa untuk melakukan proses tersebut secara efektif. Keduanya saling terkait, di mana keterampilan yang baik akan mendukung proses berpikir yang lebih efektif dan kreatif.

Fokus penelitian saat ini yang berkaitan dengan MCTS. Ada beberapa tema yang akan dikaji, yaitu *critical thinking skill*, TM, *student, problem solving, mathematical thinking* dan *problem solving* sebagaimana yang tercantum pada gambar di atas. Senada dengan Gambar 3, kreativitas memainkan peran yang penting dalam siklus berpikir matematis tingkat lanjut (Tall, 1991). Oleh karena itu, MCTS merupakan komponen yang harus dikuasai oleh siswa (Lince, 2016b). *Creative thinking* banyak berkaitan dengan berbagai tema termasuk TM. Namun demikian, penelitian yang secara langsung menggabungkan MCTS dan TM masih belum banyak. Oleh karena itu, peluang untuk melakukan penelitian tentang MCTS masih terbuka lebar. Selain itu, *Abundance era* yang disebut juga era berkelimpahan yang menuntut manusia berpikir kreatif. *Abundance era* disebut juga dengan *free economy and sharing economy* yang diakibatkan oleh pertumbuhan teknologi digital yang masif. Perkembangan teknologi yang pesat mengarah pada peluang yang berdampak besar dalam dunia pendidikan. Dampak yang paling dirasakan yaitu terjadinya digitalisasi dalam proses pembelajaran. Salah satu keterampilan yang paling dibutuhkan menurut *Future of Jobs Report* 2018 oleh *World Economic Forum* adalah MCTS. Selanjutnya, menurut *Career Center Maine Department of Labor* USA, MCTS memang penting

karena keterampilan ini merupakan salah satu kemampuan yang dikehendaki dunia kerja (Soulé & Warrick, 2015).

Namun faktanya, MCTS siswa di Indonesia masih rendah. Hal ini berdasarkan hasil kajian Hans Jellen dari Universitas Utah, Amerika Serikat dan Klaus Urban dari Universitas Hannover, Jerman (Supriadi, 2016) dari 8 negara yang diteliti, kreativitas anak-anak Indonesia adalah yang terendah. Selanjutnya, berdasarkan survei hasil tes dan evaluasi PISA tahun 2018 rata-rata skor pencapaian Matematika Indonesia mencapai 379 dengan skor rata-rata OECD 487 (OECD, 2019). Didukung oleh hasil survei internasional *Trend in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2011 bahwa, di bidang matematika pada siswa kelas VIII SMP, Indonesia berada pada peringkat 38 dari 42 negara dengan skor rata-rata 386, sedangkan skor rata-rata internasional 500 (Firdausi et al., 2018).

Hasil TIMSS 2015 menunjukkan prestasi siswa Indonesia bidang matematika mendapat peringkat 46 dari 51 negara dengan skor 397. Hasil PISA dan TIMSS ini menunjukkan Indonesia berada pada *kuadran low performance* dengan *high equity*, maknanya antusias guru tinggi, namun kebanyakan guru masih belum memahami kebutuhan setiap individu peserta didiknya. Hasil studi penelitian terdahulu oleh (Asterina, 2015) mengenai keterampilan berpikir kreatif matematis siswa, diperoleh bahwa untuk kemampuan berpikir kreatif: 20% berpikir lancar (*fluency*), 25% berpikir luwes (*flexibility*), 13% berpikir orisinal (*originality*), dan 25% berpikir elaborative (*elaboration*). Hasil penelitian (Ramdani & Apriansyah, 2018) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif matematis peserta didik di Indonesia tergolong rendah dengan tingkat persentase kurang dari 50%.

Dalam penelitian Handayani juga diperoleh bahwa siswa masih kesulitan dalam menyelesaikan soal PISA,

siswa belum mampu memberikan jawaban yang unik (kreatif) dan kurang terbiasa mengerjakan soal non rutin (Handayani et al., 2018). Selanjutnya (Umar & Ahmad, 2019) mendapati keterampilan berpikir kreatif matematis mahasiswa masih sangat rendah dengan skor rata-rata 2,61 (berada pada level kurang kreatif dan komponen berpikir kreatif yang paling rendah adalah fleksibilitas dan kebaruan). Berdasarkan hasil studi TIMSS, PISA dan penelitian terdahulu tampak bahwa untuk masalah matematika yang menuntut keterampilan berpikir kreatif matematis, siswa Indonesia masih di bawah rata-rata internasional.

Dalam praktiknya, selain siswa, mahasiswa calon guru juga harus mengembangkan MCTS terutama dalam merancang TM. Masih banyak calon guru matematika yang belum optimal dalam merancang materi ajar yang inovatif dan interaktif, sering kali disebabkan oleh kurangnya penguasaan teknologi dan keterbatasan kreativitas dalam mengintegrasikan teknologi dengan pembelajaran matematika. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa banyak calon guru menghadapi kesulitan dalam memanfaatkan teknologi pendidikan secara efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika (Tondeur et al., 2017). Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun teknologi memiliki banyak fitur dan sumber daya yang dapat membuat materi pelajaran lebih menarik dan interaktif, banyak calon guru masih kesulitan menerapkannya secara kreatif dan efektif di kelas. Kurangnya pelatihan yang memadai dan pengalaman praktis dalam menggunakan teknologi untuk mendukung pembelajaran seringkali dikaitkan dengan masalah ini (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Sejumlah penelitian yang telah dilakukan terkait MCTS adalah peningkatan MCTS melalui model *missouri mathematics projek* (MMP) pendekatan *contextual teaching and learning* (CTL) atau pembelajaran *problem*

posing (Artikasari & Saefudin, 2017; Kadir & Satriawati, 2017; Marliani, 2015; Tandiseru, 2015; Ulfah et al., 2017). Pengembangan modul dan pengembangan instrumen tes MCTS (Anggoro, 2015; Moma, 2016; Rudyanto, 2016). Kemampuan berpikir kreatif matematis siswa masih rendah pada materi geometri ruang (Kulsum et al., 2019; Lestari & Zanthy, 2019). Korelasi MCTS dengan efektifitas pembelajaran menggunakan *GeoGebra* (R. Rahman, 2012a). Pengembangan keterampilan berpikir kreatif siswa SD di Turki melalui penulisan jurnal (Senel & Bagçeci, 2019). Level kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMP dideskripsikan oleh (Siswono, 2010) dengan hasil karakteristik yang berbeda di setiap levelnya dan perbedaan ini didasarkan pada indikator MCTS dalam pemecahan masalah matematika dan pengajuan masalah.

Selanjutnya, pemilihan materi dan menggabungkannya dengan seni menggunakan *software* matematika dinamis dapat meningkatkan keterampilan komunikasi, keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kreatif, serta meningkatkan kepercayaan diri calon gurun (Wijaya et al., 2021). Selain itu, ditemukan bahwa calon guru matematika membutuhkan motivasi dan dukungan selama siklus hidup proyek mereka dan motivasi tersebut memiliki efek positif pada peningkatan kepercayaan diri. Masih banyak penelitian yang berkaitan dengan MCTS. Namun demikian, dari beberapa jurnal yang dapat ditelusuri, tidak ditemukan penelitian yang secara khusus mengkaji tentang MCTS mahasiswa calon guru dalam merancang modul ajar geometri berbantuan DGS.

Berdasarkan analisis penelitian-penelitian terdahulu terdapat beberapa celah penelitian yang disajikan dalam *fishbone* diagram pada Gambar 4 berikut:

Gambar 4. Fishbone Diagram pada Penelitian MCTS

Pada Gambar 4 di atas, bagian berwarna ungu menunjukkan fokus masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini. *Pertama*, belum banyak penelitian terkait bagaimana proses berpikir mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM berbantuan DGS. Hal ini dikarenakan kajian tentang proses berpikir masih berfokus pada siswa sekolah dasar dan menengah, padahal proses berpikir siswa sedikit banyak juga dipengaruhi oleh peran guru dalam mengelola pembelajaran sesuai teori belajar Vygotsky bahwa perkembangan belajar siswa ada 2 level yaitu pertama level individu dan yang kedua level sosial. Maknanya, perkembangan siswa juga dipengaruhi oleh peran guru. *Kedua*, guru belum banyak mendapat pelatihan atau pembinaan dalam merancang bahan ajar (modul) yang dapat mengembangkan MCTS siswa baik di bangku kuliah maupun di lingkungan sekolah. Oleh sebab itu, fokus penelitian ini akan mengarah kepada bagaimana berpikir kreatif mahasiswa calon guru dalam merancang modul ajar.

Ketiga, berdasarkan hasil PISA 2018 bahwa antusias guru dalam membantu mengembangkan kemampuan siswa adalah tinggi, namun kebanyakan guru belum memahami kebutuhan siswa. Pada kesempatan ini, peneliti berupaya untuk membantu mahasiswa calon guru

memahami kebutuhan siswa diantaranya menyusun/ merancang modul yang dapat mendorong siswa untuk berkreativitas khususnya dalam menyelesaikan dan menganalisa soal-soal geometri.

Tidak hanya ranah pemahaman konsep yang dapat diperkuat dengan pengalaman penggunaan modul (Lasmiyati & Harta, 2014), melainkan ranah kemampuan berpikir kreatif matematis juga dapat dikembangkan (Novalia & Noer, 2019). Modul merupakan sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan belajar, latihan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis. Pentingnya mahasiswa calon guru dapat merancang modul sebagai bahan ajar karena modul dapat menggantikan posisi guru.

Untuk peserta didik, modul memiliki manfaat seperti sebagai sumber belajar, mendorong siswa untuk dapat belajar secara mandiri, sebagai rujukan layaknya buku, dan sebagai alat evaluasi. Sedangkan untuk guru, modul bermanfaat sebagai bahan dalam menjelaskan materi atau guru dapat membatasi materi sehingga siswa dapat memahaminya dengan mudah. Selain daripada itu, guru mendapatkan kepuasan tersendiri apabila siswa memahami materi pada materi karena modul yang dirancangnya sendiri (sesuai kreativitas) dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa.

Rancangan TM berbantuan DGS yang dilakukan oleh mahasiswa calon guru matematika melibatkan penggunaan fitur-fitur interaktif dan dinamis dari DGS untuk menciptakan materi ajar yang visual dan eksploratif. Mahasiswa merancang tugas-tugas yang memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek-objek geometris, melihat perubahan secara real-time, dan mengeksplorasi hubungan-hubungan matematis. Misalnya, mereka mungkin membuat aktivitas di mana siswa dapat mengubah ukuran dan bentuk segitiga, persegi, dan lainya

kemudian mengamati bagaimana sifat-sifat tertentu, seperti perubahan sudut atau panjang sisi. Proses ini melibatkan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep matematika dan kemampuan untuk menerjemahkan konsep-konsep tersebut ke dalam bentuk yang dapat dieksplorasi secara interaktif menggunakan DGS. Mahasiswa calon guru matematika harus dapat merancang materi ajar yang tidak hanya akurat secara matematika tetapi juga menarik dan mudah dipahami oleh siswa (Leikin, 2009). Rancangan TM berbantuan DGS adalah proses konkret dari pembuatan materi ajar menggunakan perangkat lunak DGS yang mencakup langkah-langkah spesifik. Rancangan TM lebih berfokus pada aspek desain teknis.

Keterampilan berpikir kreatif matematis mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM berbantuan DGS berdasarkan *theory of didactical situations* (TDS) lebih terfokus pada bagaimana mereka menggunakan prinsip-prinsip TDS untuk menciptakan situasi belajar yang memfasilitasi eksplorasi dan penemuan oleh siswa. TDS menekankan pentingnya situasi didaktis di mana siswa ditempatkan dalam lingkungan yang dirancang sedemikian rupa sehingga mereka terdorong untuk mengeksplorasi, menemukan, dan membangun pemahaman mereka sendiri tentang konsep-konsep matematis. Dalam konteks ini, keterampilan berpikir kreatif matematis mahasiswa dalam merancang TM mencakup kemampuan untuk merancang situasi-situasi tersebut, memilih tugas yang tepat, dan menggunakan DGS untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendukung konstruksi pengetahuan oleh siswa. Keterampilan berpikir kreatif matematis mahasiswa mencakup kemampuan mental dan strategis untuk menciptakan materi ajar yang inovatif dan memfasilitasi pembelajaran siswa (Schoenfeld, 2016). Hal ini lebih berfokus pada aspek pedagogis dan teoritis dari

desain tersebut, terutama bagaimana prinsip-prinsip TDS diterapkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif matematis siswa.

Guy Brousseau telah menciptakan *Theory of Didactical Situations* (TDS) yang dapat diimplementasikan dalam menyusun materi pada sebuah TM atau modul. TDS adalah teori yang mengusulkan bahwa situasi didaktik (situasi belajar yang dirancang oleh guru) bisa membantu siswa dalam memahami konsep matematika. Strategi perancangan TM juga dapat mengacu pada TDS. TDS meliputi empat situasi yaitu aksi, formulasi, validasi dan institusionalisasi. Situasi aksi dapat dimaknai sebagai proses perseptual dan memorial sehingga berakhir pada situasi formulasi. Situasi formulasi ditandai oleh terbentuknya formulasi objek matematis baru seperti konsep, aturan matematis atau konjektur, bukti aturan, problema matematis atau situasi matematika (Harel & Sowder, 2005). Selanjutnya, ketika seseorang sudah sampai pada tahap aksi dan menghasilkan formulasi, hasilnya dibawa ke forum diskusi. Hal ini disebut dengan situasi validasi. Setelah seseorang mendapatkan pengetahuan baru melalui proses aksi, formulasi dan validasi, lalu bagaimana seseorang itu dapat menerapkannya dalam situasi atau konteks yang berbeda, hal ini dinamakan situasi institusionalisasi.

Jika situasi aksi mengarah pada terbentuknya objek matematis tertentu secara mandiri, maka proses itu dapat dikatakan bersifat epistemik. Jika sebaliknya maka disebut non epistemik sehingga berakibat munculnya hambatan belajar epistemologi (*epistemologi obstacles*). Jika dari struktur konsep tertentu dan proses berpikir yang dikembangkan seseorang tidak bersifat koheren, maka proses tersebut dapat berdampak pada hambatan belajar didaktis (*didactical obstacles*). Meskipun banyak penelitian telah dilakukan tentang masing-masing keterampilan berpikir kreatif atau TDS, namun masih

sedikit penelitian yang menggabungkan keduanya, khususnya dalam konteks calon guru matematika yang merancang TM dengan materi ajar geometri yang berbantuan DGS. Dalam konteks penelitian ini, batasan rancangan TM yang dibuat oleh mahasiswa dianalisis hanya sampai pada tahap aksi validasi. Hal ini karena keterbatasan waktu dan sumber daya yang tersedia untuk penelitian ini. Selain itu, fokus utama penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses dalam merancang TM berbantuan DGS oleh mahasiswa calon guru matematika.

Mahasiswa sering memanfaatkan internet, sosial media dan berbagai jenis teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, nantinya modul akan dirancang dengan memanfaatkan teknologi. Modul berbantuan teknologi memungkinkan siswa sebagai pengguna modul tersebut akan lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran dan lebih mudah memahami konsep yang dipelajari. Sebagaimana yang diungkapkan oleh (Mardiansyah, 2013; Rahmadani et al., 2018) dalam penelitiannya, penggunaan bahan ajar dengan memanfaatkan TIK dalam proses pembelajaran mampu memperluas pemahaman konsep matematika, menumbuhkan minat dan motivasi peserta didik dalam belajar, serta meningkatkan inovasi, kreativitas, dan kemandirian siswa.

Teknologi instruksional yang sering digunakan dalam bahan ajar geometri, memungkinkan pengguna untuk menciptakan dan memanipulasi konstruksi geometris dengan bantuan *software*. Selain itu, keunggulan teknologi ini juga memungkinkan pengguna untuk membangun berbagai angka geometris, mengembangkan dugaan dan menilai validitas dugaan tersebut. Sebagai contoh, *GeoGebra* adalah *software* geometri dinamis yang memfasilitasi proses pembelajaran. Adapun modul yang akan dirancang oleh

mahasiswa disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi saat ini, yaitu modul yang dapat digunakan dalam pembelajaran secara *daring.*

Geometri merupakan salah satu materi yang pada umumnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki peran penting dalam menghubungkan kejadian sehari-hari dengan konsep matematika (Biber et al., 2013; Pasani, 2019). Menurut Biber et al. (2013), proses pembelajaran geometri dimulai dari pendidikan dasar dengan cara yang sederhana, bergerak dari konsep konkrit ke abstrak, dari intuisi ke analisis. Proses ini melibatkan eksplorasi dan penguasaan konsep dalam jangka waktu yang cukup lama, dimulai dari tahap yang paling sederhana hingga ke tingkat yang lebih kompleks. Syahputra memberikan pengertian geometri sebagai: 1) cabang matematika yang mempelajari pola-pola visual, 2) cabang matematika yang menghubungkan matematika dengan dunia fisik atau dunia nyata, 3) suatu cara penyajian fenomena yang tidak tampak atau tidak bersifat fisik, dan 4) suatu contoh sistem matematika (Syahputra, 2011).

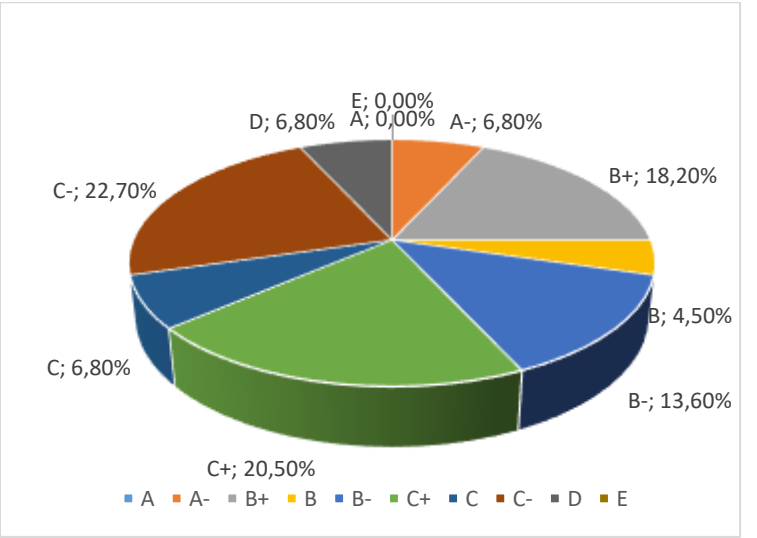
Geometri merupakan salah satu bidang dalam matematika yang mempelajari titik, garis, bidang dan ruang serta sifat-sifatnya, ukuran-ukurannya, dan keterkaitan satu dengan yang lain (Euclid, 1956). Geometri adalah ilmu dalam cabang matematika yang membahas tentang ukuran, letak dan bentuk suatu benda atau objek dan dalam belajar geometri peserta didik membutuhkan suatu konsep yang matang sehingga peserta didik dapat menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan geometri(Hartshorne, 2013; Stillwell, 2001). Pengetahuan geometri digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan cabang matematika lainnya, selain dari penggunaannya untuk dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (Kurt-Birel et al., 2020).

Pembelajaran geometri yang telah disampaikan kepada siswa memiliki berbagai tujuan. Tujuan pembelajaran matematika, khususnya pembelajaran geometri, adalah membantu siswa mengembangkan pemahaman tentang konsep, komunikasi jumlah dan nilai yang tidak diketahui melalui tanda, simbol, model, grafik, dan istilah matematika (Ly & Malone, 2010). Selanjutnya, ahli lain menambahkan bahwa tujuan pembelajaran geometri adalah untuk membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan visualisasi, berpikir kreatif, intuisi, perspektif, pemecahan masalah, dugaan, penalaran deduktif, argumen logis dan pembuktian (Ganal, NN, & Guiab, 2014). Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran geometri di tingkat universitas. Pada level universitas, tujuan pembelajaran geometri adalah agar mahasiswa dapat menguasai konsep dan pola pikir matematika. Hal ini diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan untuk studi lanjut.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) 2013 telah menetapkan tujuan pembelajaran matematika yang meliputi: (1) peningkatan kemampuan intelektual siswa, khususnya pada tingkat tinggi, (2) pembentukan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah secara sistematik, (3) Pencapaian hasil belajar yang tinggi, (4) pelatihan siswa dalam mengkomunikasikan ide-ide, khususnya dalam penulisan karya ilmiah, dan (5) pengembangan karakter siswa. Kemampuan yang dimaksud termasuk kemampuan ilmu matematika yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, baik langsung maupun tidak langsung. Namun, fakta menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mengalami masalah dalam mempelajari geometri.

Peneliti menemukan mahasiswa kesulitan dalam menyusun TM dan penyelesaikan soal seperti bangun ruang/ datar yang salah satunya belum diketahui dan

pembuktian kongruen & teorema, postulat geometri, persamaan garis singgung serta proses penalaran deduktif. Padahal sebagai calon guru, mahasiswa harus kreatif dalam membuat bahan ajar dan dapat meminimalisir kesulitan dalam menyelesaikan persoalan geometri. Untuk mengetahui lebih dalam alasan atau aspek yang menjadi penyebab mahasiswa sulit dalam memahami materi, peneliti melakukan wawancara terhadap enam orang mahasiswa.



Gambar 5. Persentase Nilai Geometri Mahasiswa 4 Tahun Terakhir

Dua orang mahasiswa dari semester tiga, lima dan tujuh. Diperoleh hasil yang sama dari data survey dengan wawancara. Pada aspek referensi atau bahan ajar yang digunakan (22,7%) kemudian disusul pada aspek materi (20,5%) dan model pembelajaran (18,2%) serta aspek yang lain. Hasil *online survey* dan wawancara terhadap kesulitan belajar mahasiswa diperkuat oleh nilai geometri mahasiswa selama 4 tahun belakang ini (2017/2018 – 2020/2021), seperti yang tersaji pada Gambar 5 di atas.

Selanjutnya fakta di sekolah, siswa juga belum memiliki keterampilan berpikir kreatif. Hal ini terlihat ketika diberikan soal terbuka siswa masih menjawab kaku, mengemukakan ide belum lancar dan masih perlu diberikan stimulus, belum mampu menciptakan ide yang berbeda dari yang lain serta sebagian besar siswa belum mampu untuk menguraikan jawaban secara detail dan luas. Berdasarkan studi awal peneliti ke sekolah, masalah ini terjadi karena guru belum mampu menciptakan TM yang dapat mengembangkan MCTS siswa. Guru sekolah menengah di Pekanbaru mengungkapkan bahwa mereka belum difasilitasi dan diakomodir untuk memperoleh pelatihan, workshop ataupun bimbingan teknis pembuatan TM yang mampu mengembangkan MCTS siswa.

Beberapa penelitian telah mengeksplorasi keterampilan berpikir kreatif matematis (MCTS). Penelitian oleh Auliah et al. (2020) menunjukkan bahwa modul digital pembelajaran matematika berbasis pendekatan *open ended* dapat meningkatkan MCTS siswa. Mursidik et al. (2015) menemukan bahwa siswa dengan kategori kemampuan tinggi memiliki keterampilan berpikir kreatif yang sangat baik dalam menyelesaikan masalah matematika open-ended, sedangkan siswa dengan kategori sedang dan rendah memerlukan dukungan lebih lanjut. Yanti et al. (2019) menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis open-ended dapat meningkatkan MCTS siswa secara signifikan. Moma (2015) mengembangkan tes kemampuan berpikir kreatif matematis (KBKM) yang valid dan reliabel, yang dapat digunakan untuk mengukur MCTS siswa secara objektif dan membantu guru merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif. Penelitian-penelitian ini menekankan pentingnya mengembangkan dan mengukur MCTS untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika.

Penelitian-penelitian mengenai perancangan TM oleh mahasiswa calon guru mengidentifikasi sejumlah

masalah yang signifikan. Calon guru sering memiliki pemahaman yang dangkal tentang konten, yang diperburuk oleh kurangnya pengalaman praktis (Grossman, 1990; Pearson, 2016). Kemudian, Mishra & Koehler (2006)) menggarisbawahi kesulitan dalam integrasi teknologi secara efektif ke dalam pengajaran, yang seringkali menghambat calon guru dalam merancang TM yang optimal. Darling-Hammond (2012) menyoroti kurangnya pengalaman praktis dalam program pendidikan guru, yang mengakibatkan kesiapan calon guru yang tidak memadai untuk pengajaran di kelas. Kurangnya keterlibatan aktif calon guru dalam perancangan TM selama masa pendidikan dapat mengurangi kemampuan mereka dalam menerapkan teori pendidikan ke dalam praktik mengajar yang efektif (Loewenberg Ball et al., 2008).

BAB II. KONSEP *MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS* (MCTS)

MCTS merupakan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan dan pemahaman dalam memecahkan masalah, membuat keputusan, dan menciptakan produk atau hasil kerja yang baru. Pengembangan keterampilan memerlukan pendekatan belajar yang aktif dan berpusat pada siswa, di mana siswa diberi kesempatan untuk berlatih dan memperbaiki keterampilan mereka dalam berbagai situasi. Pendekatan belajar yang aktif dapat melibatkan diskusi, simulasi, dan proyek-proyek praktis yang memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan keterampilan mereka secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa, jika keterampilan diterapkan secara langsung dalam situasi nyata, maka kemampuan siswa untuk menguasai keterampilan tersebut akan menjadi lebih baik. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Lehtinen yang mengungkapkan bahwa praktik langsung sangat penting dalam pembelajaran (Lehtinen et al., 2017).

Praktik yang disengaja adalah latihan yang dengan sengaja bertujuan untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi seseorang. Hal ini bukan proses mekanis atau berulang yang membuat kinerja menjadi lebih lancar. Sebaliknya, hal ini melibatkan banyak pemikiran, pemecahan masalah, dan refleksi untuk menganalisis, membuat konsep, dan mengembangkan pengembangan keterampilan berpikir siswa dalam belajar. Keterampilan berpikir pada dasarnya adalah kemampuan untuk memahami, menganalisis, dan mengevaluasi informasi secara kritis dan kreatif. Keterampilan berpikir yang baik sangat penting dalam membantu siswa mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang materi pelajaran.

MCTS erat kaitannya dengan berpikir kreatif dan berpikir matematis. Berpikir kreatif adalah aspek dari keterampilan berpikir yang melibatkan penciptaan ide-ide baru dan orisinal, dan kemampuan untuk melihat hubungan antara ide-ide yang tampaknya tidak terkait. Sedangkan berpikir matematis adalah proses berpikir yang melibatkan penerapan konsep dan prinsip matematika untuk memecahkan masalah. Berpikir matematis juga melibatkan pemahaman dan penerapan simbol dan struktur matematika, serta kemampuan untuk memahami dan menciptakan argumen matematis yang valid. Berpikir kreatif, berpikir matematis, dan keterampilan berpikir semuanya saling terkait.

Berpikir kreatif dan keterampilan berpikir dapat digunakan dalam berpikir matematis. Misalnya, berpikir kreatif dapat membantu dalam mencari solusi unik untuk masalah matematika, sementara keterampilan berpikir dapat membantu dalam menganalisis dan memahami konsep matematika. Namun, antara ketiganya juga memiliki perbedaan. Berpikir matematis lebih spesifik dan terstruktur, dan biasanya mengikuti aturan dan prinsip matematika yang ketat. Sementara itu, berpikir kreatif lebih bebas dan tidak terbatas oleh aturan yang ketat, dan keterampilan berpikir mencakup berbagai jenis pemikiran, termasuk imajinatif, inovatif, dan original. Kombinasi kedua jenis berpikir ini dapat menghasilkan solusi yang unik dan efektif dalam menyelesaikan masalah yang kompleks tetapi tidak terbatas pada berpikir kritis, analitis, dan reflektif.

Berpikir kreatif merupakan suatu kegiatan atau proses mental seorang untuk membangun dan mengembangkan ide-ide atau gagasan baru yang ada dalam dirinya (Basadur, 2004; Eragamreddy, 2013). Berpikir kreatif dapat diartikan sebagai pola berpikir yang didasarkan pada suatu cara yang mendorong seseorang

untuk menghasilkan produk yang kreatif (R. Rahman, 2012b).

Menurut Guilford, berpikir kreatif adalah kemampuan berpikir yang menghasilkan ide-ide baru atau unik, yang mencakup *fluency* (kemampuan untuk menghasilkan banyak ide), *flexibility* (kemampuan untuk menghasilkan ide-ide yang beragam), *originality* (keaslian atau kebaruan ide), dan *elaboration* (kemampuan untuk mengembangkan ide-ide secara mendalam). Guilford juga menekankan bahwa berpikir kreatif bukan hanya soal menghasilkan banyak ide, tetapi juga soal keaslian dan pengembangan ide tersebut (Guilford, 1950, 1956). Keterampilan berpikir kreatif dibangun oleh konsep-konsep yang sudah ada pada diri siswa. Kemudian, konsep yang sudah ada tersebut diaplikasikan siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan seseorang untuk menciptakan sesuatu yang baru, baik berupa ide, gagasan maupun karya nyata yang berbeda dengan ide, gagasan dan karya nyata yang sudah ada. Sesuatu yang baru tidak harus berupa hasil atau ciptaan baru secara utuh, melainkan dapat berupa hasil penggabungan dua atau lebih konsep-konsep atau ciptaan yang sudah ada. Keterampilan berpikir kreatif juga melibatkan kemampuan untuk melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda dan menemukan solusi yang inovatif. Dengan mengembangkan keterampilan ini, seseorang dapat memberikan kontribusi bernilai tambah dalam berbagai bidang termasuk mengembagkan TM.

Apabila ditinjau dari pengertian dasar tentang kreativitas dapat dilihat dari ciri-ciri orang kreatif yaitu meliputi tujuan, nilai dan sejumlah sifat-sifat pribadi yang membekali seseorang untuk berpikir bebas, luwes dan imajinatif secara bersama-sama (Handoko, 2017). Sebenarnya masih banyak lagi definisi-definisi terkait kreativitas, namun intinya ada persamaan antara definisi-

definisi tersebut. Inti dari semua konsep kreativitas adalah adanya unsur kebaruan. Hasil dari kreativitas berwujud cara-cara berpikir atau melakukan sesuatu yang bersifat baru, orisinal dan bebas.

A. Berpikir (*Thinking*)

Aktivitas otak manusia untuk memperoleh sesuatu dalam mencapai tujuan tertentu. Berpikir adalah suatu kegiatan mental yang melibatkan kerja otak. Walaupun tidak bisa dipisahkan dari aktivitas kerja otak, pikiran manusia lebih dari sekedar kerja organ tubuh yang disebut otak. Kegiatan berpikir juga melibatkan seluruh pribadi manusia dan juga melibatkan perasaan dan kehendak manusia. Memikirkan sesuatu berarti mengarahkan diri pada objek tertentu, menyadari secara aktif dan menghadirkannya dalam pikiran kemudian mempunyai wawasan tentang objek tersebut. Berpikir adalah keterampilan yang perlu dipraktikkan dan melibatkan penilaian, analisis informasi, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan kreativitas (Kallet, 2014). Jadi, berpikir merupakan proses mengumpulkan objek yang ada di memori lalu diproses melalui pemanggilan kembali (*Recall*) yang melibatkan penilaian, analisis dan mengambil keputusan.

B. Kreatif (*Creative*)

Sebelum membahas tentang definisi kreatif, penulis perlu menjelaskan perbedaan istilah “kreatif” dan “kreatifitas”. Istilah kreatif digunakan untuk menggambarkan sifat atau kemampuan individu atau hasil dari proses kreativitas. Sedangkan kreativitas merujuk pada kemampuan atau proses kognitif untuk menghasilkan sesuatu yang baru dan bernilai. Kreatifitas melibatkan proses berpikir yang inovatif dan imajinatif, sedangkan kreatif lebih menekankan pada hasil akhir dari proses tersebut. Dengan demikian, pemahaman yang jelas

tentang perbedaan kedua konsep ini akan memudahkan dalam memahami konsep kreatif secara menyeluruh.

Kreatif menurut KBBI adalah mampu menciptakan sesuatu yang baru dan orisinal. Kreatif adalah kemampuan seseorang untuk menemukan hal-hal baru yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah kehidupannya (R. J. Sternberg & Lubart, 1998). Dalam kontek pembelajaran matematika, Kreatif adalah proses belajar yang menggali potensi kreatif individu melalui eksplorasi, percobaan, dan pengembangan ide yang inovatif. Kreatif adalah kemampuan untuk mengembangkan solusi baru, mengidentifikasi masalah, menciptakan solusi terhadap masalah dan berinovasi untuk mencapai tujuan tertentu (Basic et al., 2022; Grégoire, 2016). Kreatifitas merupakan kemampuan individu untuk menghasilkan ide atau karya yang unik, orisinal, bernilai dan bermanfaat (Amabile, 1983; Runco & Jaeger, 2012). Sehingga, kreativitas adalah aspek penting dari pengajaran dan pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, bereksperimen, dan mengeksplorasi berbagai solusi (Copeland & Bowden, 2018; Runco & Jaeger, 2012).

Manusia kreatif seringkali memiliki kehidupan sosial yang mengasyikkan dan merangsang berinteraksi dengan banyak orang, dengan demikian mereka terus menerus belajar dan melakukan sesuatu dengan ide baru. Dalam pembelajaran, penggunaan berbagai strategi seperti pembelajaran berbasis inkuiri, penemuan terbimbing, dan keahlian guru dalam menyampaikan konsep geometri dan aktivitas langsung (*hand-on activities*) dapat mendukung mahasiswa calon guru matematika dalam memahami konsep geometri (Courtney & Armstrong, 2021; Wöller & Reinhold, 2017). Kombinasi dari berbagai strategi ini dapat memberikan dukungan yang kuat bagi calon guru untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep

geometri, karena mereka tidak hanya mendengarkan penjelasan teoritis tetapi juga memiliki kesempatan untuk menyelidiki konsep-konsep tersebut dalam praktik.

C. Berpikir Kreatif (*Creative Thinking*)

Berpikir kreatif dan kreativitas adalah konsep yang saling terkait tetapi memiliki fokus dan pengertian yang berbeda. Berpikir kreatif adalah kemampuan kognitif yang berfokus pada bagaimana seseorang mengolah informasi untuk mencapai hasil yang kreatif. Berpikir kreatif merupakan salah satu komponen dari kreativitas. Sedangkan, kreativitas mencakup berpikir kreatif dan juga keterampilan untuk mewujudkan ide-ide menjadi sesuatu yang bernilai dan bermanfaat.

Berpikir kreatif merupakan proses mengkonstruksi objek mental secara divergen yang menekankan kepada kegiatan pencarian jawaban melalui kebebasan berpikir untuk menemukan berbagai alternatif jawaban terhadap suatu permasalahan (Guilford, 1956). Kreativitas didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan ide-ide orisinal dan bermanfaat untuk menyelesaian masalah (R. J. Sternberg & Lubart, 1996). Ada dua komponen utama yang terlibat dalam berpikir kreatif, yaitu pemikiran divergen (Plucker & Renzulli, 1999) dan pemikiran konvergen (Guilford, 1950). Kreativitas merupakan kemampuan yang dikontruksi secara multifaset melalui pemikiran divergen dan konvergen, pencarian dan pemecahan masalah, ekspresi diri, motivasi intrinsik, rasa ingin tahu, dan kepercayaan diri (Eon Duval et al., 2023).

Berpikir kreatif merupakan kemampuan otak seseorang pada tingkat tertinggi yang diperlukan untuk membangun pengetahuan pada dirinya (R. J. Sternberg & Lubart, 1998). Selanjutnya, berpikir kreatif dapat didefinisikan sebagai kegiatan berpikir yang mempunyai fungsi kreatif dan menghasilkan kreativitas baru (Syahrin

et al., 2019). Selain itu, berpikir kreatif juga dapat didefinisikan sebagai sebuah *construct* yang terdiri dari pemikiran inovatif, pemikiran desain, dan pemikiran strategis, dengan menonjolkan perannya dalam memecahkan masalah dari berbagai sudut pandang (Larraz, 2021). Jadi, dapat disimpulkan berpikir kreatif adalah suatu proses berpikir yang melibatkan aktivitas otak sehingga menghasilkan bermacam-macam kemungkinan ide dan cara secara luas dan beragam serta dapat diakui. Maknanya, berpikir kreatif adalah salah satu keterampilan hidup dan kerja yang paling dicari di abad ke-21 (Ritter et al., 2020).

D. Keterampilan Berpikir (*Thinking Skills*)

Keterampilan berpikir adalah kemampuan untuk mengumpulkan, memproses, dan menganalisis informasi dengan cara yang logis dan efektif yang diaktualisasikan melalui perilaku. Hal ni melibatkan penalaran, pemahaman konsep-konsep kompleks, pengambilan keputusan yang terinformasi, dan implementasi solusi inovatif untuk suatu permasalahan. Keterampilan berpikir melibatkan aktivitas mental tingkat tinggi dan mencakup aktivitas seperti refleksi, penilaian, penalaran, dan pemahaman (Cruickshank, 1986). Keterampilan berpikir dikenal juga sebagai keterampilan berpikir kritis atau keterampilan pemecahan masalah.

Keterampilan berpikir dapat dibagi menjadi dua kategori utama: 1) Berpikir kritis. Berpikir kritis adalah proses aktif di mana seseorang mengevaluasi informasi atau situasi tertentu secara mendalam. Sebagaimana yang ditekankan oleh Halpern yaitu pentingnya keterampilan berpikir dalam menghadapi kenyataan yang berubah dengan cepat dan perlunya berpikir kritis dan pemahaman mendalam terhadap informasi (Halpern, 2013). Berpikir kritis melibatkan skeptisisme sehat dan analisis mendalam untuk memahami suatu permasalahan dari berbagai sudut

pandang; 2) Berpikir kreatif. Berpikir kreatif adalah proses generatif yang melibatkan menciptakan ide-ide baru atau unik. Berpikir kreatif sering kali digunakan dalam brainstorming atau ketika mencoba menemukan solusi inovatif untuk suatu masalah.

Pengembangan dan penerapan keterampilan berpikir ini sangat penting dalam banyak bidang seperti pendidikan, bisnis, ilmu pengetahuan dan teknologi karena mereka membantu individu membuat keputusan yang lebih baik, menyelesaikan masalah dengan lebih efektif dan merumuskan argumen yang kuat. Hal ini senada dengan kajian Harpaz yang membahas tentang keterampilan berpikir sebagai alat untuk mengkritik dan menciptakan pengetahuan, menunjukkan bahwa keterampilan tersebut memiliki umur simpan yang abadi dan dapat digunakan untuk meningkatkan pemikiran (Harpaz & Philosophy Documentation Center, 2011).

E. Berpikir Kreatif Matematis (*Mathematical Creative Thinking*)

Berpikir kreatif matematis merupakan sebagai kemampuan untuk menghasilkan solusi baru dan orisinal dalam konteks matematika melalui proses berpikir yang mencakup *fluency, flexibility, originality*, dan *elaboration* (Guilford, 1950). Guilford menekankan bahwa berpikir kreatif, termasuk dalam konteks matematika, melibatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang inovatif, bukan hanya mengandalkan metode standar atau konvensional. Selain itu, Torrance, (1966), seorang ahli yang melanjutkan teori Guilford, menekankan bahwa berpikir kreatif matematis tidak hanya fokus pada hasil yang orisinal tetapi juga pada kemampuan untuk menemukan pola, menyusun kembali informasi (*redefinition*), serta menemukan hubungan baru antar elemen matematika yang sebelumnya tidak terlihat.

Berpikir kreatif matematis memungkinkan seseorang untuk melihat hubungan dan pola, memahami struktur dan prinsip matematika, dan mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam situasi baru. Berpikir kreatif matematis sangat erat kaitannya dengan kreativitas dan kemampuan berpikir analitis yang tinggi, sehingga dapat membantu seseorang mengembangkan kemampuan *problem solving* yang lebih baik. Kreativitas sebagai kemampuan berpikir kreatif dan *asosiatif* merupakan teori yang dipelopori oleh Guilford seorang psikolog amerika, yang mempelajari psikometris mengenai kreativitas berdasarkan teori "*Structure of Intelect*" (SOI) manusia (Guilford, 1956).

Teori Guilford adalah sebuah model komprehensif tentang struktur intelektual manusia. Guilford memperkenalkan teori ini sebagai tanggapan terhadap perspektif tradisional tentang kecerdasan, yang sering dianggap sebagai kemampuan tunggal yang dapat diukur dengan tes IQ standar. Dalam teorinya, Guilford menggambarkan SOI dalam bentuk kubus tiga dimensi yang terdiri dari dimensi utama: operasi (*operations*), konten (*contents*), dan produk (*products*). Setiap dimensi memiliki kategorinya sendiri, yang menghasilkan banyak kombinasi yang menunjukkan berbagai aspek kemampuan intelektual manusia.

Dimensi *pertama* adalah operasi. Dimensi ini mencakup lima kemampuan. *Pertama,* kemampuan untuk memahami informasi (kognisi). *Kedua,* kemampuan untuk menyimpan dan mengingat informasi (memori). *Ketiga,* kemampuan untuk mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber untuk menemukan satu jawaban yang benar (berpikir konvergen). *Keempat,* kemampuan untuk menghasilkan banyak ide atau solusi yang berbeda dari satu stimulus yang berkaitan erat dengan kreativitas (berpikir divergen). *Kelima,* kemampuan untuk membuat

penilaian atau keputusan berdasarkan kriteria tertentu (evaluasi).

Dimensi *kedua* adalah konten. Dimensi ini mencakup kemampuan memahami atau berpikir mengguankan gambar atau bentuk fisik (figural), kemampuan memahami dan berpikir menggunakan kata atau bahasa (semantik), informasi berbasis simbol seperti angka atau huruf (simbolik), dan informasi terkait perilaku dan tindakan manusia (behavioral). Dimensi *ketiga adalah* produk. Dimensi ini mencakup elemen tunggal dari informasi (*unit*), kumpulan dari unit (*classes*), hubungan antara unit (*relations*), kumpulan dari beberapa unit yang saling berhubungan (*systems*), perubahan atau modifikasi dari informasi (*transformations)*, dan prediksi atau ekspektasi berdasarkan informasi yang ada (*implications*).

Salah satu aplikasi praktis teori Guilford digunakan pada penilaian kreativitas. Guilford menekankan pentingnya kreativitas sebagai komponen kecerdasan. Guilford juga mengemukakan bahwa kreativitas dapat dilihat dari kemampuan seseorang dalam mengekspresikan ide-ide baru yang orisinal dan bermanfaat. Menurut Guilford, kreativitas tidak hanya melibatkan proses berpikir konvergen dan divergen, tetapi juga kemampuan untuk menghasilkan produk yang inovatif. Dengan demikian, kreativitas dapat diukur melalui berbagai aspek seperti fleksibilitas berpikir dan keberanian untuk mengambil risiko dalam menghasilkan ide-ide baru. Selain itu, kreativitas juga dapat dilihat dari seberapa efektif seseorang dalam mengimplementasikan ide-ide tersebut ke dalam produk nyata yang dapat memberikan manfaat bagi orang lain.

Keterkaitan teori Guilford dengan MCTS adalah merujuk pada kemampuan berpikir inovatif dan fleksibel dalam memecahkan masalah matematika. Keterampilan ini melibatkan berpikir divergen, dimana seseorang menghasilkan berbagai solusi atau pendekatan untuk satu

masalah. Teori Guilford ini telah memberikan kerangka kerja yang komplek untuk memahami dan mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, termasuk dalam konteks matematika.

Peneliti dan psikolog lain seperti Howard Gardner, Robert J. Sternberg, Mumford, dan Paul Torrance telah melanjutkan dan mengembangkan teori Guilford ini (Gardner, 1983; Mumford, 2003; Mumford et al., 2013; R. J. Sternberg, 1985; Torrance, 1966). Gardner memperluas ide bahwa kecerdasan terdiri dari berbagai jenis kecerdasan yang berbeda, seperti kecerdasan linguistik, logis-matematis, dan spasial. Gardner mendukung ide bahwa kecerdasan harus dilihat sebagai multidimensional. Sternberg mengembangkan model yang mencakup kecerdasan analitis, kreatif, dan praktis (teori triarkis kecerdasan). Teori ini menunjukkan bahwa kecerdasan tidak hanya tentang kemampuan akademis, tetapi juga tentang kreativitas dan kemampuan beraktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Sternberg memperkuat pentingnya kreativitas sebagai komponen dari kecerdasan, sebagaimana yang diungkapkan oleh Guilford.

Torrance mengembangkan tes (*torrance test of creative thinking*) untuk mengukur kreativitas yang sangat dipengaruhi oleh konsep berpikir divergen Guilford. Torrance menekankan pentingnya mengukur kemampuan berpikir kreatif secara khusus, yang sesuai dengan fokus Guilford pada berpikir divergen. Para ahli dan psikolog tersebut menegaskan pentingnya melihat kecerdasan sebagai entitas yang multifaset dan mencakup kemampuan kreatif yang penting dalam banyak aspek kehidupan, termasuk pemecahan masalah matematis.

BAB III. *MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS* (MCTS) DAN TANTANGANNYA

A. Indikator *Mathematical Creative Thinking Skill*s (MCTS)

Keterampilan berpikir kreatif matematis merupakan suatu kemampuan yang sangat penting dalam dunia pendidikan. Keterampilan merupakan kemampuan berbuat sesuatu dengan baik yang diaktualisasikan melalui perilaku. Sedangkan, keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking skills*) yaitu kemampuan individu dalam menggunakan proses berpikirnya untuk menghasilkan ide baru untuk menyelesaikan masalah yang teraktualisasikan melalui perilaku. Ada lima ciri MCTS, yaitu: 1) Kelancaran (*fluency*), kelancaran adalah kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan; 2) Keluwesan (*flexibility*), keluwesan adalah kemampuan untuk mengemukakan bermacam- macam pemecahan atau pendekatan terhadap masalah; 3) Keaslian (*originality*), orisinalitas adalah kemampuan untuk mencetuskan gagasan dengan cara-cara yang asli; 4) Penguraian (*elaboration*), elaborasi adalah kemampuan untuk menguraikan sesuatu secara terinci; 5) Perumusan kembali (*redefinition*) dari suatu permasalahan matematika (Guilford, 1956).

Redefinisi adalah kemampuan untuk meninjau suatu persoalan berdasarkan perspektif yang berbeda dengan apa yang sudah diketahui oleh banyak orang. Tidak hanya kreatif untuk menyelesaikan kompleksnya masalah, tetapi juga harus diselesaikan secara matematis, yang disebut kreatif matematis. Kreatif matematis sendiri bermakna kemampuan untuk menganalisis masalah yang diberikan dalam banyak hal, mengamati pola, melihat

persamaan dan perbedaan, dan atas dasar apa keberhasilan diperoleh dalam situasi serupa, membuat metode penyelesaian dalam situasi yang berbeda (Laycock, 1970; Leikin, 2009; Vale et al., 2018). Keterampilan berpikir kreatif juga dapat diidentifikasi melalui kemampuan seseorang dalam menemukan solusi alternatif dari suatu masalah serta kemampuan untuk berpikir secara terbuka dan tidak terbatas. Penjelasan lebih rinci tentang indikator MCTS sebagai berikut:

1. Kelancaran (*Fluency*)

Kemampuan untuk mengungkapkan ide-ide secara cepat atau lancar. Kemampuan untuk membangun banyak ide atau gagasan. Lebih dari itu, kelancaran yang dimaksud adalah kemampuan untuk memunculkan banyak ide, cara, saran, pertanyaan, gagasan, ataupun alternatif jawaban dengan lancar dalam waktu dan kondisi tertentu secara cepat, tepat dan lebih menekankan pada kualitas. Dalam konteks komunikasi, kelancaran berbicara juga mencakup kemampuan untuk menyampaikan pesan dengan jelas dan mudah dipahami oleh lawan bicara. Hal ini penting agar ide-ide yang disampaikan dapat diterima dan dipahami dengan baik oleh orang lain.

2. Keluwesan (*Flexibility*)

Kemampuan untuk memproduksi berbagai ragam ide-ide secara bebas. Kemampuan untuk memandang sebuah masalah dari berbagai sudut pandang. Siswa dapat mencoba berbagai pendekatan untuk menyelesaikan masalah. Lebih jauh, keluwesan meliputi kemampuan menciptakan ide, gagasan, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi yang diperoleh dari sudut pandang yang berbeda-beda dengan mengubah cara pendekatan atau pemikiran yang berbeda pula.

3. Keaslian (*Originality*)

Kemampuan untuk memproduksi ide-ide yang unik atau tidak biasa dari populasi. Kemampuan untuk menghasilkan hal yang baru dan berbeda, dalam hal ini

siswa dapat menghubungkan konsep-konsep matematika atau menyusun keterkaitan baru untuk dapat menyelesaikan masalah sehingga jawaban benar pada tiap- tiap siswa mungkin berbeda. Kemampuan mengeluarkan ungkapan, gagasan, atau ide untuk menyelesaikan masalah atau membuat kombinasi bagian-bagian atau unsur secara tidak lazim, unik, baru yang tidak terpikir oleh orang lain

4. Penguraian (*Elaboration*)

Kemampuan untuk menambahkan ide secara jelas, menguraikan suatu objek. Misalnya siswa bisa menambahkan desain, bayangan warna untuk memperjelas suatu jawaban atau menambahkan secara terperinci sehingga situasi lebih menarik. Kemampuan untuk memperkaya, mengembangkan, menambah, menguraikan, atau merinci detail-detail dari objek gagasan, ide pokok atau situasi sehingga lebih menarik.

5. Perumusan kembali (*Redefinition*)

Kemampuan untuk menghentikan interpretasi lama dari objek-objek yang telah dikenal dalam rangka menggunakannya atau bagian-bagiannya dalam beberapa cara baru. Kemampuan untuk menggunakan perbandingan atau analogi untuk membuat keterkaitan baru (Besemer & Treffinger, 1981; Treffinger et al., 2002). Keterampilan berpikir kreatif matematis mengacu pada kapasitas individu untuk menggunakan pemikiran orisinal dan inovatif dalam konteks matematika. Hal ini melibatkan pemecahan masalah dengan metode baru dan orisinal, pengembangan solusi alternatif terhadap masalah matematika yang kompleks, dan penyelidikan berbagai teknik pemecahan masalah. Indikator dari keterampilan ini dapat mencakup kemampuan beradaptasi dalam pemecahan masalah, orisinalitas dalam pemecahan masalah, kemampuan untuk membuat hubungan antara konsep-konsep yang tampaknya tidak berhubungan, dan

kemauan untuk mengambil risiko dalam mencari solusi yang belum pernah dicoba.

Indikator berpikir kreatif menurut beberapa ahli, diantaranya: analisis faktor Guilford menemukan lima sifat yang menjadi ciri keterampilan berpikir kreatif, yaitu: kelancaran *(fluency),* keluwesan *(flexibility),* keaslian *(originality),* penguraian *(elaboration),* dan perumusan kembali *(redefinition)* (Guilford, 1956). Empat indikator yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa yakni aspek kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan keterincian *elaboration*) (Baer, 1991; Munandar, 1997). Selain itu, ada enam indikator berpikir kreatif menurut (Csikszentmihalyi, 1997) yaitu: *thinking unconventionally, curiosity, risk appetite, visualization skills, connecting ideas, accepting and using criticism.* Setiap indikator tersebut mencerminkan bahwa proses berpikir kreatif sangat komplek dan dinamis.

Berdasarkan tinjauan beberapa ahli, maka peneliti menggunakan indikator keterampilan berpikir kreatif matematis secara umum dalam penelitian ini untuk menjawab soal atau memecahkan masalah matematika. Berikut indikator keterampilan berpikir kreatif matematis yang telah disajikan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Matematis

Indikator	**Karakteristik**
Kelancaran (*Fluency*)	Mengajukan banyak pertanyaan. Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan. Mempunyai banyak gagasan mengenai suatu masalah. Lancar mengungkapkan gagasan-gagasannya.

Indikator	Karakteristik
	Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak daripada anak-anak lain. Dapat dengan cepat melihat kesalahan atau kekurangan pada suatu objek atau situasi.
Keluwesan (*Flexibility*)	Memberikan aneka ragam penggunaan yang tidak lazim terhadap suatu objek. Memberikan macam-macam interpretasi terhadap suatu gambar, cerita atau masalah Menerapkan suatu konsep atau asas dengan cara yang berbeda-beda. Memberi pertimbangan terhadap situasi, yang berbeda dari yang diberikan orang lain. Dalam membahas/mendiskusikan suatu situasi selalu mempunyai posisi yang berbeda atau bertentangan dari mayoritas kelompok. Jika diberikan suatu masalah biasanya memikirkan macam-macam cara yang berbeda-beda untuk menyelesaikannya. Menggolongkan hal-hal menurut pembagian (kategori) yang berbeda-beda. Mampu mengubah arah berpikir spontan.
Keaslian (*Originality*)	Memikirkan masalah-masalah atau hal-hal yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain.

Indikator	Karakteristik
	Mempertanyakan cara-cara lama dan berusaha memikirkan cara-cara baru. Memilih asimetri dalam menggambar atau membuat desain. Memiliki cara berpikir yang lain dari yang lain Mencari pendekatan yang baru dari yang stereotip. Setelah membaca atau mendengar gagasan-gagasan, bekerja untuk menemukan penyelesaian yang baru. Lebih senang mensintesis daripada menganalisa situasi.
Penguraian (*Elaboration*)	Mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecah masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain. Mencoba atau menguji detil-detil untuk melihat arah yang akan ditempuh. Mempunyai rasa keindahan yang kuat sehingga tidak puas dengan penampilan yang kosong atau sederhana. Menambahkan garis-garis, warna-warna, dan detail-detail (bagian-bagian) terhadap gambarnya sendiri atau gambar orang lain.
Perumusan kembali (*Redefinition*)	Mempertimbangankan sesuatu atas dasar perspektifnya sendiri. Menentukan pendapatnya sendiri tentang suatu hal.

Indikator	Karakteristik
	Menganalisis masalah atau penyelesaian secara kritis dengan selalu menanyakan "Mengapa?". Mempunyai alasan (rasional) yang dapat dipertanggungjawabkan untuk membuat keputusan. Merancang rencana kerja dari gagasan-gagasan yang tercipta. Pada waktu tertentu tidak menghasilkan gagasan tetapi menjadi peneliti atau penilai yang kritis. Menentukan pendapat dan mempertahankannya.

Indikator keterampilan berpikir kreatif matematis tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan dan mengukur tingkat kreativitas seseorang dalam menyelesaikan masalah atau menciptakan sesuatu yang baru. Dengan adanya indikator tersebut, dapat membantu dalam mengembangkan potensi kreativitas individu secara lebih terarah dan efektif. Dengan demikian, keterampilan berpikir kreatif sangat penting dalam memperluas perspektif dan menciptakan inovasi. Melalui latihan dan pengembangan, seseorang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis mereka.

B. *Level of Creative Thinking Skill*

Untuk menilai kemampuan berpikir kreatif anak-anak dan orang dewasa dapat dilakukan dengan menggunakan "*The Torrance Test of Creative Thinking* (TTCT)". Tiga komponen kunci yang dinilai dalam berpikir kreatif menggunakan TTCT adalah kefasihan (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*) dan kebaruan (*novelty*) (Silver, 1997). Selanjutnya, (Siswono, 2010)

mengadaptasi alat ukur tes dari Silver dengan menggunakan tiga komponen kunci yang sama. Kefasihan (*fluency*) mengacu pada kemampuan peserta didik dalam memberikan bermacam-macam jawaban, fleksibilitas (*flexibility*) mengacu pada kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah tidak hanya dengan satu cara tetapi bisa memberikan cara lain, dan kebaruan (*novelty*) mengacu pada kemampuan peserta didik mengajukan suatu masalah yang berbeda dari masalah yang diajukan sebelumnya.

Penelitian terdahulu yang mengukur kemampuan berpikir kreatif yang mendukung dengan penelitian ini, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh (Putri, 2013) menyimpulkan bahwa pada SMP yang dituju terdapat tiga subjek yang termasuk dalam Tingkat Keterampilan Berpikir Kreatif (TKBK) 0 (tidak kreatif), terdapat dua subjek yang termasuk dalam TKBK 1 (kurang kreatif), terdapat enam subjek yang termasuk dalam TKBK 2 (cukup kreatif), terdapat tiga subjek yang termasuk dalam TKBK 3 (kreatif), dan terdapat 16 subjek yang termasuk dalam TKBK 4 (sangat kreatif). Penelitian relevan lainnya seperti yang dilakukan oleh Fardah (2012) yang bertujuan untuk menganalisis proses berpikir kreatif dan kemampuan siswa melalui tugas *open-ended*, menyimpulkan bahwa pola berpikir kreatif siswa sebanyak 20% (tinggi) dari jumlah siswa, sebanyak 33,33% (sedang), dan sebanyak 46,67% (rendah).

Lima tingkat hirarki pemikiran kreatif peserta didik dalam pembelajaran matematika. Pentingnya pemikiran kreatif dapat memberikan kesempatan kepada setiap individu untuk berpikir *out of the box* dan mengembangkan solusi matematika yang unik. Dengan demikian, individu dapat meningkatkan keterampilan *problem solving* dan kreativitas dalam memecahkan masalah matematika. Pemikiran kreatif menurut (Siswono, 2010, 2011) memiliki lima tingkat

keterampilan berpikir kreatif. Lima tingkat pemikiran kreatif itu yaitu tidak kreatif, kurang kreatif, cukup kreatif, kreatif, dan sangat kreatif. Tidak kreatif memiliki karakteristik siswa tidak mampu menunjukkan komponen kreativitas. Mereka lebih mudah mengkonstruksi masalah daripada memecahkan masalah, karena mereka sudah mengetahui solusinya.

Kurang kreatif ditunjukkan dengan siswa mampu menunjukkan kefasihan tanpa kebaruan dan fleksibilitas dalam memecahkan dan mengajukan masalah, seperti mereka mampu membuat masalah secara matematis tanpa menghubungkannya dengan kehidupan nyata. Cukup kreatif ditunjukkan dengan siswa mampu menunjukkan fleksibilitas dan kebaruan dalam memecahkan dan mengajukan masalah tanpa kefasihan, seperti sulit untuk memperkirakan angka, rumus, atau solusi. Kreatif ditunjukkan dengan siswa mampu memenuhi komponen *fluency* dan mereka fleksibel dalam menunjukkan kebaruan, tetapi tidak dalam memecahkan dan mengajukan masalah. Sangat kreatif ditunjukkan dengan siswa mampu memenuhi semua komponen pemikiran kreatif atau fleksibel dalam memecahkan dan mengajukan masalah.

Tingkatan-tingkatan tersebut menekankan pemikiran divergen dimana posisi tertinggi adalah kebaruan, fleksibilitas dan aspek terendah adalah kefasihan. Aspek kebaruan ditempatkan pada posisi tertinggi karena diyakini sebagai karakteristik utama untuk menilai produk proses berpikir kreatif (Isaksen & Puccio, 1988; Runco, 2017; Solso et al., 2005). Fleksibilitas ditempatkan pada posisi penting berikutnya karena mengacu pada cara menghasilkan beberapa ide yang digunakan untuk mengatasi suatu tugas. Hal serupa di ungkap oleh hasil penelitian (Subanji et al., 2023) bahwa terdapat lima level model kreatif, yaitu: pra-imitasi, imitasi, modifikasi, kombinasi, dan konstruksi. Tahap pra-

imitasi ditentukan oleh terbatasnya kapasitas subjek untuk meniru. Tingkat peniruan ditentukan oleh tindakan meniru metode meskipun seseorang tidak benar-benar memahaminya. Tingkat modifikasi pada dasarnya ditentukan oleh proses mengubah suatu prosedur sehingga dapat diterapkan untuk memecahkan suatu masalah.

Proses penggabungan beberapa pengaturan atau strategi pemecahan masalah juga berfungsi untuk menentukan tingkat kombinasi. Tingkat konstruksi ditentukan oleh proses pengembangan metode baru untuk menangani masalah. Peserta didik mengekspresikan dan membenarkan suatu tugas tidak hanya dengan satu cara tetapi cara lain. Peserta didik juga mengajukan masalah yang diselesaikan dengan cara yang berbeda. Kefasihan ditunjukkan ketika peserta didik menghasilkan ide-ide berbeda yang sesuai dengan tugasnya. Peserta Didik mengeksplorasi masalah dengan banyak solusi dan jawaban, kemudian menghasilkan banyak masalah untuk dipecahkan. Pemecahan masalah yang dihadapi peserta didik adalah pemecahan masalah dalam bentuk soal atau pertanyaan.

Level keterampilan berpikir yang diungkapkan oleh siswono dan subanji tersebut merupakan level untuk siswa sekolah menengah dalam memecahkan masalah berupa penyelesaian soal. Jika mengadopsi dari pengertian level tersebut, maka penelitian ini membentuk level keterampilan berpikir kreatif matematis pada tiga level yaitu pra produktif, semi produktif dan produktif. Penerapan level ini tergantung dari temuan analisis hasil penelitian. Peneliti dapat membuat kriteria untuk masing-masing level tersebut dalam konteks merancang modul geometri. Level keterampilan berpikir kreatif yang dimaksud dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pra Produktif

Tahap ini adalah tahap awal di mana individu mulai memahami konsep geometri, namun belum mampu

menghasilkan ide-ide baru secara mandiri. Keterampilan pada level ini mencakup pengenalan pola, memahami prinsip dasar, dan mengkategorikan informasi. Kriteria untuk level ini meliputi kemampuan untuk mengikuti instruksi dan melakukan tugas-tugas sederhana dengan sedikit atau tanpa variasi.

Dalam konteks perancangan bahan ajar, bahan ajar pada tahap pra-produktif harus mencakup aktivitas yang memungkinkan siswa untuk mengikuti instruksi dengan mudah dan melakukan tugas-tugas sederhana (Kobayashi, 2023). Contohnya, latihan pengenalan bentuk geometri dasar seperti segitiga, persegi, dan lingkaran; serta aktivitas yang melibatkan pengenalan dan pengulangan pola. Penggunaan visual aids, seperti gambar dan model fisik, sangat membantu dalam tahap ini (Bilgiç & Argün, 2022). Selain itu, instruksi harus jelas dan langsung, tanpa membutuhkan variasi yang kompleks. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa siswa dapat memahami dan menguasai konsep dasar sebelum melangkah ke tahap yang lebih tinggi dalam pemahaman geometri (Kibga et al., 2022).

Dengan demikian, dalam perancangan bahan ajar, penting untuk mempertimbangkan bahwa siswa pada tahap ini masih membutuhkan bimbingan yang intensif dan struktur yang ketat dalam tugas-tugas mereka. Bahan ajar yang efektif akan menyediakan banyak contoh dan latihan yang berulang untuk memperkuat pemahaman konsep dasar sebelum memperkenalkan variasi atau tantangan yang lebih kompleks.

2. Semi Produktif

Pada level ini, individu mulai menerapkan pengetahuan geometri yang dipelajari untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang lebih kompleks. Seseorang mulai mengadaptasi solusi yang ada atau mengintegrasikan konsep dalam konteks baru. Kriteria untuk level semi produktif mencakup kemampuan untuk

mengaplikasikan dan memodifikasi ide yang ada serta memulai eksplorasi solusi alternatif.

Pada level semi produktif, tahap di mana siswa tidak hanya mengingat dan mengenali bentuk-bentuk geometri dasar, tetapi juga mampu menggunakan pengetahuan tersebut untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan pemikiran lebih mendalam. Misalnya, siswa mungkin diminta untuk menemukan luas suatu bentuk yang tidak teratur dengan menggabungkan beberapa bentuk dasar atau menggunakan teorema geometri untuk memecahkan masalah praktis (Gustafsson, 2024; Rohman et al., 2023). Pada tahap ini, siswa juga mulai mengadaptasi solusi yang ada atau mengintegrasikan konsep geometri dalam konteks baru hasil gabungan beberapa konsep geometri.

Kriteria untuk mencapai level semi produktif mencakup kemampuan untuk mengaplikasikan dan memodifikasi ide yang ada serta memulai eksplorasi solusi alternatif. Ini berarti siswa harus menunjukkan kemampuan untuk menyesuaikan strategi mereka berdasarkan masalah yang dihadapi, serta berani mencoba pendekatan baru yang mungkin belum pernah mereka lihat sebelumnya. Kemampuan ini menunjukkan tingkat pemahaman yang lebih tinggi dan kesiapan untuk beralih ke tahap pembelajaran yang lebih lanjut, di mana mereka akan lebih banyak terlibat dalam penciptaan dan inovasi solusi geometri yang lebih kompleks.

3. Produktif

Tahap produktif adalah tahap lanjutan di mana individu memiliki kemampuan untuk menghasilkan ide-ide orisinal dan solusi inovatif untuk masalah rancangan bahan ajar geometri. Mereka mengintegrasikan berbagai pengetahuan dan keterampilan untuk menciptakan sesuatu yang baru atau tidak terduga. Kriteria pada level produktif meliputi originalitas, fleksibilitas dalam berpikir, dan

kemampuan untuk merancang produk yang kompleks serta solusi kreatif yang unik bagi masalah yang diberikan.

Pada tahap ini, seseorang bisa menunjukkan kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai pengetahuan dan keterampilan secara beiringan untuk menciptakan sesuatu yang baru. Mereka mungkin menggabungkan konsep-konsep dari berbagai bidang matematika atau bahkan dari disiplin ilmu lain untuk menghasilkan bahan ajar yang inovatif dan bermanfaat. Fleksibilitas dalam berpikir adalah kunci pada tahap ini, karena memungkinkan individu untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan mencari solusi yang mungkin tidak terpikirkan sebelumnya (Uygun, 2022).

Kriteria pada level produktif mencakup originalitas, fleksibilitas dalam berpikir, dan kemampuan untuk merancang produk yang kompleks serta solusi kreatif yang unik. Individu pada tahap ini tidak hanya memecahkan masalah dengan cara konvensional, tetapi juga mampu menciptakan pendekatan baru yang lebih efisien atau menarik (Er & Dost, 2022). Kemampuan untuk merancang bahan ajar yang kompleks juga menunjukkan bahwa seseorang memiliki pemahaman mendalam tentang geometri dan bagaimana menyampaikannya dengan cara yang dapat dipahami oleh siswa. Hal ini mencakup pembuatan materi yang tidak hanya informatif tetapi juga *engaging*, mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam mempelajari geometri.

Dalam konteks merancang TM, kaitan teori Guilford dengan level keterampilan berpikir kreatif matematis menggarisbawahi pentingnya mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa melalui aktivitas yang mendorong pemikiran divergen dan inovatif pada semua level keterampilan termasuk level pra produktif, semi produktif dan produktif. Dengan demikian, keterampilan berpikir kreatif matematis dapat ditingkatkan melalui

desain materi ajar yang menyertakan berbagai tantangan dan kesempatan untuk eksplorasi kreatif

C. Kesulitan Belajar dan Kesulitan Merancang *Teaching Material*

Kesulitan belajar dapat diartikan sebagai suatu kondisi dalam proses belajar yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan tertentu untuk mencapai hasil belajar. Hambatan-hambatan itu dapat bersifat psikologis, sosiologis, maupun fisiologis dalam keseluruhan belajarnya. Kesulitan belajar merupakan salah satu faktor eksternal mahasiswa yang mengakibatkan rendahnya prestasi belajar mahasiswa, sehingga mahasiswa sulit melakukan kegiatan belajar secara efektif (Hasibuan, 2018). Sehingga kondisi ini dapat menyebabkan mahasiswa tidak dapat belajar dengan baik.

Mahasiswa yang memiliki kemampuan kognitif tinggi terkadang mengalami kesulitan dalam belajar yang dipengaruhi oleh faktor dalam dirinya sendiri (internal). kesulitan belajar merupakan kondisi di mana anak dengan kemampuan intelegensi rata-rata atau di atas rata-rata, namun memiliki ketidakmampuan atau kegagalan dalam belajar yang berkaitan dengan hambatan dalam proses persepsi, konseptualisasi, berbahasa, memori, pemusatan perhatian, penguasaan diri, dan fungsi integrasi sensori motorik (Clements & Sarama, 2011). Kesulitan belajar dapat didefinisikan sebagai suatu kesenjangan antara potensi yang dimiliki peserta didik dengan prestasi yang diraih dalam menyelesaikan tugas-tugas akademik (Syahrir et al., 2013).

Proses merancang TM merupakan salah satu tantangan bagi guru, terutama dalam memahami kebutuhan dan karakteristik siswa. Setiap siswa memiliki gaya belajar dan kemampuan yang berbeda-beda, sehingga merancang TM yang efektif memerlukan pemahaman yang mendalam tentang berbagai kebutuhan

ini. Selain itu, keterbatasan waktu dan sumber daya menimbulkan tantangan besar. Guru sering menghadapi keterbatasan waktu yang menghalangi kemampuan mereka untuk terlibat dalam penelitian, perencanaan, pengembangan, dan modifikasi sumber daya pendidikan berkualitas tinggi. Tantangan ini diperkuat oleh kompleksitas mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran, yang memerlukan keahlian dalam menggunakan software dan penggunaan secara efektif untuk meningkatkan pengalaman dan hasil belajar siswa (Koehler & Mishra, 2009; Tomlinson, 2012).

Tantangan yang sering dihadapi seperti keterbatasan yang dikenakan oleh pengetahuan pedagogis dan konten spesifik yang diperlukan untuk pengembangan materi yang selaras dengan standar kurikulum. Ketidakpercayaan atau motivasi yang tidak memadai di antara pendidik dalam kemampuan mereka untuk mengembangkan sumber daya pengajaran yang efektif dapat berdampak negatif pada kualitas keseluruhan hasil akhir. Adaptasi kurikulum yang kurang fleksibel juga sering menjadi kendala, terutama ketika standar kurikulum tidak cukup mendukung inovasi dalam pengajaran. Untuk mengatasi tantangan ini, guru membutuhkan bantuan berkelanjutan, pelatihan atau bimbingan dan partisipasi dalam upaya kolaboratif dengan rekan kerja untuk bertukar pengetahuan dan pengalaman (Loewenberg Ball et al., 2008; Schmidt & Prawat, 2006; Shulman, 2013)

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan

Banyak hal yang dapat menghambat dan mengganggu kemajuan belajar, bahkan sering juga terjadi suatu kegagalan. Faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan belajar dapat digolongkan menjadi dua faktor (Novita, Prahmana, et al., 2018; Raharjo et al., 2021). Faktor intern dan ekstern faktor intern, meliputi: faktor biologis, kesehatan, faktor Psikologis, Intelegensi,

perhatian, minat, bakat, emosi. Sedangkan faktor ekstern yang meliputi: lingkungan, faktor suasana rumah, faktor ekonomi keluarga, faktor lingkungan sekolah, faktor lingkungan masyarakat. Faktor-faktor ini dapat berdampak pada kemampuan seseorang dalam memahami materi pelajaran dan menyerap informasi dengan baik. Ketika faktor-faktor ini tidak terpenuhi atau tidak seimbang, seseorang dapat mengalami kesulitan belajar yang berdampak pada prestasi akademiknya.

2. Indikator kesulitan belajar

Peserta didik yang mengalami kesulitan belajar adalah Peserta didik yang mengalami suatu gangguan dan hambatan, sehingga tidak dapat belajar secara wajar dan tidak dapat mencapai hasil belajar yang optimal. Menurut Arifin tujuh indikator untuk menentukan kesulitan belajar peserta didik, antara lain:

a. Peserta didik tidak dapat menguasai materi pelajaran sesuai dengan waktu yang telah ditentukan;
b. Peserta didik memperoleh peringkat hasil belajar yang rendah dibandingkan dengan peserta didik lainnya dalam satu kelompok;
c. Peserta didik tidak dapat mencapai prestasi belajar sesuai dengan kemampuan yang dimilikinya;
d. Peserta didik tidak dapat menunjukkan kepribadian yang baik, seperti kurang sopan, membandel, dan tidak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan;
e. Peserta didik menunjukkan tingkat motivasi yang rendah dalam proses belajar mengajar;
f. Peserta didik terlihat kurang partisipasi dalam kegiatan pembelajaran di kelas (Arifin, 2009).

Indikator kesulitan ini dapat dilihat dari hasil evaluasi pembelajaran yang dilakukan secara berkala, melalui observasi terhadap perilaku dan kemampuan peserta didik di lingkungan belajar. Selain itu, angket dan wawancara juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Jika

indikator-indikator ini terpenuhi, maka kemungkinan peserta didik mengalami kesulitan belajar dapat dikonfirmasi.

BAB IV. *TEACHING MATERIAL*

Teaching Material (TM) adalah semua bentuk sumber belajar atau alat yang digunakan oleh guru atau pengajar untuk mendukung proses pembelajaran. Bahan ajar ini dapat berupa teks, media visual, audio, video, perangkat lunak, atau bahan interaktif lainnya yang dirancang untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran secara efektif. Parke mendefinisikan bahan ajar sebagai sumber daya yang membantu pendidik dalam melakukan berbagai peran secara efektif, seperti memotivasi peserta didik, mendiagnosis kebutuhan, mengatur pengajaran, mengajar dan membimbing pembelajaran, mengevaluasi kemajuan, dan berkomunikasi dengan orang tua (Parke, 1966). Parke dan bruner menekankan peran penting bahan ajar dalam mendukung guru dalam memenuhi tanggung jawab mereka dan menekankan pentingnya bahan ajar yang mampu merangsang pemikiran kritis dan eksplorasi (Bruner, 1974; Parke, 1966). TM yang dimaksud dalam penelitian ini adalah modul, yang membedakan dengan modul lainnya adalah mengintegrasikan DGS dalam membahas materi aja dan penyelesaian soal-soal.

TM berfungsi sebagai panduan bagi pengajar untuk mengarahkan kegiatan belajar serta menyediakan informasi, konsep, dan penugasan yang relevan dengan subjek yang diajarkan. Teori Guilford mengarahkan bahwa dalam desain modul pembelajaran geometri lebih memperhatikan penyususnan materi yang dapat mendorong berpikir kreatif dan divergen, seperti memberi siswa masalah terbuka untuk mencoba berbagai solusi. Melalui pengintegrasian teori Guilford dan pengembangannya ke dalam desain modul pembelajaran geometri, kita dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam. Dengan demikian, siswa dapat

mengembangkan keterampilan berpikir kreatif matematis untuk pemecahan masalah dan pemahaman mendalam tentang matematika.

Referensi lain menyampaikan bahwa modul pengajaran sebagai suatu bentuk bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk memudahkan pembelajaran (Abidin & Wulandari, 2022). Modul juga dapat diartikan sebagai sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa bantuan pendidik (Prastowo, 2012, 2014). Kemudian, Modul adalah bahan belajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu (Purwanto, 2007). Selanjutnya, (Daryanto dan Dwicahyono, 2014) menyatakan bahwa modul merupakan kata yang diadopsi dari dunia teknologi sebagai alat ukur yang lengkap dan merupakan satu kesatuan program yang dapat mengukur tujuan pembelajaran.

Parke menyoroti perlunya implementasi bahan ajar yang efektif dan tantangan yang dihadapi dalam menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik (Parke, 1966). Dengan adanya modul peserta didik dapat mencapai dan menyelesaikan bahan belajarnya dengan belajar secara individual dengan waktu yang bisa dikelola sendiri. Hal ini, senada dengan pendapat yang menyatakan bahwa bahan ajar dan modul pembelajaran berkaitan erat, dengan modul menjadi jenis bahan ajar khusus yang dirancang untuk mendukung pembelajaran (Sungkono, 2009). Jadi dapat disimpulkan TM adalah bahan atau alat yang digunakan oleh guru atau pendidik dalam proses pembelajaran untuk menyampaikan materi pelajaran kepada peserta didik dengan mengintegrasikan DGS.

Perancangan TM bertujuan untuk memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran dengan cara yang lebih menarik dan interaktif. Dengan

adanya teaching material yang relevan dan komprehensif, diharapkan peserta didik dapat memperoleh pemahaman materi ajar yang lebih baik serta meningkatkan motivasi belajar. Hal ini senada dengan Sedangkan menurut (Daryanto, 2013) modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar dengan terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai materi belajar, dan evaluasi. Dengan demikian, penggunaan modul sebagai TM dapat menjadi sarana yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Modul juga dapat membantu peserta didik untuk belajar secara mandiri dan lebih terstruktur.

TM memiliki peran yang sangat penting dalam pendidikan. TM merupakan alat yang mendukung proses belajar mengajar menjadi lebih efektif dan menarik. Dengan adanya materi ajar yang termuat dalam TM, siswa dapat lebih memahami konsep atau topik yang sedang dipelajari karena disajikan dalam bentuk yang lebih sistematis dan terstruktur. Selain itu, TM juga dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pelajaran dengan lebih jelas dan rinci. TM yang baik dapat memfasilitasi interaksi antara guru dan siswa, serta antara siswa dan konsep yang dipelajari. Selain itu, TM juga dapat menjadi sumber belajar mandiri bagi siswa, memungkinkan siswa untuk belajar di luar kelas dan waktu yang dapat disesuaikan secara mandiri. Dengan kata lain, TM memungkinkan berkontribusi signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang berarti dan mempengaruhi hasil belajar siswa.

A. Ciri-Ciri Modul yang Baik

Karakteristik modul yang baik dapat disusun dengan prinsip-prinsip tertentu (Sungkono, 2009), seperti: 1) Prinsip-prinsip desain pembelajaran yang berorientasi kepada tujuan (*objective model*); 2) Prinsip belajar

mandiri; 3) Prinsip belajar maju berkelanjutan (*continuous progress*); 4) Penataan materi secara modular yang utuh dan lengkap (*self contained*); 5) Prinsip rujuk silang (*cross referencing*) antar modul dalam mata pelajaran; 6) Penilaian belajar mandiri terhadap kemajuan belajar (*self-evaluation*).

Untuk menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi belajar, pengembangan modul harus memiliki karakteristik sebagai berikut (Daryanto, 2013) : 1) *Self instruction*. Modul harus memuat tujuan dan materi pembelajaran, materi sesuai dengan suasana, tugas dan lingkungan peserta didik. Modul mencakup contoh dan latihan. Bahasa sederhana dan komunikatif. Terdapat rangkuman, instrumen penilaian, umpan balik dan rujukan; 2) *Self contained*. Modul yang *self contained* adalah modul yang memuat seluruh materi pembelajaran. Tujuan *self contained* ini memberikan kesempatan peserta didik mempelajari materi pembelajaran secara tuntas; 3) *Stand alone*. Modul dapat berdiri sendiri bermakna dengan menggunakan modul ini tidak perlu bahan ajar/ media lain; 4) *Adaptif*. Modul yang disajikan menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Modul hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi; 5) *User friendly*. Modul sebaiknya disusun sedemikian rupa sehingga terkesan akrab dengan penggunanya. Setiap informasi dan instruksi yang disajikan bersifat membantu pemakainya.

Dalam memenuhi modul yang berprinsip dan berkarakter peneliti ingin mahasiswa kreatif dalam mendesain sebuah modul geometri siswa berbantuan DGS. Untuk lebih mudah memahami lima karakteristik tersebut, perhatikan Tabel berikut.

Tabel 2. Prinsip dan Karakteristik Modul

Prinsip-Prinsip	**Karakteristik**
Objective Model	*Self Instruction*
Stand Alone	*Self Contained*

Prinsip-Prinsip	Karakteristik
Continuous Progress	*Stand Alone*
Self Contained	*Adaptif*
Cross Referencing	*User Friendly*
Self-Evaluation	-

Dari lima karakteristik yang telah diuraikan, ada satu prinsip dan satu karakter yang sangat menarik untuk dibahas yaitu prinsip *self contained* dan berkarakter *adaptif*. Artinya, sebuah modul harus mengandung penataan materi secara modular yang utuh dan lengkap serta modul dirancang sesuai perkembangan ICT (Clark & Mayer, 2023).

B. Desain Modul Berbantuan DGS

Desain modul berbantuan DGS yang dirancang sedemikian rupa sesuai teori guilford, prinsip dan karakter modul yang berorientasi pada MCTS. DGS merupakan *software* yang memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi matematis secara interaktif, sehingga modul yang dirancang dengan bantuan mengintegrasikan DGS dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika pada siswa. Selain itu, desain modul yang dirancang juga dapat membantu guru dalam mengembangkan metode pembelajaran yang lebih menarik dan efektif. Dengan adanya desain modul berbantuan DGS, diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami konsep matematika yang abstrak. Aspek yang termuat dalam desain modul terdiri dari tiga aspek, yaitu aspek *content*, aspek *construct* dan aspek bahasa. Aspek *content* berisi kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan modul, uraian materi, langkah-langkah penggunaan DGS dalam penyelesaian masalah, contoh soal, latihan, dan daftar pustaka. Selanjutnya, aspek *construct,* yaitu: penyajian modul terdiri atas materi geometri yang disesuaikan dengan permasalahan siswa di sekolah. Aspek bahasa dalam desain modul mencakup

penggunaan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa, serta penjelasan yang jelas dan singkat untuk memudahkan pemahaman konsep matematika yang diajarkan. Desain modul dapat dikembangkan berdasarkan kreativitas individu.

Isi materi dan penyelesaian soal-soal yang ada dalam modul diselesaikan dengan cara biasa dan diselesaikan menggunakan bantuan DGS. DGS merupakan *software* yang memungkinkan untuk membuat konstruksi geometri secara interaktif dan membantu dalam memecahkan masalah geometri. Penggunaan DGS dapat mempermudah pemahaman konsep matematika yang abstrak melalui visualisasi yang lebih jelas. Materi geometri yang dapat dibahas dalam modul meliputi konsep-konsep dasar seperti garis, sudut, bangun datar, dan bangun ruang serta penerapannya dalam menyelesaikan masalah geometri. DGS merupakan *software* geometri dinamis yang sering digunakan dalam pembelajaran matematika. Terdapat banyak jenis DGS yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika, diantaranya: *geometer's sketchpad*, *cabri geomet*ry, *cabri 3D*, *cinderella*, *archimedes geo3D*, *compass* and *ruler* (CAR), *Geometria*, *wingeom*, *GeoGebra*, dan lain lain. Mahasiswa dapat memilih salah satu jenis DGS untuk diintegrasikan ke dalam rancangan modul sesuai dengan materi dan permasalahan yang ada di lapangan.

Dalam penelitian ini desain modul yang dirancang oleh partisipan diharapkan sesuai dengan teori Guilford, pendapat para ahli lainnya, dan ciri-ciri modul yang baik. Struktur modul berdasarkan teori Guilford mencakup lima komponen, yaitu kognisi, berpikir divergen, berpikir konvergen, evaluasi, dan transformasi. Struktur modul tersebut dapat dilengkapi berdasarkan ciri-ciri modul yang baik, yaitu tujuan pembelajaran jelas, materi terstruktur dan sistematis, aktivitas belajar yang beragam, instruksi dan panduan yang jelas, evaluasi dan penilaian, umpan

balik dan remedial, dan keterlibatan aktif siswa (Daryanto, 2013; Gagne et al., 2005; Sungkono, 2009). Jadi, desain modul geometri berbantuan DGS berdasarkan teori guilford dan berdasarkan ciri-ciri modul yang baik menurut sungkono (2009) dan Daryanto (2013) yang berorientasi pada MCTS dapat digambarkan sebagai berikut:

Gambar 6. Desain TM Berdasarkan Teori Guilford Berorientasi Pada MCTS

Rancangan desain TM ini mencakup detail dari setiap komponen yang terdapat di dalamnya. Dalam desain TM ini terdapat enam komponen yang memiliki fungsinya masing-masing. *Pertama,* pengenalan, pada komponen pengenalan ini terdapat tujuan pembelajaran yang jelas, materi yang disusun secara sistematis, dan instruksi penggunaan DGS. *Kedua*, eksplorasi, pada komponen ini fokus pada berpikir divergen untuk mengeksplorasi berbagai cara dalam menyajikan materi/soal/penjelasan jawaban dan lain-lain yang melibatkan siswa untuk turut aktif dalam belajar. *Ketiga,* aplikasi, dalam komponen ini perancang TM menerapkan konsep yang dipelajari dalam menyelesaikan masalah nyata dan penggunaan DGS untuk membantu memvalidasi hasil penyelesaian masalah. *Keempat,* evaluasi, pada bagian ini evaluasi untuk mengukur pemahaman siswa dan keterampilan berpikir. *Kelima*, refleksi dan umpan balik, siswa atau pengguna TM akan

merefleksikan pembelajarannya dan menerima umpan balik.

Tanda panah pada visualisasi desain modul pembelajaran geometri berbantuan DGS, menunjukkan alur dan hubungan antara berbagai komponen dalam modul. Berikut penjelasan masing-masing tanda panah: *pertama,* pengenalan→eksplorasi, alur ini menunjukkan bahwa setelah tahap pengenalan, siswa akan melanjutkan ke tahap eksplorasi. Tujuannya, membuar siswa siap engan dasar-dasar pengetahuan sebelum mereka mulai mengeksplorasi konsep-konsep lebih lanjut. *Kedua*, eksplorasi→aplikasi, menunjukkan bahwa setelah mengeksplorasi berbagai konsep dan metode, siswa akan menerapkan pengetahuan tersebut dalam situasi praktis. Tahap ini untuk memastikan bahwa eksplorasi tidak hanya berhenti pada pemahaman konsep, tetapi juga diterapkan dalam pemecahan masalah nyata, memperkuat keterampilan berpikir konvergen.

Ketiga, aplikasi→evaluasi, tahap ini menunjukkan bahwa setelah menerapkan pengetahuan, siswa akan melalui tahap evaluasi untuk mengukur pemahaman dan kemampuan mereka. Selain itu, tahap ini untuk mengukur seberapa efektif siswa menerapkan pengetahuan yang telah mereka eksplorasi dan memastikan bahwa mereka telah mencapai tujuan pembelajaran. *Keempat*, evaluasi→refleksi dan umpan balik, tahap ini menunjukkan bahwa setelah evaluasi, siswa akan masuk ke tahap refleksi dan menerima umpan balik. Tahap ini bertujuan memberikan siswa kesempatan untuk merefleksikan pembelajaran mereka, memahami kekuatan dan kelemahan mereka, serta menerima umpan balik yang konstruktif untuk perbaikan. *Kelima,* refleksi dan umpan balik→evaluasi dan penilaian, alur ini menunjukkan bahwa hasil refleksi dan umpan balik akan berputar kembali ke proses evaluasi dan penilaian. Hubungan ini menciptakan siklus berkelanjutan di mana siswa terus-

menerus mengevaluasi dan meningkatkan kemampuan mereka melalui umpan balik dan penilaian yang berkelanjutan.

C. Geometri

Geometri berasal dari dua kata yaitu *geo* yang berarti bumi dan *metry* yang berarti pengukuran (Henle, 1969). Geometri merupakan salah satu materi yang pada umumnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Pasani, 2019). Pembelajaran geometri di mulai dari pendidikan dasar dengan cara yang sederhana dari konkrit ke abstrak, dari segi intuitif ke analisis, dari eksplorasi ke penguasaan dalam jangka waktu yang cukup lama, serta dari tahap yang paling sederhana hingga yang tinggi. Salah satu cabang ilmu matematika yang bersifat abstrak adalah geometri.

Pengertian Geometri dapat diartikan dalam beberapa pengertian, yaitu: 1) cabang matematika yang mempelajari pola-pola visual, 2) cabang matematika yang menghubungkan matematika dengan dunia fisik atau dunia nyata, 3) suatu cara penyajian fenomena yang tidak tampak atau tidak bersifat fisik, dan 4) suatu contoh sistem matematika (Nur'aini et al., 2017; Syahputra, 2011). Sedangkan penulis lain menyatakan, geometri merupakan salah satu bidang dalam matematika yang sangat lemah dan sulit diserap oleh siswa sekolah karena pembelajaran geometri menekankan pada penguasaan keterampilan deduktif bukti tertulis (Istikomah & Mohamad, 2013). Oleh karena itu, untuk mempelajari geometri harus memiliki pemahaman yang mendalam.

Geometri adalah ilmu dalam cabang matematika yang mengenai tentang ukuran, letak dan bentuk suatu benda/objek dan dalam belajar geometri peserta didik membutuhkan suatu konsep yang matang sehingga peserta didik dapat menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan geometri (Ma'rufi et al., 2018).

Selanjutnya, (Alghadari et al., 2020) menyatakan geometri merupakan bagian dari pembelajaran matematika yang memerlukan penguasaan konsep secara berjenjang dan saling terkait. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran geometri di tingkat universitas. Adapun tujuan pembelajaran geometri di level universitas adalah Mahasiswa menguasai konsep dan pola pikir matematika yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di pendidikan dasar dan menengah serta untuk studi lanjut. Selain itu, latihan yang berkesinambungan juga diperlukan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan pemecahan masalah yang diperlukan dalam mengajar.

Materi geometri merupakan materi yang memerlukan keterampilan berpikir, komunikasi dan pemecahan masalah. Hal ini dikarenakan, geometri melibatkan pemahaman konsep ruang dan bentuk, serta kemampuan untuk mengaplikasikan konsep tersebut dalam situasi nyata. Dengan latihan yang terus-menerus, mahasiswa dapat menguasai keterampilan tersebut dengan baik. Pembelajaran geometri juga memiliki potensi besar untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif (Kurt-Birel et al., 2020).Dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan geometri adalah cabang ilmu matematika yang keberadaannya sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia baik langsung maupun tidak langsung.

D. Teori *Constructivisme* dan Teori Pembelajaran Matematika

Prinsip utama dalam psikologi pendidikan adalah bukan guru yang memberikan pengetahuan kepada siswa, melainkan siswa yang secara aktif membentuk pengetahuan mereka sendiri. Para ahli menjelaskan bahwa teori *constructivisme* adalah teori pembelajaran yang berfokus pada bagaimana siswa membangun pengetahuan mereka sendiri dan memahami konsep-konsep tertentu

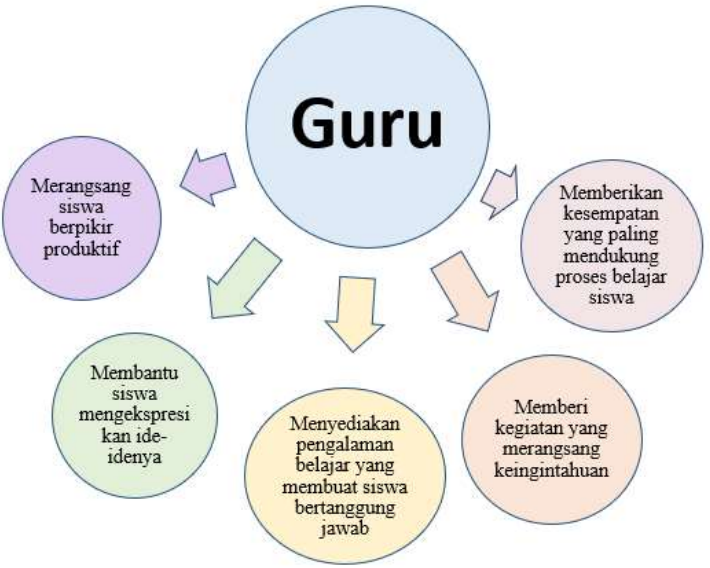
melalui pengalaman (Dewey, 1986; Lave & Wenger, 1991; Matthews, 1998). Menurut teori ini, pembelajaran adalah proses aktif di mana siswa secara aktif berpartisipasi dalam pembangunan pengetahuan mereka sendiri, bukan hanya penerima informasi yang pasif. Tokoh-tokoh penting dalam teori ini adalah Jean Piaget dan Lev Vygotsky.

Piaget berfokus pada *constructivisme* individual. Piaget percaya bahwa pengetahuan dibangun secara individual melalui interaksi dengan lingkungan. Sedangkan Vygotsky menekankan pada *constructivisme* sosial. Vygotsky berpendapat bahwa pembelajaran dan perkembangan kognitif terjadi melalui interaksi sosial. Selain itu, budaya juga berperan penting dalam pembentukan pengetahuan. Teori *constructivisme* didefinisikan sebagai proses belajar yang menciptakan makna dari materi yang dipelajari, berbeda dengan pendekatan behavioristik yang melihat belajar sebagai aktivitas mekanis antara stimulus dan respon. Dalam *constructivisme*, belajar dipahami sebagai proses di mana siswa membangun atau menciptakan pengetahuan mereka sendiri, memberikan makna pada pengetahuan mereka berdasarkan pengalaman mereka.

Dalam konteks pendidikan matematika, khususnya geometri, teori *constructivisme* memiliki pengaruh yang signifikan (Allsopp et al., 2007; Davis, 1990; Taylor et al., 1997; Thompson, 2020). Hal ini menyiratkan bahwa siswa harus diberi kesempatan untuk menjelajahi dan menemukan konsep geometri sendiri, bukan hanya diajarkan tentang teorema dan rumus. Misalnya, siswa dapat menggunakan *software* geometri dinamis untuk memanipulasi bentuk dan melihat bagaimana perubahan bentuk tersebut mempengaruhi sifat-sifatnya. Melalui proses ini, siswa dapat membangun pemahaman yang lebih dalam dan lebih kaya tentang konsep geometri. Teori pembelajaran matematika adalah kumpulan prinsip dan

ide tentang bagaimana siswa belajar matematika dan bagaimana pengajaran terbaik dapat dirancang untuk mendukung pembelajaran (Allsopp et al., 2007; Stigler & Hiebert, 2009).

Teori ini mencakup berbagai pendekatan, termasuk pemahaman konseptual (mengerti ide-ide yang mendasari matematika) versus pemahaman prosedural (mengetahui langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah), dan pentingnya pemecahan masalah dan pemikiran kritis dalam pembelajaran matematika. Dalam konteks geometri, teori pembelajaran matematika dapat membantu guru merancang pengajaran yang membantu siswa memahami konsep geometri pada tingkat yang lebih dalam (Herbst et al., 2017; Jones, 2001).



Gambar 7. Peran Guru Dalam Teori Belajar Constructivisme

Misalnya, guru dapat merancang kegiatan yang menekankan pemahaman konseptual daripada pemahaman prosedural, atau menggunakan masalah kontekstual yang relevan dan bermakna bagi siswa untuk

membantu mereka memahami dan menerapkan konsep geometri. Adapun peran guru dalam pembelajaran berdasarkan teori *constructivisme* dapat dilihat pada Gambar di atas.

Teori yang digunakan untuk menganalisis modul berbantuan DGS yang dirancang mahasiswa calon guru matematika adalah teori *constructivisme* dan teori pembelajaran matematika. Hal ini dikarenakan teori *constructivisme* adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan dan pemahaman mereka sendiri (Gordon, 2009). Siswa diharapkan dapat aktif terlibat dalam proses belajar dan mampu mengkonstruksi pengetahuan matematika secara mandiri melalui pendekatan ini. Dalam konteks pembelajaran matematika, teori ini menekankan pentingnya siswa aktif terlibat dalam proses pembelajaran dan membangun pemahaman mereka sendiri melalui eksplorasi dan refleksi.

Prinsip-prinsip dan strategi yang digunakan untuk mengajar matematika secara efektif adalah teori pembelajaran matematika. Jadi, teori pembelajaran matematika akan memberikan landasan dalam merancang modul yang dapat memfasilitasi pemahaman konsep-konsep matematika secara efektif. Teori ini mencakup pendekatan-pendekatan seperti pendekatan konseptual, pendekatan manipulatif, dan pendekatan berbasis masalah (Allen et al., 1996; Kennedy et al., 2008). Dengan mahasiswa menerapkan teori-teori ini dalam desain modul berbantuan DGS, diharapkan siswa dapat lebih aktif dalam memahami konsep-konsep geometri dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah mereka.

Teori *constructivisme* dan teori pembelajaran matematika dipilih untuk menganalisis modul berbantuan DGS yang dirancang oleh mahasiswa calon guru matematika karena fokus mereka pada pembelajaran yang aktif, berpusat pada siswa, dan kontekstual, yang sejalan

dengan tujuan dan desain modul tersebut. Dalam teori *constructivisme*, pengetahuan dibangun oleh siswa melalui interaksi aktif dengan lingkungan dan materi pembelajaran. Modul berbantuan DGS dirancang untuk memfasilitasi jenis interaksi.

Siswa diberi kesempatan untuk bereksplorasi, memanipulasi, dan menemukan konsep matematika sendiri melalui penggunaan *software* tersebut. Hal ini merupakan pendekatan yang sangat *constructtivis*. Sedangkan teori pembelajaran matematika menekankan pada pemahaman konseptual dan hubungan antara konsep-konsep matematika. Dalam modul berbantuan DGS, siswa diajak untuk memahami konsep dan hubungan tersebut, bukan hanya menghafal rumus atau prosedur. Sementara itu, teori behaviorisme dan kognitivisme kurang tepat untuk menganalisis modul. Teori behaviorisme fokusnya pada penguatan sehingga kurang efektif dalam memfasilitasi pemahaman konseptual yang mendalam. Teori kognitivisme menekankan proses mental namun kurang mengakomodasi eksplorasi aktif dan konstruksi pengetahuan oleh siswa yang menjadi ciri khas modul berbantuan DGS.

E. Teori situasi didaktis (*Theory of Didactical Situation*)

Teori situasi didaktis (TDS) adalah teori yang dikembangkan oleh Guy Brousseau, seorang pakar pendidikan matematika dari Prancis. Teori ini menekankan pada bagaimana peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri dalam lingkungan belajar yang dipersiapkan oleh pendidik. TDS meliputi empat situasi yaitu aksi, formulasi, validasi dan institusionalisasi. Setiap situasi memiliki peran yang berbeda dalam proses pembelajaran matematika, dimulai dari aksi sebagai tahap awal hingga institusionalisasi sebagai tahap akhir yang

mengarah pada pemahaman yang lebih mendalam. Dalam teori ini, peserta didik diharapkan aktif terlibat dalam setiap situasi untuk memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep matematika. Dengan demikian, TDS membantu menciptakan lingkungan belajar yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan matematika secara lebih efektif.

Situasi aksi dapat dimaknai sebagai proses perseptual dan memorial. Ketika peserta didik dihadapkan pada situasi matematis tertentu, peserta didik akan menghadapinya dengan melakukan aksi-aksi mental. Sehingga situasi ini akan berakhir pada situasi formulasi yakni terbentuknya formulasi objek matematis seperti konsep, aturan matematis, bukti aturan, problem matematis dan solusi matematis. Situasi formulasi ini berperan sebagai penjabaran dari hasil aksi mental peserta didik. Setelah formulasi terbentuk, peserta didik akan memvalidasi pemahaman dan pengetahuannya dengan melakukan pengujian kebenaran dan koreksi terhadap proses berpikirnya sendiri. Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil formulasi yang diperoleh sesuai dengan aturan dan logika matematis yang telah dipelajari. Setelah proses validasi, situasi berlanjut ke tahap institusionalisasi. Dalam tahap ini, pengetahuan dan pemahaman yang diperoleh oleh peserta didik diintegrasikan kedalam konteks sosial dan kehidupan sehari-hari.

Dalam konteks pembelajaran, teori situasi didaktis menyarankan bahwa desain pembelajaran harus mempertimbangkan keadaan keempat situasi tersebut agar dapat memfasilitasi proses pembelajaran yang efektif dan menghasilkan pemahaman dan pengetahuan yang mendalam pada peserta didik (G. P. Brousseau, 1999). Apabila aksi perseptual dan memorial peserta didik mengarah pada terbentuknya objek matematis tertentu melalui proses mandiri akibat desain dan karakteristik

tertentu, maka desain tertentu tersebut bersifat epistemik. Apabila respon yang ditunjukkan peserta didik tidak mengarah kepada terbentuknya objek matematis, maka desain tersebut bersifat non-epistemik sehingga berakibat terjadinya hambatan belajar epistemologis (*epistemological obstacle*). Suatu desain dibangun dengan karakteristik tertentu yang dapat dilihat keterkaitannya baik secara fungsional maupun struktural. Jika dari segi struktur konsep dan proses berpikir yang dikembangkan pada desain tertentu bersifat koheren, mka desain tersebut tidak bermasalah secara didaktis. Akan tetapi, jika ada ketidaksesuaian antara konsep dan proses berpikir yang diajarkan dalam desain pembelalajaran, maka desain tersebut akan menghambat proses belajar secara didaktis atau yang bisa disebut dengan (*didactical obstacle*).

Teori *constructivisme* dan teori situasi didaktis keduanya merupakan pendekatan dalam pendidikan yang saling melengkapi.Teori *constructivisme* berfokus pada bagaimana pengetahuan dikonstruksi dalam pikiran individu. Hal ini menekankan bahwa belajar adalah proses aktif dimana siswa membangun pemahaman dan pengetahuan mereka sendiri berdasarkan pengalaman. Siswa diberi kesempatan untuk berinteraksi dengan materi pelajaran, dan melalui interaksi tersebut, mereka secara aktif membangun pemahaman mereka. Sementara itu, teori situasi didaktis (*didactical situation theory*) menekankan pentingnya situasi belajar yang diatur sedemikian rupa, sehingga siswa diarahkan untuk menemukan dan membangun pengetahuan sendiri. Dalam teori ini, guru bertindak sebagai fasilitator yang menyediakan situasi belajar yang mendorong siswa untuk berpikir dan memecahkan masalah. Jadi, hubungan antara kedua teori ini terletak pada prinsip-prinsip dasar yang sama, yaitu bahwa belajar adalah proses aktif dan konstruktif. Kedua teori ini menekankan pentingnya peran siswa dalam membangun pengetahuan mereka sendiri dan

peran guru sebagai fasilitator dalam proses belajar dan pembelajaran.

F. *Dynamic Geometry Software* (DGS)

Teknologi yang dapat digunakan dalam pembelajaran salah satunya adalah *software* pembelajaran. Banyak tersedia *software* pembelajaran khusus untuk materi geometri, termasuk DGS yang menawarkan fitur unggulan untuk visualisasi dan manipulasi objek geometris. DGS merupakan perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk melakukan visualisasi dan manipulasi objek-objek geometris secara dinamis, yang sangat bermanfaat dalam pembelajaran matematika. Terdapat banyak jenis DGS yang beredar dan sering digunakan dalam pembelajaran diantaranya adalah *Geometer's Sketchpad*, *Cabri Geometry*, Cabri 3D, *Cinderella*, *Archimedes Geo3D, Compass and Ruler* (CAR), *Geometria*, *Wingeom*, *GeoGebra*, dan lain lain. Dari DGS yang ada, GeoGebra merupakan salah satu yang memiliki banyak keunggulan dan merupakan alat yang inovatif untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran matematika.

DGS seperti GeoGebra atau *Cabri Geometry* menyediakan lingkungan interaktif di mana siswa dan guru dapat menggambar, memanipulasi, dan menganalisis berbagai bentuk geometris secara real-time, sehingga meningkatkan pemahaman konsep geometris melalui eksplorasi visual dan eksperimentasi (Hohenwarter & Lavicza, 2007). Penggunaan DGS dalam pembelajaran matematika diyakini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dan guru dengan memungkinkan mereka untuk menyelidiki dan menemukan pola serta hubungan yang mungkin tidak terlihat dengan metode tradisional (C. Laborde & Sträßer, 2010). Interaksi langsung dengan objek geometris dan kemampuan untuk segera melihat efek perubahan memperkuat pemahaman

konseptual dan mendorong eksplorasi kreatif, menjadikannya alat yang sangat berharga dalam pendidikan matematika.

DGS dapat diintegrasikan ke dalam TM yang dirancang oleh mahasiswa calon guru dengan berbagai cara untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika. Pertama, mahasiswa calon guru dapat menggunakan DGS untuk membuat simulasi dan visualisasi interaktif dari konsep-konsep geometris. Misalnya, mereka bisa merancang materi ajar yang memungkinkan siswa untuk menggambar dan memanipulasi objek geometris seperti segitiga dan lingkaran, serta mengeksplorasi properti dan hubungan antara objek-objek tersebut secara nyata. Aktivitas ini membantu siswa melihat efek perubahan parameter secara langsung, memperdalam pemahaman mereka tentang konsep seperti kesamaan, kongruensi, dan simetri (Hohenwarter & Lavicza, 2007).

Kedua, mahasiswa calon guru dapat memanfaatkan DGS untuk merancang tugas-tugas berbasis proyek yang mendorong eksplorasi dan pemecahan masalah. Dengan fitur-fitur interaktif DGS, mahasiswa calon guru dapat mengembangkan kegiatan yang menantang siswa untuk membuat *conjecture*, melakukan eksperimen, dan menyelidiki pola-pola baru. Misalnya, siswa dapat diminta untuk menemukan pola dalam pengukuran sudut atau panjang sisi dalam berbagai konfigurasi geometris dan kemudian menguji conjecture mereka menggunakan DGS. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mereka (C. Laborde & Sträßer, 2010). Dengan demikian, integrasi DGS dalam TM memungkinkan calon guru untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif.

BAB V. PROSES BERPIKIR KREATIF DAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBANTUAN *DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE*

A. Penguasaan Geometri dalam Pembelajaran oleh Calon Guru Matematika

Berdasarkan temuan empiris, beberapa partisipan menunjukkan pemahaman yang mendalam dan mampu menghasilkan solusi yang inovatif. Sementara yang lain mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah dan menghadapi kendala dalam proses berpikir kreatif. Temuan ini didukung oleh peneliti terdahulu yaitu variabilitas kemampuan berpikir kreatif di antara peserta pembelajaran geometri, ada yang menunjukkan pemahaman mendalam dan solusi inovatif, sementara ada pula yang menghadapi hambatan dan kesulitan dalam proses berpikir kreatif matematis (Jagom et al., 2020; Martinovic & Karadag, 2012; Musna, 2020; Setialesmana, 2017).

Temuan tentang penguasaan pengetahuan geometri terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu: partisipan yang memiliki pemahaman mendalam dan mampu berinovasi, serta partisipan yang mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah. Kelompok partisipan yang memiliki pemahaman mendalam dan mampu berinovasi menunjukkan kemampuan untuk memahami konsep dengan baik, menciptakan solusi unik dan baru untuk masalah yang diberikan. Partisipan dengan pemahaman mendalam tidak hanya memahami fakta atau konsep dasar saja, tetapi juga memahami bagaimana pengetahuan tersebut saling terkait yang dapat diterapkan dalam konteks baru dan nyata. Partisipan dapat menghubungkan apa yang dipelajari dengan pengetahuan sebelumnya,

melakukan analisis kritis, membuat inferensi, dan menggunakan logika untuk memecahkan masalah kompleks. Pemahaman mendalam ini dihasilkan dari belajar aktif, di mana partisipan terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran melalui diskusi, eksplorasi konsep-konsep baru, dan penerapan teori ke praktik.

Partisipan dengan kemampuan berinovasi menunjukkan bahwa mereka kreatif pembelajaran dan pemecahan masalah. Partisipan tidak hanya menerima informasi seperti biasa, tetapi mencari cara-cara baru untuk memanfaatkan apa yang mereka ketahui. Hal ini bisa melibatkan pengembangan ide-ide baru atau unik, menciptakan solusi orisinal untuk masalah-masalah rumit atau mencoba pendekatan-pendekatan baru dalam situasi yang belum pernah dihadapi sebelumnya. Partisipan mungkin dapat melakukan analisis kritis, menggabungkan informasi, dan mengaplikasikan pengetahuan secara inovatif.

Kelompok partisipan yang mengalami kesulitan memecahkan masalah dan berpikir kreatif matematis seringkali merasa tertantang saat merancang TM. Kelompok ini menemui hambatan dalam dua aspek penting dari proses belajar, yaitu pemecahan masalah dan berpikir kreatif matematis. Pemecahan masalah adalah keterampilan penting yang melibatkan penggunaan pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan untuk mencapai tujuan atau solusi. Partisipan yang mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah mungkin tidak dapat menganalisis atau memahami situasi dengan baik, atau tidak tahu bagaimana menerapkan pengetahuannya untuk mencari solusi. Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kurangnya pemahaman konseptual dasar, kurangnya strategi pemecahan masalah efektif, atau rasa takut akan kegagalan. Berpikir kreatif matematis adalah keterampilan untuk melihat hubungan baru antara ide-ide dan menciptakan solusi unik untuk

menghadapi tantangan atau menyelesaikan masalah. Partisipan yang mengalami kesulitan dengan berpikir kreatif matematis mungkin cenderung berpegang pada cara-cara tradisional dan merasa tidak nyaman dengan gagasan-gagasan baru atau pendekatan-pendekatan inovatif. Mereka juga mungkin merasa terintimidasi oleh tekanan untuk "berkarya" atau merasa khawatir bahwa ide-ide mereka akan ditolak oleh orang lain.

Partisipan kesulitan dalam memahami konsep dan tidak dapat menerapkan pengetahuan mereka dengan cara yang efektif untuk menemukan solusi. Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kurangnya pemahaman dasar, kurangnya pengalaman praktis dengan materi pelajaran, atau bahkan rasa takut akan kegagalan yang menghambat proses berpikir kreatif (Latifah et al., 2023; Lehtinen et al., 2017; R. J. Sternberg & Lubart, 1998). Meskipun demikian, partisipan masih memiliki motivasi yang kuat dan tidak putus asa, peserta selalu semangat untuk menyelesaikan rancangan TM.

Dalam konteks pendidikan guru matematika, sangat penting bagi calon guru matematika memiliki kemampuan pemecahan masalah serta berpikir kreatif matematis, karena kedua kompetensi tersebut bukan hanya bermanfaat bagi diri mereka sendiri tetapi juga akan diteruskan kepada murid-murid mereka di masa depan. Oleh karena itu, ada beberapa aspek yang mungkin perlu dipertimbangkan: 1) Pemahaman konsep dasar: mahasiswa calon guru matematika harus memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep dasar geometri, seperti titik, garis, sudut, bidang datar dan ruang, serta hubungan antara mereka; 2) Keterampilan menghitung: mahasiswa calon guru matematika juga harus mampu melakukan berbagai perhitungan yang terkait dengan geometri, seperti menghitung luas dan volume bentuk-bentuk geometris; 3) Penalaran geometris: mahasiswa calon guru harus bisa memahami dan menerapkan prinsip-

prinsip penalaran geometris dalam menyelesaikan masalah; 4) Geometri dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari: untuk membuat pembelajaran menjadi lebih relevan dan menarik bagi siswa, penting bagi calon guru matematika untuk dapat menghubungkan konsep-konsep geometri dengan aplikasi di kehidupan sehari-hari atau disiplin ilmu lainnya; 5) Pemahaman tentang penggunaan teknologi: Dengan kemajuan teknologi saat ini, seperti *software* matematika (misalnya *GeoGebra*), mahasiswa calon guru matematika perlu memahami bagaimana menggunakan *software* untuk membantu pengajaran dan pembelajaran geometri; 6) Strategi pengajaran efektif: Selain penguasaan *content*, mahasiswa calon guru matematika juga perlu belajar strategi pengajaran efektif untuk mengajarkan konsep-konsep tersebut kepada siswa mereka nanti.

Dengan demikian, penguasaan pengetahuan tentang geometri oleh mahasiswa calon guru matematika tidak hanya melibatkan pemahaman tentang materi itu sendiri tetapi juga bagaimana cara terbaik untuk mengajarkannya kepada siswa. Selanjutnya, Cherif menyarankan pendekatan kesadaran perkembangan dalam pengajaran dan pembelajaran untuk melibatkan siswa dalam mengungkap prinsip-prinsip geometri dan menghubungkannya dengan contoh-contoh dunia nyata (Cherif et al., 2017). Seah menyelidiki hubungan antara konsep figural formal dan personal guru pra-jabatan dan menyimpulkan bahwa memperkuat hubungan antara konsep-konsep ini melalui visualisasi dapat menyelesaikan kesalahan dan kesalahpahaman dalam sifat geometris (Seah, 2015).

Temuan penelitian ini sesuai dengan temuan-temuan penelitian terdahulu, yang menekankan beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan ketika mempelajari materi geometri. Hershkowitz menekankan pentingnya memahami geometri sebagai ilmu tentang ruang dan

struktur logis (Hershkowitz, 1990). Kurikulum geometri nasional dianalisis dan menyarankan penataan ulang untuk memfasilitasi transisi siswa dari penalaran berbasis visual ke penalaran deduktif (Jayathirtha, 2018). Selanjutnya, Novita fokus pada perancangan kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan pengetahuan geometri dan penalaran spasial anak usia dini (Novita, Putra, et al., 2018). Terakhir, Seago menguji pengaruh materi pengembangan profesional terhadap pemahaman guru tentang kesamaan geometri (Seago et al., 2014).

Pemahaman siswa tentang konsep-konsep geometri berkembang seiring waktu. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan tahap perkembangan kognitif siswa dan bagaimana hal itu mempengaruhi kemampuan mereka untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep geometri. Pengajaran harus disesuaikan dengan tahap perkembangan untuk memastikan bahwa siswa dapat menggali dan menguasai materi secara efektif. Berkaitan dengan struktur dan urutan dari kurikulum yang digunakan untuk mengajar geometri. Materi harus diatur sedemikian rupa sehingga topik-topik dibangun satu sama lain secara logis, membantu siswa membuat koneksi antara berbagai konsep dan ide-ide yang diajarkan. Belajar paling efektif ketika siswa aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran geometri, hal ini berarti memberikan peluang bagi siswa untuk melakukan eksperimen dengan bentuk-bentuk fisik atau visual, belajar melalui masalah-masalah yang menantang mereka untuk menerapkan konsep-konsep yang telah mereka pelajari, atau menggunakan alat teknologi seperti *software* penggambaran atau simulasi komputer. Guru memiliki peran penting dalam pendidikan matematika dan pembelajaran geometri. Penting juga bagi guru-guru untuk terus belajar dan berkembang sepanjang karir mereka, agar dapat tetap *up-to-date* dengan metode pengajaran terbaru, pengetahuan isi subjek (misalnya pengetahuan

tentang bidang-bidang baru dalam matematika), serta strategi-strategi efektif untuk melibatkan semua jenis peserta didik.

Secara keseluruhan, temuan-temuan ini menggarisbawahi kebutuhan untuk mempertimbangkan perkembangan pembelajaran geometri, pengorganisasian materi, keterlibatan siswa dalam kegiatan geometri, dan pentingnya pengembangan profesional guru yang efektif. Hal ini disebabkan karena penguasaan pengetahuan geometri berkaitan dengan proses berpikir serta keterampilan berpikir kreatif matematis dalam merancang TM, khususnya pada materi geometri. Tanpa pemahaman yang kuat tentang konsep dan prinsip geometri, akan sulit untuk merancang materi pengajaran yang efektif atau menggunakan proses berpikir dan keterampilan berpikir kreatif matematis dengan cara yang produktif dan inovatif.

Adapun keterbatasan penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian pertama adalah *pertama*, metode pengumpul data seperti tes tertulis yang mungkin tidak sepenuhnya menangkap pemahaman konseptual dan keterampilan pengajaran yang sebenarnya dimiliki mahasiswa. *Kedua*, persepsi subjektif dari partisipan atau peneliti bisa mempengaruhi hasil penelitian. Misalnya, partisipan memberikan jawaban yang mereka anggap diinginkan oleh peneliti. *Ketiga,* penelitian terbatas pada aspek-aspek tertentu dari pengetahuan geometri, seperti konsep dasar, tanpa mengeksplorasi penerapan praktis dalam pengajaran.

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah *pertama*, peneliti menggunakan metodologi yang beragam, termasuk wawancara mendalam, observasi kelas, dan analisis portofolio, untuk mendapatkan gambaran penguasaan pengetahuan geometri yang lebih komprehensif. *Kedua*, peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang mengurangi bias subjektif, seperti kuesioner anonim atau menggunakan penilai eksternal

untuk mengkaji hasil. *Ketiga*, peneliti mendesain penelitian yang mencakup berbagai aspek pengetahuan geometri, termasuk pemahaman teoritis dan kemampuan untuk mengaplikasikannya dalam situasi pembelajaran nyata.

B. Proses Berpikir dalam Merancang Teaching Material Berbantuan DGS

Berdasarkan temuan yang telah dibahas sebelumnya, ada beberapa temuan proses berpikir mahasiswa calon guru matematika dalam merancang *teaching material* berbantuan DGS pada komponen *content*, *construct* dan bahasa.

1. Komponen *content*

   Proses berpikir kreatif matematis pada komponen *content*, mahasiswa calon guru matematika mengikuti pola tertentu yang menggambarkan tahapan logis dalam merancang TM. Pola yang terbentuk sebagai berikut:

   atau

   Keterangan:

   1. Analisis kebutuhan :
   2. Tentukan tujuan :
   3. Tinjauan materi :
   4. Pertanyaan umum yang sering muncul :
   5. Cari inspirasi dari luar :

   a. Kode T-M banyak ditemukan berada secara berurutan dimana setelah muncul kode T, maka muncul kode M. Temuan ini menunjukkan bahwa partisipan mengikuti urutan tertentu saat

merancang TM. Pertama, partisipan melakukan analisis kebutuhan (kode K-T), kemudian menentukan tujuan pembelajaran (kode T), dan akhirnya ulasan materi (kode M). Ini menunjukkan bahwa partisipan memahami pentingnya menentukan tujuan belajar dan kebutuhan siswa sebelum menyusun materi. Ini sejalan dengan teori pembelajaran yang menekankan pentingnya penentuan tujuan dan analisis kebutuhan sebelum menyusun materi (Daryanto, 2013; Praetorius & Charalambous, 2023; R. J. Sternberg & Lubart, 1998; Sungkono, 2009). Dalam proses perancangan modul, penting untuk memahami tujuan pembelajaran yang jelas agar materi yang disusun dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Selain itu, sangat penting untuk menganalisis kebutuhan siswa untuk memastikan bahwa materi yang disajikan sesuai dengan kebutuhan dan minat siswa.

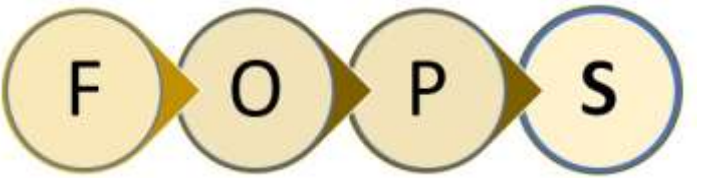
b. Kode K-T banyak ditemukan berdasarkan wawancara lisan. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru matematika mengandalkan interaksi langsung dengan siswa atau calon siswa untuk memahami kebutuhan siswa. Hal ini sesuai dengan pendekatan konstruktivis yang menenkankan pentingnya pemahaman konteks siswa dalam pembelajaran (Bada & Olusegun, 2015; Dewey, 1986; Lave & Wenger, 1991; Matthews, 1998). Selain itu, temuan ini menunjukkan bahwa pemahaman mendalam tentang karakteristik siswa dan lingkungan belajar mereka diperlukan untuk pembelajaran matematika yang efektif. Oleh karena itu, guru harus terus berupaya untuk

meningkatkan keterampilan interpersonal mereka saat berinteraksi dengan siswa mereka.

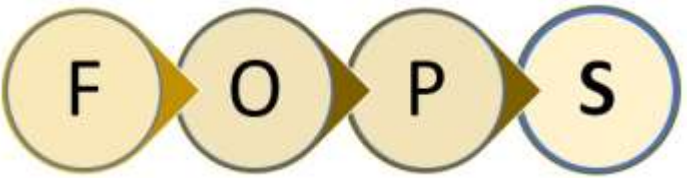
c. Posisi K selalu pada proses awal. Hal ini menunjukkan bahwa menganalisis kebutuhan siswa adalah proses pertama yang dilakukan dalam merancang TM. Fakta bahwa kode K selalu muncul di awal dalam proses merancang TM, menunjukkan bahwa analisis persyaratan siswa dianggap sebagai langkah pertama yang penting. Ini menunjukkan pemahaman bahwa, untuk merancang TM yang efektif, perlu terlebih dahulu memahami persyaratan dan karakteristik siswa (Wyatt-Smith & Cumming, 2009).
d. Posisi U dan I muncul setelah kode M. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah fase analisis kebutuhan (kode K), partisipan menggabungkan elemen yang terkait dengan mencari inspirasi dari luar (Kode U) dan memperhatikan pertanyaan yang sering diajukan (Kode I). Hal ini menunjukkan bahwa partisipan mempertimbangkan berbagai sumber daya eksternal dan informasi untuk memperkaya materi pengajaran setelah mereka memperjelas materi utama (Kode M). selain itu, proses ini menggambarkan penggunaan sumber daya eksternal untuk memperkaya materi pengajaran (Reigeluth, 1999). Oleh karena itu, proses pengembangan materi pengajaran tidak hanya bergantung pada pemahaman peserta didik secara internal tetapi juga melibatkan penggunaan sumber daya eksternal untuk meningkatkan konten. Proses ini menunjukkan betapa pentingnya kerja sama dan penelusuran informasi tambahan untuk membuat materi pengajaran yang baik

e. Jika diurutkan, maka peluangnya adalah seperti kode berikut:
   a) K-T-M-U-I
   b) K-T-M-I-U
   Dua urutan potensial - K-T-M-U-I dan K-T-M-I-U merefleksikan dua jalur berpikir kreatif yang mungkin dilakukan oleh mahasiswa saat merancang TM pada komponen *Content*, yaitu analisis kebutuhan, menentukan tujuan, tinjauan materi, memperhatikan pertanyaan umum yang sering muncul dan mencari inspirasi dari luar (K-T-M-U-I) atau analisis kebutuhan, menentukan tujuan, tinjauan materi, mencari inspirasi dari luar dan memperhatikan pertanyaan umum yang sering muncul (K-T-M-U-I) (Reigeluth, 1999; Wyatt-Smith & Cumming, 2009). Agar dapat memilih pendekatan yang paling sesuai dengan kebutuhan proyek, penting untuk memahami perbedaan antara kedua urutan tersebut. Dengan pemahaman yang baik, pengembang dapat mengoptimalkan desain TM untuk mencapai hasil yang diinginkan. Untuk memastikan kesuksesan dalam implementasi TM, perlu dipertimbangkan elemen lain seperti target audiens dan tujuan proyek. Kesesuaian antara urutan potensial dengan kebutuhan proyek akan sangat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas desain TM yang dibuat.

2. Komponen *construct*
   Proses berpikir kreatif matematis pada komponen *construct*, pola yang terbentuk sebagai berikut:



atau



Keterangan:

1. Mengidentifikasi masalah :
2. Mengulas teori :
3. Memodulasi proses desain :
4. Menentukan model atau strategi pembelajaran :

a. Kode P-S banyak ditemukan berada secara berurutan dimana setelah muncul kode P, maka muncul kode S. Temuan ini menunjukkan bahwa setelah memodulasi proses desain (Kode P), partisipan biasanya langsung beralih ke menentukan model atau strategi pembelajaran (Kode S). Hal ini mencerminkan partisipan melakukan proses desain sesuai dengan teori desan instruksional yang mengutamakan pemilihan strategi setelah merancang proses (Gagne et al., 2005). Penelitian sebelumnya juga menemukan pola serupa dalam proses desain instruksional TM (Cobb et al., 2020; Umamah et al., 2021). Proses desain instruksional yang dimulai dengan pemilihan strategi pembelajaran sebelum merancang proses dapat mengakibatkan kurangnya kesesuaian antara tujuan pembelajaran dan strategi yang dipilih.
b. Kode F-P banyak ditemukan berdasarkan wawancara lisan dan analisis jurnal harian. Hal ini menunjukkan bahwa mengidentifikasi masalah (Kode F) dan memodulasi proses desain (Kode P) adalah elemen penting dalam proses perencanaan dan sering menjadi fokus diskusi.

Hal ini menunjukkan bahwa mengidentifikasi masalah atau mengulas teori selalu dilakukan di awal, sesuai dengan pendekatan pedagogis yang menekankan pemahaman masalah atau teori sebagai dasar perencanaan pengajaran (Heaster-Ekholm & Lina, 2020; C. M. Smith & Staudt W, 2023). Proses ini dapat membantu memastikan bahwa tujuan pembelajaran jelas dan relevan serta dapat dicapai melalui proses perencanaan yang sistematis. Dengan demikian, kode F-P dapat menjadi kunci dalam memastikan efektivitas pembelajaran .

c. Posisi F-O selalu pada proses awal dan bergantian posisi sebelum kode P. Hal ini menunjukkan bahwa mengidentifikasi masalah atau mengulas teori adalah proses pertama yang dilakukan dalam merancang TM. Ini sesuai dengan pendekatan pedagogis, dimana pemahaman tentang masalah atau teori harus menjadi dasar perencanaan dalam pengajaran. Temuan ini selaras dengan kajian yang mengatakan pentingnya memperhatikan konsep pedagogi oleh guru, pengetahuan teoritis, teknis, dan praktis dalam perencanaan pembelajaran (Gonzalez & Gomez, 2020).
d. Jika diurutkan, maka peluangnya adalah seperti kode berikut:
   a) F-O-P-S
   b) O-F-P-S

   Dua urutan potensial yaitu F-O-P-S dan O-F-P-S. Hal ini menunjukkan ada dua jalur berpikir kreatif yang mungkin dilakukan oleh partisipan saat merancang TM pada komponen *construct*, yaitu: satu melibatkan identifikasi masalah sebelum ulasan teori, sementara urutan lainnya melibatkan ulasan teori sebelum

mengidentifikasi masalah. Dengan demikian, partisipan dapat memilih proses berpikir yang paling sesuai dengan gaya dan preferensi mereka dalam merancang TM. Kedua urutan tersebut menunjukkan fleksibilitas dalam pendekatan merancang TM yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu.

3. Komponen bahasa

Proses berpikir kreatif matematis pada komponen bahasa, pola yang terbentuk sebagai berikut:

Atau

Keterangan:

1. Meninjau bahasa yang lazim digunakan dalam pembelajaran :
2. Membaca referensi :
3. Diskusi dengan dosen atau teman atau belajar bersama :
4. Menentukan bahasa yang digunakan :

a. Kode D-G banyak ditemukan berada secara berurutan dimana setelah muncul kode D, maka muncul kode G. Temuan ini menunjukkan bahwa setelah melakukan diskusi dengan dosen atau teman (Kode D), mahasiswa biasanya langsung beralih ke penentuan bahasa yang digunakan (Kode G). Proses ini mencerminkan bahwa diskusi dan belajar bersama mempengaruhi pemilihan dan penentuan bahasa yang akan digunakan sesuai dengan teori belajar kolaboratif (Gordon, 2009; Vygotsky & Cole, 1978). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa interaksi antara mahasiswa dan dosen/teman dapat

memengaruhi proses pengambilan keputusan dalam pemilihan bahasa. Hasil ini dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif.

b. Kode Z-D dan R-D banyak ditemukan berdasarkan wawancara lisan dan analisis jurnal harian. Temuan ini menunjukkan bahwa meninjau bahasa yang lazim digunakan dalam pembelajaran (Kode Z) serta membaca referensi (Kode R) adalah elemen penting dalam proses perencanaan dan sering menjadi fokus diskusi. Hal ini menunjukkan fokus pada penggunaan bahasa yang tepat dan berbasis referensi (Tomlinson, 2011, 2017, 2023). Proses ini memiliki peran penting dalam memperkuat kualitas TM dengan memastikan penggunaan bahasa yang tepat dan referensi yang relevan. Temuan ini juga menegaskan bahwa pemahaman terhadap bahasa dan referensi sangat berpengaruh dalam proses perencanaan TM dalam pembelajaran.

c. Posisi R-Z selalu pada proses awal dan bergantian posisi sebelum kode d. Hal ini menunjukkan bahwa mengidentifikasi masalah atau mengulas teori Membaca referensi adalah proses pertama yang dilakukan dalam merancang TM. Hal ini sesuai dengan pendekatan pedagogis dimana pemahaman tentang referensi literatur atau tinjauan bahasa harus menjadi dasar perencanaan pengajaran (Navarro S & Maldonado, 2007; Tomlinson, 2012). Namun, penting untuk diingat bahwa proses merancang TM tidak hanya terbatas pada langkah-langkah awal tersebut, tetapi juga melibatkan pengembangan strategi pengajaran yang efektif.

d. Jika diurutkan, maka peluangnya adalah seperti kode berikut:
   c) R-Z-D-G
   d) Z-R-D-G

   Dua urutan potensial yaitu R-Z-D-G dan Z-R-D-G. Hal ini menunjukan ada dua jalur berpikir kreatif matematis yang mungkin dilakukan oleh partisipan saat merancang TM pada komponen bahasa, yaitu: satu melibatkan membaca referensi sebelum tinjauan bahasa. Proses ini menggambarkan pola berpikir yang dimulai dengan dasar teori atau literatur sebelum praktik diskusi dan aplikasi. Sementara urutan lainnya melibatkan pendekatan yang lebih praktis, di mana partisipan mungkin lebih dulu mengeksplorasi bahasa yang umum digunakan sebelum memperdalam pemahaman melalui referensi.

   Kedua urutan ini menggambarkan proses berpikir kreatif yang berbeda, namun tetap logis dalam konteks matematika. Proses ini penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif matematis dalam merancang TM karena dua alasan. *Pertama,* memungkinkan partisipan untuk membangun fondasi teori yang kuat terlebih dahulu. Dengan memahami literatur dan referensi, mereka dapat memastikan bahwa bahasa yang digunakan dalam merancang TM memiliki dasar yang kokoh, sehingga meningkatkan kualitas materi yang diajarkan (Gonzalez & Gomez, 2020). *Kedua,* proses ini memungkinkan partisipan untuk segera terjun ke dalam praktik dan analisis bahasa yang sering digunakan dalam pengajaran matematika. Setelah itu, mereka dapat memperdalam pemahaman mereka dengan referensi tambahan.

Ini memungkinkan fleksibilitas dan penyesuaian langsung terhadap kebutuhan praktis dalam pengajaran (Abdullaevna & Xusenovna, 2022; C. M. Smith & Staudt W, 2023).

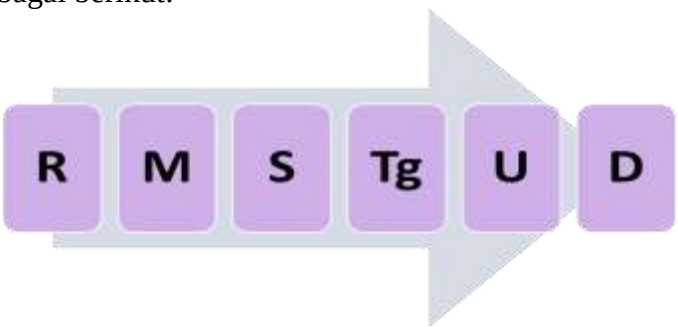
Berdasarkan pembahasan temuan penelitian tersebut, maka proses pada komponen *content* (K-T-M-U-I atau K-T-M-I-U), *construct* (F-O-P-S atau O-F-P-S) dan bahasa (R-Z-D-G dan Z-R-D-G) dapat digunakan untuk merancang TM berbantuan DGS. Meskipun pembahasan tersebut memberikan wawasan yang berharga tentang urutan proses berpikir kreatif dalam merancang TM berbantuan DGS, ada beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. *Pertama,* generalisasi terhadap semua konteks. Temuan ini mungkin tidak berlaku secara universal untuk semua konteks pengajaran matematika. Proses berpikir kreatif dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti latar belakang pendidikan, pengalaman, dan kebutuhan individu. Sesuai dengan teori konstruktivisme, pengalaman individu dalam proses pembelajaran. Konstruktivisme, yang dipelopori oleh teori-teori seperti Jean Piaget dan Lev Vygotsky, menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman individu dan interaksi sosial dalam konteks tertentu. Sehingga, hasil temuan ini mungkin tidak dapat digeneralisasi secara langsung terhadap semua konteks

Kedua, faktor eksternal yang tidak terukur. Penelitian sering kali tidak mampu mengukur atau mengontrol semua faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi proses berpikir kreatif. Misalnya, pengaruh lingkungan sosial, keterbatasan waktu, atau faktor psikologis individu yang mungkin tidak terkontrol sepenuhnya. Dengan demikian, hasil temuan penelitian ini perlu diinterpretasikan dengan seksama dan tidak langsung dijadikan acuan mutlak. Kesimpulan yang diambil harus mempertimbangkan kompleksitas faktor-

faktor eksternal yang mungkin memengaruhi proses berpikir kreatif.

C. Integrasi Indikator MCTS dalam *Teaching Material* Berbantuan DGS

Temuan ini memberikan gambaran komprehensif tentang proses berpikir kreatif matematis yang digunakan oleh calon guru matematika dalam merancang TM untuk materi geometri dengan menggunakan DGS. Hasil temuan menunjukkan bahwa proses ini melibatkan serangkaian tahap yang didominasi oleh kode R-M-S-Tg-Ut-D. Ini termasuk mencari referensi (Kode R), memperdalam materi (Kode M), menggunakan pendekatan atau model yang berbeda (Kode S), mengintegrasikan bahan dan masalah dengan teknologi (Kode Tg), melakukan tes Turnitin untuk menentukan tingkat kesamaan dan mencegah plagiarisme (Kode t), dan akhirnya terlibat dalam diskusi revisi atau perbaikan dengan dosen atau rekan (Kode D). Proses berpikir mahasiswa calon guru dalam merancang TM berbantuan DGS dengan mengintegrasikan indikator MCTS, pola yang terbentuk sebagai berikut:



Gambar 8. Pola Merancang TM berindikator MCTS

Keterangan:

1. R : Mencari referensi
2. M : Mendalami materi
3. S : Menggunakan Pendekatan atau Model

4. Tg : Mengintegrasikan materi dan soal dengan teknologi
5. Ut : Uji turnitin dan perbaikan
6. D : Diskusi dengan dosen atau teman

Hasil analisis jurnal harian enam peserta menunjukkan pola yang sama, partisipan mencari referensi setelah menetapkan tujuan, memperdalam materi dan teori melalui pembelajaran mandiri dan diskusi, menggunakan pendekatan atau model yang berbeda tetapi masih relevan dengan materi yang dibahas, mengintegrasikan materi dan masalah dengan teknologi, melakukan tes turnitin untuk mengetahui tingkat kesamaan, dan akhirnya membahas materi dengan dosen. Hasil wawancara juga mengkonfirmasi pola ini dan menunjukkan bahwa proses pemikiran kreatif peserta dalam merancang TM berbantuan DGS.

Secara umum, temuan ini menunjukkan gambaran tentang bagaimana partisipan menggunakan proses kreatif ketika partisipan merancang TM. Temuan ini serupa dengan temuan peneliti sebelumnya, yang menyatakan bahwa proses berpikir kreatif matematis mahasiswa calon guru dalam merancang TM berbantuan DGS melibatkan unsur desain partisipatif, integrasi media TIK, dan indikator berpikir kreatif matematis (Chapman et al., 2016; Kusno et al., 2021; Meryansumayeka et al., 2022). Chapman mengemukakan bahwa pemahaman konsep matematika dan kemampuan pemecahan masalah dapat ditingkatkan melalui proses berpikir kreatif saat merancang TM berbantuan DGS. Pemanfaatan *software* juga dapat meningkatkan minat dan keinginan siswa untuk belajar matematika. Sebaliknya, Kusno menekankan bahwa desain partisipatif sangat penting saat merancang TM, sehingga siswa dan calon guru dapat berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran (Kusno et al., 2021). Meryansumayeka menekankan bahwa dalam

pengembangan TM berbantuan DGS, indikator berpikir kreatif matematis harus dipertimbangkan (Meryansumayeka et al., 2022). Hal ini penting untuk mencapai tujuan pembelajaran yang optimal.

Proses berpikir kreatif matematis mahasiswa dalam menyusun TM dapat melibatkan beberapa tahap yang mirip dengan proses berpikir kreatif dalam berbagai konteks lain seperti seni, sains, bisnis dan lainnya. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat menggambarkan proses berpikir kreatif matematis mahasiswa dalam menyusun TM:

1. Identifikasi tujuan dan sasaran pembelajaran. Partisipan mulai dengan mengidentifikasi tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Hal ini bisa mencakup apa yang ingin diajarkan, keterampilan yang ingin ditingkatkan, dan hasil yang diharapkan dari pembelajaran. Untuk menentukan tujuan juga harus banyak membaca referensi terkait materi yang akan dibahas dalam TM.
2. Analisis kebutuhan pembelajaran. Partisipan dapat melakukan analisis untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tingkat pemahaman siswa melalui berbagai referensi ataupun survey ke sekolah.
3. Eksplorasi materi pembelajaran. Partisipan akan mulai menyelidiki materi yang akan dimasukkan dalam TM. Partisipan mencari sumber referensi, buku teks, materi online, atau *content* lainnya yang relevan dengan topik pembelajaran.
4. Pemikiran kreatif untuk desain inovatif. Pada tahap ini, mahasiswa dapat mengaplikasikan kreativitasnya untuk merancang TM yang inovatif dan menarik. Partisipan dapat mencoba berbagai pendekatan dan strategi pengajaran ataupun model yang unik.
5. Visualisasi struktur TM. Partisipan dapat memvisualisasikan struktur TM, termasuk urutan

materi, topik utama, subtopik, dan aktivitas pembelajaran yang akan disertakan.

6. Pertimbangkan pendekatan interaktif. Berpikir kreatif bisa melibatkan pemikiran tentang bagaimana melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Partisipan dapat mempertimbangkan penggunaan multimedia, studi kasus, permainan, atau proyek-proyek yang mendorong keterlibatan aktif. Dalam hal ini, Partisipan melibatkan penggunaan *software* dalam penyampaian materi ajarnya.
7. Pertimbangkan aspek kreatif dalam evaluasi. Bagian penting dari proses ini adalah berpikir kreatif matematis tentang bagaimana akan mengevaluasi pemahaman siswa. Hal ini bisa mencakup pertanyaan, tugas, atau aktivitas evaluasi yang mendorong pemikiran kritis dan kreatif. Dalam hal ini, partisipan sudah menggunakan contoh soal, soal latihan maupun tugas.
8. Sesuaikan dengan kebutuhan siswa. Jika memungkinkan, partisipan dapat mempertimbangkan bagaimana TM bisa disesuaikan dengan kebutuhan siswa atau gaya belajar yang berbeda.
9. Umpan balik dan iterasi. Partisipan harus bersedia menerima umpan balik dari instruktur atau rekan sejawat mereka dan bersedia melakukan iterasi pada TM berdasarkan umpan balik tersebut. Pada proses ini, partisipan menerima hasil revisian TM dari validator kemudian direvisi dan dikoreksi lalu direvisi ulang.
10. Kreativitas dalam presentasi. Proses akhir, ketika TM sudah selesai, partisipan menyusun rencana tentang bagaimana cara menyampaikan materi dengan cara yang menarik dan dapat memotivasi siswa. Pada proses ini, partisipan hanya mempresentasikan ke dosen pengampu matakuliah (peneliti).

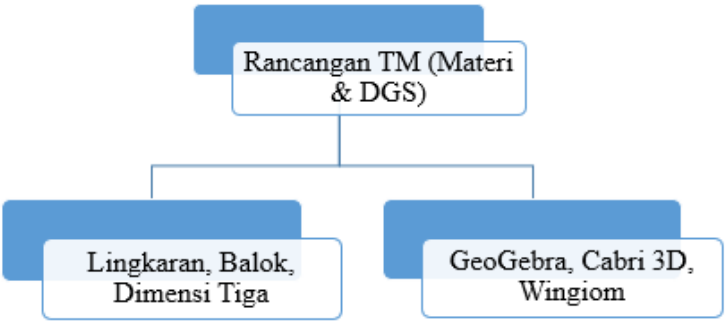
Proses berpikir kreatif matematis ini dapat menciptakan rancangan TM yang lebih menarik, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Berpikir kreatif matematis dalam menyusun TM adalah keterampilan yang penting untuk dikembangkan oleh partisipan. Hal ini dikarenakan memungkinkan partisipan menjadi pendidik yang lebih kreatif dan inovatif di masa depan.

Penelitian ini memberikan gambaran yang sangat terperinci tentang proses berpikir kreatif matematis mahasiswa dalam merancang TM berbantuan DGS. Namun, ada keterbatasan yang perlu dipertimbangkan seperti keterbatasan dalam menginterpretasikan temuan. Hasil penelitian ini dapat diinterpretasikan dengan cara yang berbeda oleh pembaca yang berbeda. Ada banyak cara yang berbeda untuk memahami proses kreatif yang digunakan untuk merancang TM berbantuan DGS. Temuan tersebut mungkin tidak sepenuhnya mewakili definisi proses tersebut, mungkin tidak tercatat atau terlupakan dalam laporan jurnal harian atau wawancara. Saran untuk peneliti selanjutnya untuk memahami lebih dalam cara-cara interpretasi yang berbeda dari hasil penelitian ini. Dengan demikian, dapat meningkatkan validitas dan reliabilitas temuan yang diperoleh dari penelitian ini.

D. Proses Berpikir Kreatif dalam Merancang *Teaching Material* Berbantuan DGS

Berdasarkan temuan empiris sebelumnya, proses berpikir kreatif matematis mahasiswa calon guru matematika dalam merancang *teaching material* (TM) berbantuan DGS telah ditinjau dari materi dan aplikasinya terhadap jenis *Dynamic Geometry Software*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses berpikir kreatif matematis mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM berbantuan DGS melibatkan tiga tahapan utama. *Pertama*, memahami materi yang partisipan pilih.

Kedua, pemilihan jenis DGS yang sesuai dengan materi dan pemahaman partisipan. *Ketiga*, merancang isi TM yang mencakup penentuan tujuan pembelajaran, pengulasan materi, pengembangan soal yang mendorong siswa berpikir kreatif, merancang tugas atau latihan soal yang mengintgrasikan DGS. *Keempat*, melakukan evaluasi yang mencakup refleksi dan revisi. Dalam hal ini, jenis DGS yang paling umum dipilih dan digunakan adalah *GeoGebra*. Untuk materi, didominasi oleh lingkaran, balok, garis sudut dan transformasi. Rancangan TM berbantuan DGS (ditinjau dari materi dan aplikasinya terhadap jenis DGS) dapat dilihat secara sistematik pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Rancangan TM Ditinjau dari Materi dan Jenis DGS

Proses berpikir kreatif matematis mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM berbantuan DGS melibatkan tiga tahapan penting. ***Pertama***, partisipan harus memiliki pemahaman mendalam tentang materi geometri yang akan diajarkan/dibahas. Hal ini mencakup identifikasi konsep-konsep inti dan kesulitan yang mungkin dihadapi siswa. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Temel menunjukkan bahwa memahami konsep geometris adalah langkah awal yang krusial sebelum mengintegrasikan DGS untuk meningkatkan kemampuan visualisasi spasial (Temel, 2016).

Kedua, partisipan memilih jenis DGS yang paling sesuai untuk tujuan pembelajaran. Dalam penelitian oleh Zhu dan Xu , pemilihan DGS didasarkan pada kemampuannya untuk memfasilitasi interaksi dan eksplorasi konsep geometris (Zhu & Xu, 2023). Hasil penelitiannya menekankan pentingnya memilih perangkat lunak yang mendukung manipulasi dinamis dan visualisasi konsep-konsep geometris secara interaktif, yang membantu calon guru dalam merancang tugas yang lebih efektif dan menarik.

Dalam konteks ini, pemilihan jenis DGS yang tepat dan pemahaman tentang materi yang sesuai adalah dua elemen penting dalam pengembangan TM yang efektif. Untuk memberikan pengalaman belajar yang berarti dan memfasilitasi pemahaman siswa tentang konsep geometri yang diajarkan, partisipan harus memahami bagaimana memanfaatkan DGS yang dipilih secara efektif dan menghubungkannya dengan materi ajar.Dalam pendidikan matematika, DGS telah banyak digunakan sebagai alat pembelajaran. Penelitian menunjukkan bahwa *GeoGebra* merupakan jenis DGS yang paling umum digunakan dalam pembelajaran matematika (Gawlick, 2002; Gomes & Vergnaud, 2004; Juandi et al., 2021; Karaibryamov et al., 2013; Setyawan et al., 2018).

Ketiga, proses perancangan TM melibatkan penggabungan DGS ke dalam bahan ajar dengan cara yang kreatif dan inovatif. Pérez-Suay dan Diago (2023) menggarisbawahi pentingnya menggunakan model untuk memastikan bahwa TM yang dirancang tidak hanya mudah digunakan tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual. Partisipan harus mengintegrasikan DGS sedemikian rupa sehingga mendorong eksplorasi, refleksi, dan kolaborasi, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal ini tentunya disesuaikan dengan

tujuan pembelajaran. Selanjutnya, Kiong menyarankan untuk melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi tantangan dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek dan menentukan *content* apa yang harus dimasukkan dalam TM (Tze Kiong et al., 2022). Dalam penelitian ini pengulasan materi dilakukan, pengembangan soal yang mendorong siswa berpikir kreatif, merancang tugas atau latihan soal yang mengintgrasikan DGS.

Barbosa mengusulkan pendekatan pemodelan terpadu yang membahas masalah konseptual, instruksional dan didaktik untuk menentukan *content* yang relevan untuk TM (Barbosa & Maldonado, 2011). Chu-Carroll menyajikan model untuk menghasilkan respons kolaboratif terhadap masalah, yang dapat merangsang diskusi (Chu-Carroll & Carberry, 1998). Banyak hasil penelitian yang menekankan pada pembuatan *content* dan diskusi dalam TM yang menarik. Ricard menyarankan untuk memasukkan aktivitas interaktif, informasi yang dapat diakses, dan garis besar *content* yang logis untuk menyajikan materi dengan menarik (Ricard, 1990). Barrett melakukan analisis terhadap diskusi siswa dalam tutorial *Problem-Based Learning* (PBL). Ia menemukan bahwa tantangan untuk menstimulusi kreativitas siswa, yaitu mencari cara baru untuk merancang masalah yang menarik dan menantang bagi siswa (Barrett, 2013).

Piselli mengusulkan untuk merancang pembelajaran yang melibatkan pembuatan atau pengaturan elemen-elemen desain dalam bentuk TM terpisah yang dapat digabungkan atau diatur ulang untuk menciptakan produk akhir yang lengkap (Piselli et al., 2018). Pengembangkan ide untuk merancang TM dengan memperhatikan model, strategi pembelajaran seperti PBL, PjBL, teknik "relay ideasi" untuk membantu dan mendorong proses kreatif bagi siswa dalam menghasilkan imajinasi dan pemikiran baru (Lloveras & Nacenta, 2009;

Slegers et al., 2013; Tze Kiong et al., 2022; Yaniawati et al., 2020b). Modrak mengidentifikasi masalah yang ada terkait praktik dan teknik desain TM agar sesuai dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai (Modrak et al., 2022). Terakhir, Chen mengulas teori TM yang telah ada untuk memastikan TM yang berkualitas (Chen et al., 2010).

Keempat, evaluasi dari bahan ajar yang dirancang juga menjadi bagian integral dari proses ini. Umpan balik dan merevisi bahan ajar berdasarkan hasil refleksi memastikan bahwa tujuan dan apa yang telah dirancang berpotensi dapat mengembangkan proses berpikir siswa. Rajashekharaiah menerapkan kerangka pemikiran desain yang berkaitan dengan bahasa TM dalam materi khusus, belajar otodidak dan membaca referensi untuk membantu siswa meningkatkan keterampilan menganalisis objek dan masalah (Rajashekharaiah et al., 2016). Poggenpohl meneliti bagaimana kelompok desainer dapat secara kolaboratif mendefinisikan istilah-istilah untuk membangun bahasa dan wacana bersama agar dapat dipahami (Poggenpohl et al., 2004). Ia juga mengungkapkan bahwa dengan mendefinisikan bahasa adalah kunci untuk mengembangkan desain sebagai suatu disiplin ilmu. Glock menemukan bahwa bahasa alami banyak digunakan dalam perancangan desain dan membantu fleksibilitas dalam memahami permasalahan serta membangun hubungan sosial (Glock, 2009).

Beberapa pendapat dari hasil penelitian terdahulu yaitu: *pertama*, masalah atau pembahasan harus memfasilitasi penalaran matematis dan berpikir kreatif siswa (Jusmawati et al., 2021; Yaniawati et al., 2020a) . *Kedua*, soal harus memiliki tingkat kesulitan yang sesuai dan memerlukan beberapa langkah (Shouting et al., 2003). *Ketiga*, permasalahan harus sejalan dengan standar kurikulum dan tujuan pembelajaran (Zhao, 2022). *Keempat*, diskusi harus membuat hubungan antara

tanggapan dan pendekatan siswa yang berbeda (Stein et al., 2008). *Kelima*, masalah harus mewakili situasi dunia nyata yang autentik (Shouting et al., 2003; Zhao, 2022). Dari beberapa hasil penelitian tersebut, peneliti menyarankan pemilihan permasalahan dan pembahasan dalam desain TM yang mengembangkan penalaran dan kreativitas, memiliki tingkat kesulitan yang sesuai, selaras dengan standar, menghubungkan ide, dan mewakili konteks otentik. Dengan pertimbangan ini dapat membantu menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi siswa.

Proses perancangan materi dan jenis DGS dalam pembelajaran geometri melibatkan beberapa langkah penting, namun setiap langkah memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. *Pertama*, ketergantungan pada *software* tertentu. Ketergantungan pada satu jenis DGS, seperti GeoGebra, dapat membatasi eksplorasi alternatif lain yang mungkin lebih sesuai untuk beberapa konsep atau siswa tertentu. Keterbatasan fitur atau aksesibilitas dari DGS yang dipilih juga dapat menjadi hambatan dalam merancang TM. *Kedua*, fokus pada materi tertentu seperti lingkaran, balok, garis, sudut, dan transformasi, mungkin mengabaikan aspek penting lain dari geometri yang juga membutuhkan perhatian. Hal ini mungkin akan dapat mempengaruhi pemahaman siswa dan penerapan temuan ini dalam konteks yang lebih luas.

E. Desain *Teaching Material* oleh Calon Guru Matematika

Sebagai calon guru matematika, mahasiswa perlu memahami bagaimana merancang *teaching material* (TM) berbantuan DGS yang efektif berdasarkan teori Guilford, teori *constructivisme*, serta teori pembelajaran matematika yang dikemukakan oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Dalam merancang TM, mahasiswa perlu memperhatikan indikator berpikir kreatif matematis dari Guilford, yaitu

kelancaran, fleksibilitas, keaslian, elaborasi, dan redefinisi. Indikator ini akan membantu mahasiswa dalam menciptakan materi yang menstimulasi siswa untuk berpikir kreatif dan inovatif dalam memecahkan masalah matematika.

Teori Guilford menekankan bahwa kelancaran adalah salah satu indikator utama berpikir kreatif, yang mencakup kemampuan menghasilkan banyak ide dalam waktu singkat (Guilford, 1956). Dalam konteks matematika, kelancaran berpikir kreatif mengacu pada kemampuan siswa untuk dengan cepat menemukan berbagai solusi atau ide matematis. Hal ini menunjukkan bahwa kelancaran dalam berpikir kreatif sangat penting dalam mengembangkan kemampuan siswa. Dengan demikian, guru dapat merancang strategi pembelajaran yang meningkatkan kemampuan siswa dalam menemukan solusi matematis secara cepat dan efektif salah satunya dengan merancang modul (Zhu & Xu, 2023). Dalam merancang modul pembelajaran, mahasiswa dituntut untuk membuat soal-soal yang mendorong siswa mengembangkan ide-ide baru dengan cepat dan lancar. Ini berarti soal-soal tersebut harus terbuka dan menantang, memungkinkan berbagai pendekatan dan solusi.

Fleksibilitas adalah kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan menemukan beragam solusi. Hal ini penting karena fleksibilitas memungkinkan seseorang untuk tidak terpaku pada satu cara penyelesaian masalah, melainkan dapat berpindah antara berbagai pendekatan dan strategi. Ini relevan dalam matematika karena masalah matematika sering kali dapat diselesaikan dengan berbagai metode. Menyediakan berbagai macam strategi pembelajaran dalam TM, seperti penggunaan metode konvensional dan DGS, memungkinkan siswa untuk mengembangkan fleksibilitas ini (Clark & Mayer, 2023).

Keaslian mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan ide-ide yang orisinal dan unik. Ini sangat penting dalam matematika karena orisinalitas memungkinkan siswa untuk menemukan solusi baru dan inovatif yang belum pernah dipikirkan sebelumnya. Dalam merancang TM, mahasiswa perlu menciptakan konten yang menantang dan menarik untuk mendorong siswa berpikir secara kreatif dan menghasilkan ide-ide orisinal (Chapman et al., 2016; Runco, 2017).

Elaborasi merupakan kemampuan mengembangkan suatu gagasan awal menjadi suatu gagasan yang lebih kompleks dan terperinci. Hal ini penting karena memungkinkan siswa memperdalam pemahaman konsep matematika dan menghubungkan ide-ide tersebut secara lebih komprehensif dan bermakna. Saat merancang TM, memberikan siswa kesempatan untuk berdiskusi, eksplorasi, dan refleksi dapat membantu mengembangkan ide (Stead-Dorval, 2023; R. Sternberg, 2015).

Redefinisi adalah kemampuan untuk mempertimbangkan kembali permasalahan yang ada dan menemukan cara baru untuk menyelesaikannya. Hal ini penting karena memungkinkan siswa untuk menyusun ulang masalah dan menemukan solusi yang tidak terlihat jelas pada pandangan pertama. Dengan merancang tugas yang meminta siswa menggunakan DGS untuk membangun model matematika yang mewakili masalah dunia nyata, TM mendorong siswa untuk melihat masalah dari berbagai perspektif dan mengeksplorasi pendekatan baru (Guilford, 1956; Tomlinson, 2023).

Dalam merancang TM ditinjau dari teori konstruktivis, penting untuk memastikan bahwa siswa memperluas pengetahuannya melalui interaksi aktif dengan lingkungan belajar. Guru matematika masa depan perlu merencanakan kegiatan pembelajaran yang memungkinkan siswa mengkonstruksi sendiri

pengetahuan matematikanya melalui eksplorasi, diskusi, dan refleksi. Misalnya, seseorang dapat merancang pembelajaran berbasis masalah yang memungkinkan siswa menemukan konsep matematika melalui eksperimen dan refleksi (Bada & Olusegun, 2015; Thompson, 2020).

Menurut teori pembelajaran matematika yang dikemukakan oleh Jean Piaget, siswa mengkonstruksi pengetahuan matematika pada berbagai tahap perkembangan kognitif. Siswa yang ingin menjadi guru matematika perlu membuat rencana belajar yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitif siswanya agar dapat belajar secara efektif. Bagi pemikir konkrit, Anda dapat merancang kegiatan pembelajaran yang mencakup objek konkrit dan representasi visual untuk membantu siswa memahami konsep matematika. Misalnya, Anda dapat merancang kegiatan pembelajaran berbasis kelompok di mana siswa dapat saling membantu dan belajar. Dengan mengikuti teori belajar matematika Piaget dan Vygotsky, siswa dapat menyusun rencana belajar yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristiknya (Kraly Jr. & Morishima, 1974; Shabani, 2016; Vygotsky & Cole, 1978). Rancangan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan mendorong interaksi sosial, Anda dapat membantu siswa secara aktif dan bermakna membangun pengetahuan matematika.

Temuan lainnya mengenai hubungan hasil validasi rancangan TM dengan level kreativitas produk dapat dilihat, bagaimana setiap level keterampilan berpikir kreatif (pra produktif, semi produktif, dan produktif) tergambar dalam proses validasi dan revisi TM yang dilakukan oleh partisipan. Pada level pra produktif, partisipan memulai untuk memahami konsep dasar materi geometri yang dipilih, tanpa mampu menghasilkan ide baru secara mandiri (Larraz-Rábanos, 2021). Dalam konteks validasi TM, tahap ini bisa diidentifikasi ketika

partisipan mengikuti instruksi validator dan melakukan perbaikan sederhana sesuai dengan arahan yang diberikan. Validasi pada tahap ini memastikan bahwa TM memuat konsep dasar yang jelas dan dapat diikuti dengan sedikit atau tanpa variasi. Misalnya, partisipan kemungkinan memerlukan banyak bimbingan untuk memastikan bahwa konten sesuai dengan kurikulum dan relevan untuk siswa.

Pada level semi produktif, partisipan mulai menerapkan pengetahuan materi geometri untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks dan mulai mengadaptasi solusi yang bervariasi. Dalam validasi TM, mahasiswa dapat menunjukkan kemampuan untuk memodifikasi dan mengadaptasi materi ajar berdasarkan masukan dari validator. Partisipan dapat mengeksplorasi cara-cara baru dalam menyajikan materi geometri dan *software* yang dipilih. Kemudian, partisipan mengintegrasikan konsep-konsep yang sudah dipelajari ke dalam konteks pengajaran yang lebih luas (Jablonski & Ludwig, 2023). Pada tahap ini, revisi yang dilakukan menunjukkan adaptasi ide dan eksplorasi solusi alternatif yang lebih kreatif.

Pada level produktif, hasil rancangan TM ditandai dengan kemampuan partisipan untuk menghasilkan ide-ide orisinal dan solusi inovatif. Dalam konteks validasi TM, partisipan yang mencapai level ini akan mampu merancang materi ajar geometri yang unik dan orisinal, menunjukkan fleksibilitas dalam berpikir, dan menciptakan solusi kreatif untuk masalah pengajaran yang kompleks (Kuzle & Glasnovic Gracin, 2020). Evaluasi dari validator menunjukkan bahwa TM yang telah direvisi memiliki tingkat originalitas tinggi dan mampu mengintegrasikan berbagai pengetahuan dan keterampilan dengan cara yang inovatif. Produk akhir TM pada level ini tidak hanya valid tetapi juga menawarkan pendekatan baru dan efektif dalam pengajaran geometri.

Dalam konteks penelitian ini, meskipun TM hasil rancangan partisipan sudah tervalidasi dan dapat dikatakan berada pada level produktif, namun hasil penelitian ini memiliki keterbatasan. Keterbatasan penelitian ini meliputi subjektivitas dalam validasi karena dilakukan oleh satu pakar, belum adanya implementasi TM dalam situasi kelas yang sesungguhnya. Fokus pada materi tertentu yang mungkin tidak mencakup seluruh konsep geometri yang dibutuhkan oleh kurikulum. Namun, penelitian ini menekankan pentingnya proses validasi yang menyeluruh dalam pengembangan bahan ajar untuk memastikan kesesuaian dan relevansi dengan kebutuhan pendidikan. Penelitian selanjutnya diperlukan untuk mengevaluasi dampak penggunaan TM dalam kelas sebenarnya dan untuk melihat bagaimana guru atau instruktur mendukung siswa dalam penggunaannya. Sosialisasi hasil validasi kepada semua pihak yang terlibat, termasuk guru, siswa, dan administrasi sekolah, juga penting untuk memastikan pemahaman dan dukungan penuh terhadap penggunaan TM.

F. Kreativitas Mahasiswa dalam Merancang Bahan Ajar Berbantuan DGS

Berdasarkan temuan empiris, terlihat bahwa peserta memiliki keterampilan berpikir kreatif yang sangat baik dalam merancang TM. Mayoritas partisipan menunjukkan kemahiran dalam menyusun pertanyaan terbuka, yang merupakan indikator penting berpikir kreatif. Namun, hasil kuesioner menunjukkan adanya kesenjangan pada bagian membaca referensi antara enam dan 33 responden. Hal ini tidak mempengaruhi hasil keseluruhan, karena setiap peserta memiliki tahapan berbeda namun tetap pada proses berpikir kreatif. Setiap partisipan memiliki cara mengatur langkah pembelajaran sesuai dengan konteks dunia nyata dan menilai situasi secara langsung di kelas menjadi faktor tambahan yang harus diperhatikan.

Beberapa pertisipan lebih menekankan pada peninjauan literatur dibandingkan penerapan konsep dalam praktik pembelajaran. Pada *creative process*, peserta menunjukkan kemahiran dalam merumuskan pertanyaan terbuka, menyajikan permasalahan sesuai dengan konteks dunia nyata, dan secara mandiri merumuskan konsep desain TM. Hal ini menunjukkan pemahaman mereka terhadap materi dan kemampuan mereka untuk menerapkannya secara kreatif. Namun terdapat potensi perbaikan pada komponen *creative product*. Beberapa keterampilan, seperti membuat ilustrasi dengan *software* dan merancang langkah-langkah pembelajaran dengan elemen ekspresif, rancangannya kurang memberikan partisipasi peserta. Pendidik harus memberikan dukungan dan bimbingan tambahan kepada siswa dalam bidang khusus ini untuk memaksimalkan efektivitas proses pembelajaran.

Berdasarkan cuplikan wawancara dilihat bahwa partisipan dapat mengasah keterampilannya dengan menerapkan pendekatan yang beragam dalam merumuskan, mengintegrasikan, dan mengajukan pertanyaan serta penggunaan teknologi dalam pengajaran geometri, mahasiswa calon guru merancang materi pengajaran dalam TM tersebut bertujuan untuk membangun komunikasi, motivasi, dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Begitu juga berdasarkan hasil analisis jurnal kepada harian enam partisipan terlihat bahwa partisipan memiliki beberapa keterampilan dalam merancang TM. Keterampilan teknik merancang TM melalui wawancara, diskusi dan review referensi. Memahami konsep dasar dalam merancang TM seperti, pembuatan kerangka, mater, membuat strategi atau pendekatan mengajar untuk mengintegrasikan materi, soal dengan teknologi, menyusun kalimat dengan bahasa yang mudah dipahami dan sesuai dengan PUEBI. Partisipan memahami kesulitan apa saja yang ditemui oleh siswa di

kelas serta mengidentifikasi kesulitan yang dirasakan oleh diri sendiri selama merancang TM. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis jurnal harian partisipan tentang rancangan TM yang dirancang.

Hasil Observasi terhadap keterampilan berpikir partisipan berdasarkan hasil analisis observasi diperoleh bahwa keterampilan mahasiswa pada komponen *creative process* dan *creative product* setiap pertemuan mengalami perubahan. Partisipan yang terlihat mengalami perubahan lebih baik setiap pertemuannya adalah TM 02 dan TM 12 baik pada *creative process* maupun pada *creative product.* Terlihat TM 12 di pertemuan kedua rata-rata mengalami penurunan keterampilan pada komponen *creative product* dan hanya pada aspek *fluency* mengalami peningkatan keterampilan pada pertemuan kedua sampai pertemuan ke enam. Sedangkan, TM 02 pada pertemuan kedua mengalami perubahan lebih baik pada komponen baik pada creative proses maupun pada *creative product*, hanya saja pada pertemuan ketiga keterampilan pada *creative process* (*fluency* dan *redefinition*) menurun dan untuk pertemuan selanjutnya meningkat, kecuali *flexibility* dan *elaboration*.

Hasil analisis *software* ATLAS.ti, terdapat tujuh *code* pada MCTS dalam merancang TM berbantuan DGS, yaitu: 1) ide atau gagasan, 2) keterampilan berpikir kreatif matematis, 3) komponen TM, 4) materi-materi geometri, 5) bahasa, 6) *construct*, 7) *content*. Tujuh kode ini memiliki pengaruh atau keterkaitan terhadap keterampilan berpikir kreatif partisipan dalam merancang TM (Bannai & Bannai, 2012; Koh & Chai, 2016). Kode ide atau gagasan merupakan titik awal yang membentuk proses berpikir kreatif. Ide baru ini mendorong partisipan untuk mengeksplorasi lebih jauh dalam merancang TM. Keterampilan berpikir kreatif matematis menjadi pokok dari seluruh proses berpikir, seperti kemampuan untuk berpikir secara divergen, fleksibel, dan orisinal dalam

menyusun TM. Komponen TM seperti, tujuan pembelajaran dan evaluasi dirancang dengan baik. Komponen yang terstruktur akan mendukung proses berpikir kreatif dengan memberikan kerangka yang jelas.

Pada materi-materi geometri, partisipan menulis konten yang spesifik. Penggunaan bahasa yang tepat dan mudah dipahami sangat penting untuk menyampaikan ide-ide kreatif dengan jelas dan efektif. Bahasa yang baik membantu dalam penyusunan TM yang dapat dipahami oleh siswa. Mengacu pada konstruksi pedagogis yang digunakan dalam TM. Konstruksi yang inovatif dan efektif mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif dalam pengajaran. Konten yang relevan membantu proses pembelajaran dan memungkinkan siswa untuk terlibat secara lebih mendalam dalam materi yang diajarkan.

Dari tujuh kode tersebut, terbentuk dua kategori yaitu *creative proces* dan *creative product*. Kategori ini membangun sebuah teori tentang keterampilan mahasiswa dalam merancang TM. Kombinasi ide atau gagasan, keterampilan berpikir kreatif matematis, dan materi-materi geometri membentuk proses kreatif (*creative process*). Ide awal ditransformasikan melalui keterampilan berpikir kreatif ke dalam konten yang relevan. Hasil akhir dari proses ini adalah TM yang dirancang dengan baik, yang mengintegrasikan komponen TM, bahasa, *construct*, dan *content*. Kualitas produk kreatif bergantung pada seberapa baik partisipan dapat menggabungkan dan menerapkan setiap kode dalam desain TM mereka. Keterampilan mahasiswa calon guru dalam merancang TM dapat dilihat dari mereka menentukan tujuan pembelajaran, menganalisis kebutuhan, mengeksplor materi, mengintegrasikan materi, soal dan latihan dengan teknologi, merancang metode atau strategi atau model pembelajaran serta desain TM yang menarik dan inovatif (Laurillard et al., 2018).

Dapat disimpulkan, keterampilan partisipan dalam merancang TM dapat dilihat dari mereka menentukan tujuan pembelajaran, menganalisis kebutuhan, mengeksplor materi, mengintegrasikan materi, soal dan latihan dengan *software*, merancang metode atau strategi atau model pembelajaran serta desain TM yang menarik dan inovatif. Hasil kajian ini sesuai dengan penelitian terdahulu, yang menjelaskan bahwa ada suatu proses desain yang sedang berlangsung untuk mengembangkan pendidikan bagi calon guru yang akan mengajar terkait desain TM berbantuan *software* di masa depan. Proses ini melibatkan keterampilan berpikir kreatif untuk menciptakan desain pembelajaran yang memberikan informasi rinci yang akan digunakan untuk membantu pendidik (Hall & Thomson, 2017). Terutama dalam merancang TM khusus bagi guru-guru yang akan mengajar.

G. Tantangan Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Merancang *Teaching Material* Berbantuan DGS

1. Memahami konsep dan integrasi

Partisipan menemui kesulitan dalam memahami konsep materi geometri dan mengintegrasikannya dengan *software* yang digunakan serta soal-soal yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan dasar tentang geometri dan bagaimana menerapkannya dalam konteks digital perlu ditingkatkan. Kesulitan ini juga ditemukan oleh peneliti terdahulu (Koyuncu et al., 2015; Sinclair, 2003). Namun, kesulitan spesifik yang dihadapi oleh partisipan dalam memahami konsep dan integrasi soal saat merancang TM berbantuan DGS belum ditemukan oleh peneliti terdahulu.

2. Perancangan *content* dan integrasi *Software*

Partisipan juga menemui kesulitan dalam merancang *content* untuk TM serta *construct* dari materi

tersebut. Selain itu, mereka juga kesulitan melakukan integrasi DGS ke dalam materi ajar. Keterampilan desain yang mengintegrasikan DGS mungkin perlu ditingkatkan lagi oleh partisipan. Hal ini sejalan dengan peneliti terdahulu yang menyoroti perlunya kemampuan beradaptasi dan keterampilan teknis dalam menggunakan DGS secara efektif (Geeraerts et al., 2014). Kemudian, Siregar mengeksplorasi integrasi DGS dan Sistem Aljabar Komputer (CAS) dalam pengajaran Aljabar Linier dan Geometri Analitik, yang menunjukkan tantangan dalam menggabungkan berbagai *software* (Siregar et al., 2023). Meskipun demikian, Maarif menunjukkan efektivitas DGS dalam membantu calon guru dalam menyusun bukti geometri, yang menunjukkan potensi manfaat penggunaan DGS di ruang kelas pendidikan guru (Maarif et al., 2018). Dari beberapa penelitian terdahulu, peneliti belum menemukan bahwa para guru kesulitan menggabungkan DGS dengan pedagogi kelas.

3. Fluktuasi kesulitan

Kesulitan yang dialami oleh partisipan tidak konstan tetapi berfluktuasi dari pertemuan ke pertemuan. Hal ini bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti variasi tingkat kompleksitas topik atau tugas pada setiap pertemuan. Hasil penelitian ini juga didukung oleh peneliti terdahulu yang menyimpulkan bahwa partisipan mengalami fluktuasi tingkat kesulitan saat merancang bahan ajar geometri berbantuan DGS. Meski demikian, penggunaan DGS menawarkan potensi untuk membantu mengatasi tantangan ini. Penelitian oleh (Akyüz, 2015; Istikomah et al., 2022) menunjukkan bahwa DGS dapat memfasilitasi pemahaman konsep geometri melalui representasi visual dan bisa menjadi solusi dalam mengatasi kesulitan belajar yang dihadapi siswa. Namun, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk lebih memahami bagaimana efektivitas kegiatan eksplorasi geometri berbantuan DGS, seperti yang diselidiki oleh (Maarif et al., 2018), dalam konteks

pembuatan bahan ajar oleh calon guru. Namun, belum ada hasil kajian yang mendapati kesulitan yang tidak konstan dalam merancang TM berbantuan DGS.

4. Kesulitan dalam berbagai aspek

Beberapa aspek lainnya juga menyebabkan kesulitan bagi partisipan, seperti memahami materi, menentukan komponen pada TM, merancang TM berbantuan DGS serta alasan-alasan atau tujuan didaktik dibalik perancangan tersebut**.** Maarif menemukan bahwa mahasiswa calon guru yang melakukan kegiatan eksplorasi geometri berbantuan DGS mempunyai prestasi yang lebih baik dalam membangun pembuktian geometri (Maarif et al., 2018). Peneliti lain mengidentifikasi kesulitan eksternal, seperti materi dan metode pembelajaran, serta kesulitan internal terkait motivasi dan kecerdasan, dalam mempelajari geometri (Istikomah et al., 2022). DGS berpotensi dalam mengatasi kesulitan dalam mengembangkan pemikiran geometris dan menganalisis bahan ajar yang dihasilkan oleh guru selama program pelatihan *in-service* (Belfort 2004). Namun, peneliti belum menemukan hasil peneliti terdahulu yang mendapati kesulitan dalam merancang TM berbantuan DGS dari berbagai aspek, seperti *content, construct,* dan bahasa.

Meskipun studi-studi ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana DGS dapat digunakan dalam pengajaran geometri dan faktor-faktor yang mempengaruhi desain TM, mereka tidak secara langsung membahas atau menyelesaikan tantangan-tantangan yang dihadapi oleh mahasiswa calon guru. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi gap ini dan mendukung efektivitas mahasiswa calon guru dalam merancang bahan ajar geometri dengan bantuan DGS. Meskipun penelitian ini telah menjawab gap tersebut, namun penelitian masih memiliki keterbatasan, seperti keterampilan teknis dan kemampuan beradaptasi dalam

menggunakan DGS belum maksimal. Namun, tidak ada penilaian yang mendalam mengenai metode atau strategi yang paling efektif untuk meningkatkan keterampilan ini, sehingga rekomendasi yang diberikan masih bersifat umum.

H. Proses Berpikir Kreatif Berdasarkan *Theory of Didactical Situation* (TDS)

Berdasarkan hasil temuan secara empiris, diperoleh beberapa temuan yaitu: 1) mahasiswa calon guru matematika dalam merancang TM berbantuan DGS cenderung masih meniru kepada referensi-referensi buku sekolah yang beredar dan penjelasan konsep serta penyajiannya masih terbatas sehingga siswa akan mengalami hambatan dalam belajar (*epistemologi obstacles*); 2) mahasiswa memiliki persoalan atau permasalahan-permasalahan yang berhubungan dengan tahapan dan urutan penyajian materi dalam merancang TM.

Partisipan belum mempertimbangkan karakteristik materi secara umum dan hanya mengikuti apa yang ada di dalam buku rujukan yang mereka gunakan dan mereka anggap sebagai sebuah kebenaran. Oleh karena ada permasalahan tersebut, maka hal ini berpotensi akan menimbulkan *didactical obstacles*. Temuan ini memberikan gambaran yang komprehensif tentang proses berpikir kreatif matematis yang digunakan oleh partisipan dalam merancang TM berdasarkan TDS. Gambaran komprehensif tersebut dapat digambarkan seperti Gambar 10 berikut:

Gambar 10. Proses Partisipan Merancang TM Berbatuan DGS berdasarkan TDS

Dari temuan tersebut dapat dijelaskan bahwa hasil penelitian ini benar-benar baru karena belum ada penelitian terdahulu yang mengkaji tentang proses berpikir mahasiswa dalam merancang TM berbantuan DGS berdasarkan TDS. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang meneliti tentang tema serupa, tapi lebih fokus kepada efektivitas DGS dalam mengembangkan proses berpikir siswa dan mengatasi kesulitan belajarnya. Adapun beberapa temuan hasil penelitian tersebut adalah penggunaan DGS dapat membantu siswa dalam mengembangkan strategi pemecahan masalah, skema mental, meningkatkan pemikiran geometris siswa, memberikan cara yang mudah, dapat memverifikasi solusi dan dapat meningkatkan proses internalisasi konsep geometri siswa (Istikomah et al., 2022; Jiang, 2007; Patsiomitou, 2018). Namun Belfort menemukan bahwa efektivitas DGS dalam mengatasi kesulitan mendasar dalam mengembangkan pemikiran geometris siswa bergantung pada TM dan konsepsi guru (Belfort & Carlos Guimaraes, 2004). Oleh karena itu, meskipun efektivitas DGS dapat menjadi alat yang penting dalam desain TM geometri, efektivitasnya bergantung pada kualitas TM dan pemahaman guru tentang potensi didaktisnya.

Beberapa temuan hasil penelitian terdahulu lainnya yaitu proses berpikir kreatif matematis mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri dipengaruhi oleh gaya

kognitifnya (Jagom et al., 2020a) dan dipengaruhi oleh penggunaan pendekatan pengajaran tertentu (Ferdiani et al., 2022; Meilantifa & Budiarto, 2018; Patsiomitou, 2018). Hasil penelitian Selman menunjukkan bahwa siswa dapat mengonstruksi konsep simetri serta sifat-sifatnya melalui rancangan pembelajaran yang dirancang sesuai teori situasi didaktik dengan menggunakan *software cabri - geometry* (Selman & Tapan-Broutin, 2018).

Hasil penelitian terdahulu secara bersama menyoroti rendahnya persentase keterampilan berpikir kreatif matematis siswa dalam memahami materi geometri (Jaenudin et al., 2020; Nasution et al., 2017; Rusyda et al., 2017; Utami et al., 2019). Peneliti lain menemukan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang memenuhi indikator berpikir kreatif matematis (Jaenudin et al., 2020). Sedangkan Nasution mengidentifikasi tren serupa pada siswa dengan kategori rendah (Nasution et al., 2017) Hal ini didukung oleh Rusyda yang menemukan rendahnya pencapaian kemampuan pemecahan masalah matematis geometri (Rusyda et al., 2017).

Selanjutnya, siswa belum memenuhi aspek kebaruan berpikir kreatif pada geometri benda padat (Utami et al., 2019). Kemudian diteruskan dengan hasil penelitian lain yang memperoleh informasi bahwa keterampilan berpikir kreatif matematis peserta didik di Indonesia tergolong rendah yaitu di bawah 50 persen dan siswa belum mampu memberikan jawaban yang kreatif terhadap soal-soal non rutin (Ramdani & Apriansyah, 2018; Umar & Ahmad, 2019). Temuan ini menggarisbawahi perlunya pengembangan model, strategi pembelajaran dan merancang bahan ajar yang memfasilitasi siswa untuk dapat mengembangkan keterampilan berpikir kreatifnya secara bebas dan mandiri terutama pada mata pelajaran geometri. Temuan ini juga berbeda dengan temuan yang dihasilkan oleh peneliti.

Pentingnya hasil penelitian ini adalah hambatan epistemologi merupakan bagian dari pengetahuan yang lengkap, oleh karena itu, identifikasi dan karakterisasi suatu hambatan sangat penting untuk analisis dan konstruksi situasi didaktis (G. Brousseau, 2006). Temuan bahwa mahasiswa calon guru cenderung meniru referensi-referensi buku sekolah yang ada dan memiliki keterbatasan dalam menjelaskan konsep dan penyajiannya menunjukkan perlunya perbaikan dalam mempersiapkan calon guru. Dengan mengetahui masalah ini, baik institusi pendidikan maupun pengajar dapat lebih fokus pada pelatihan atau merancang kurikulum yang bertujuan untuk mempersiapkan calon guru dalam merancang materi pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif. Ini akan berkontribusi pada peningkatan kualitas pengajaran di kelas. Selain daripada itu, dengan menyadari bahwa siswa akan mengalami hambatan dalam belajar (*epistemologi obstacles*) karena materi yang disajikan secara terbatas, langkah-langkah perbaikan dapat diambil untuk memastikan bahwa konsep-konsep geometri disampaikan secara lebih jelas dan mendalam. Hal ini akan membantu siswa memahami materi dengan lebih baik dan mencegah potensi kebimbangan.

Desain didaktis mampu mengubah kebiasaan belajar siswa dan cukup mampu mengembangkan kompetensi siswa (Setiadi et al., 2017). Temuan bahwa mahasiswa mengalami hambatan belajar (*didactical obstacles*) dapat membangun kesadaran terhadap masalah-masalah yang terkait dengan tahapan dan urutan penyajian materi, dapat menjadi dasar untuk mendorong mahasiswa calon guru agar lebih kreatif dalam merancang materi pembelajaran. Dengan merancang materi yang lebih kreatif, terstruktur dan relevan dengan karakteristik materi, mereka dapat membantu siswa dalam proses belajar di kelas. Temuan ini juga dapat berkontribusi pada pengembangan kurikulum pendidikan matematika yang

lebih baik, terutama dalam mata pelajaran geometri. Dengan memahami hambatan-hambatan yang mungkin dihadapi oleh siswa dan calon guru matematika, perbaikan kurikulum dapat dirancang untuk mengatasi masalah-masalah ini.

Perancangan TM geometri didasarkan pada teori situasi didaktis sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan oleh kurangnya keselarasan pengetahuan tentang geometri, terutama dalam konteks penggunaan DGS, dengan permasalahan dunia nyata. Dalam konteks ini, geometri merupakan representasi abstrak dari objek dan hubungan geometris dalam dunia nyata. Namun, ketika diimplementasikan dalam DGS, kita dapat membuat representasi yang sangat konkret dan terkadang lebih abstrak dari realitas. Dengan demikian, penggunaan komputer atau *software* (DGS) dapat membuat kita terkesan bahwa konsep-konsep geometri yang kita pelajari adalah nyata, meskipun sebenarnya konsep geometri merupakan representasi abstrak yang digunakan untuk memahami dunia nyata (J.-M. Laborde, 1996).

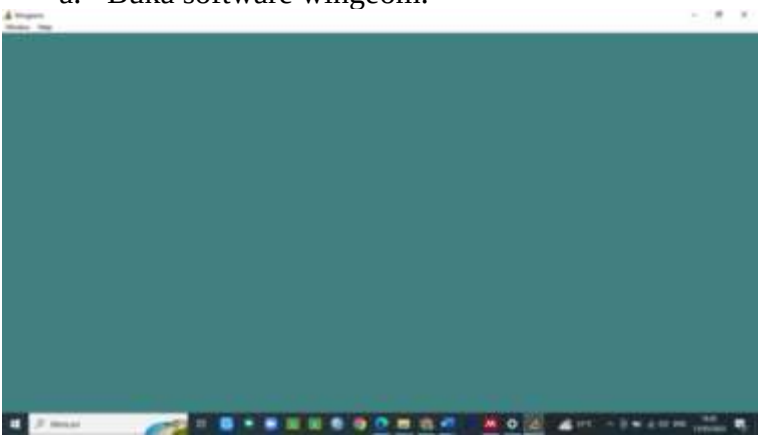
Hasil temuan ini memberikan pengetahuan yang lebih baik tentang bagaimana TDS dapat diterapkan dalam konteks pengajaran geometri. Hal ini dapat membantu pengembangan teori dan kerangka kerja pendidikan yang lebih baik dalam mengatasi masalah didaktis yang mungkin muncul dan akan mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah dan prestasi matematika secara keseluruhan (Phonapichat et al., 2014; Zaree & Wieczorek, 2007). Selain itu juga agar mahasiswa mampu membantu, mengajarkan dan membimbing siswa dengan lebih efektif dan dapat meningkatkan kualitas pendidikan matematika secara keseluruhan (J. Liu & Xin, 2017; Pang, 2008).

Hasil temuan penelitian ini memiliki urgensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan matematika, persiapan calon guru, dan pemahaman tentang proses berpikir kreatif

dalam merancang TM berdasarkan TDS. Meskipun begitu, hasil penelitian tentang proses berpikir kreatif matematis dalam merancang teaching material berbantuan DGS berdasarkan TDS memiliki dua keterbatasan. *Pertama*, partisipan belum mempertimbangkan karakteristik materi secara menyeluruh dan hanya mengikuti urutan dan tahapan penyajian materi seperti yang ada dalam buku rujukan, sehingga berpotensi menimbulkan hambatan didaktis (didactical obstacles), karena penyajian materi yang tidak sesuai dengan kebutuhan siswa atau sifat dari materi itu sendiri. *Kedua*, penelitian ini fokus pada proses berpikir kreatif dalam konteks perancangan teaching material berbantuan DGS berdasarkan TDS, yang merupakan topik yang sangat spesifik. Hasil temuan belum tentu bisa digeneralisasikan ke konteks lain atau ke mata pelajaran lain selain geometri.

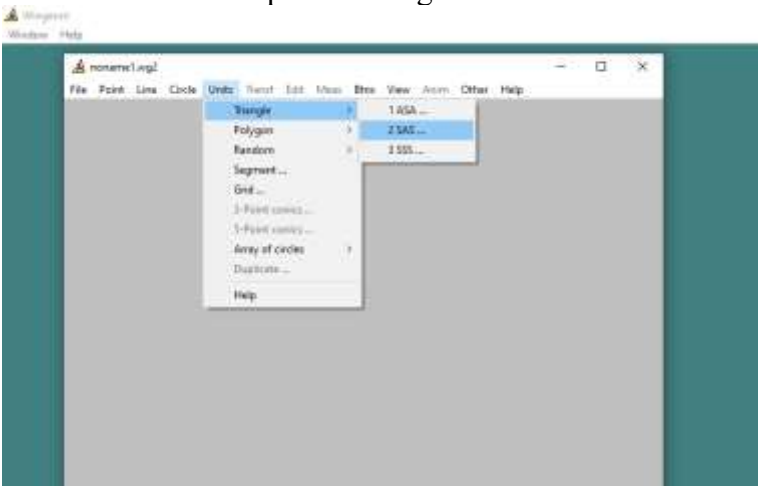
A. Pembelajaran Materi Segitiga Berbantuan *Software* Wingeom

1. Membuat segitiga dengan software wingeom
   a. Buka software wingeom.

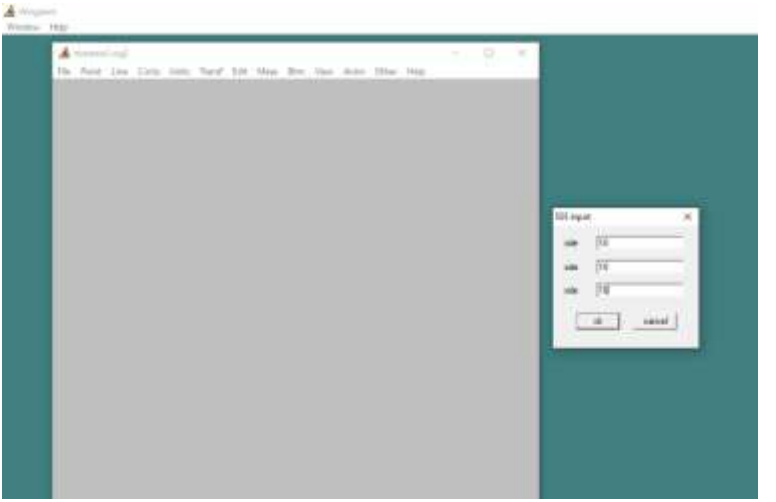


b. Klik “Windows” dan pilih “2-dims”.

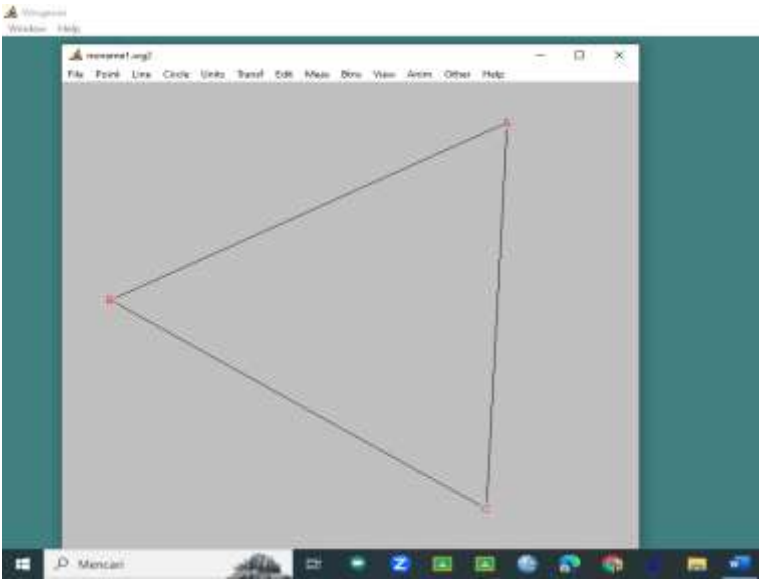
c. Klik “Units” lalu pilih “Triangle” dan “SSS”.



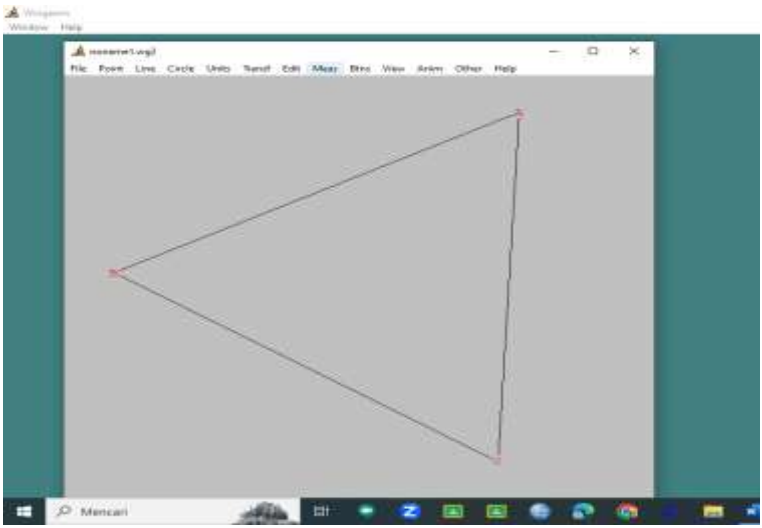
d. SSS input isi dengan sides (sisi) “10” untuk semua sisi.



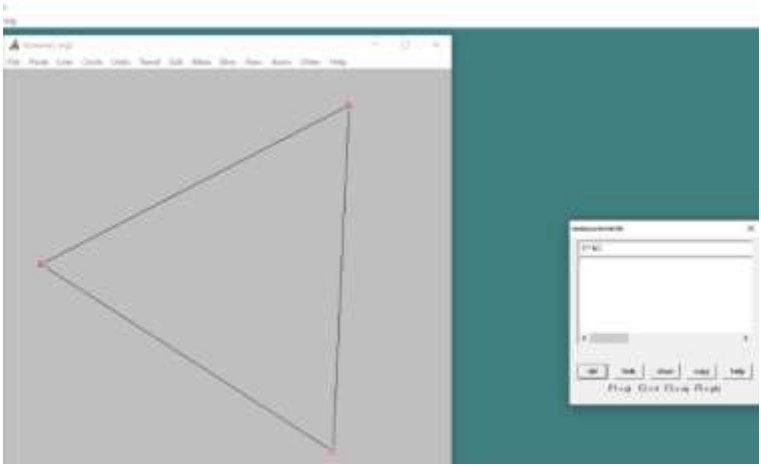
e. Munculah gambar segitiga dengan panjang 10 cm.



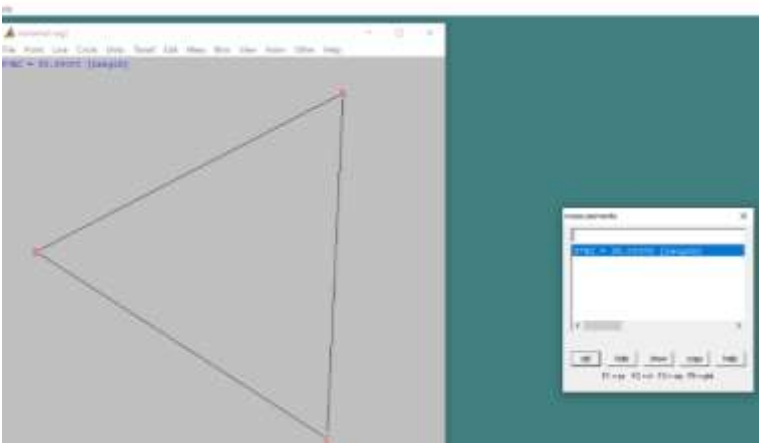
f. Untuk mencari keliling segitiga ini dengan klik “Meas”.



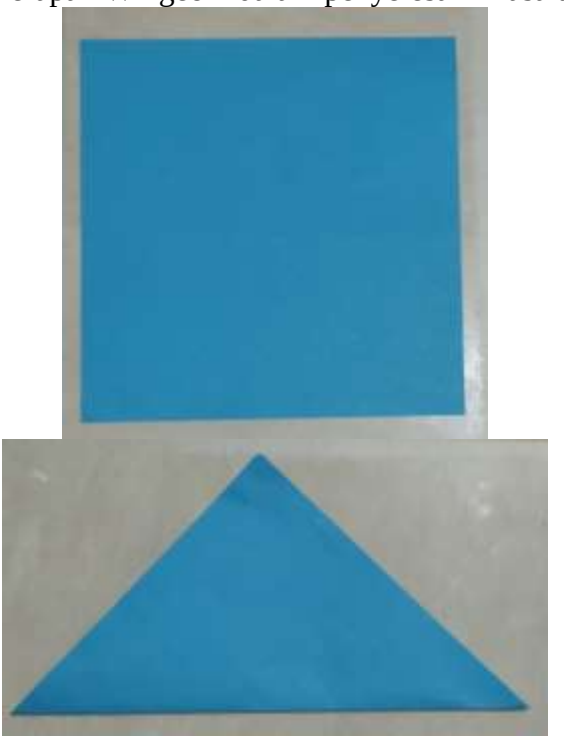
g. Ketik titik – titik dari segitiga tersebut di Measurements yaitu 3*AC (* sebagai kali)



h. Klik Enter dan keluar hasil keliling segitiga adalah 30 cm.



2. Penerapan Wingeom dalam penyelesain masalah



Ambilah origamimu! lalu ukurlah panjang sisi origami tersebut dan lipat dua origami tersebut, carilah luas dari origami segitiga sama sisi!

Penerapan dan penyelesaian:

1. Menggunakan rumus luas segitiga

Misalkan Sisi origami yang saya miliki yaitu 10 cm

$Luas =$ ½ x α x t

$=$ ½ x 10 x t

$=$ ½ x 10 x ?

Untuk mencari tinggi menggunakan rumus segitiga pythagoras.

Rumus:

$C^2 = A^2 + B^2$

$10^2 = 5^2 + B^2$

$10^2 - 5^2 = B^2$

$100 - 25 = B^2$

$75 = B^2$

$\sqrt{75} = B$

$8{,}66 = B$ = t

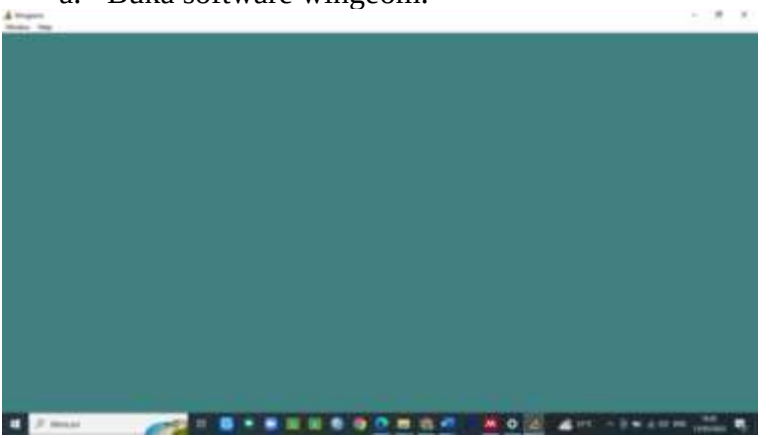
$Luas =$ ½ x α x t

$=$ ½ x 10 x 8,66

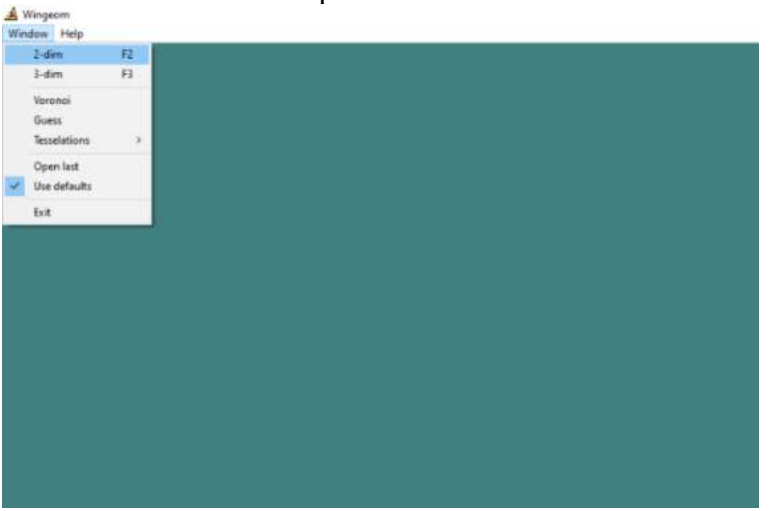
= 40,30 cm^2

Untuk membuktikan hasil tersebut, kita bisa menggunakan *software* Wingeom.

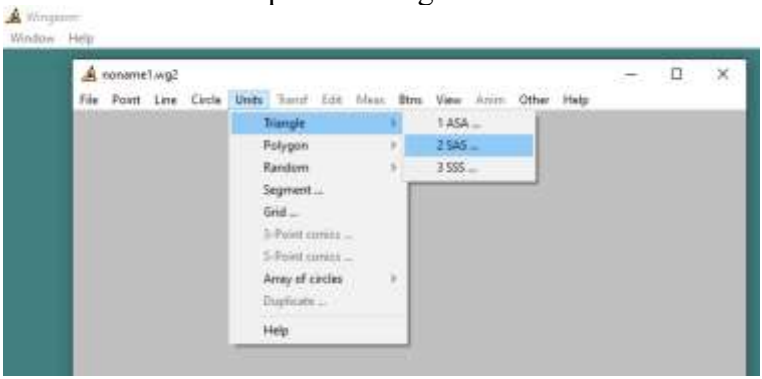
a. Buka software wingeom.



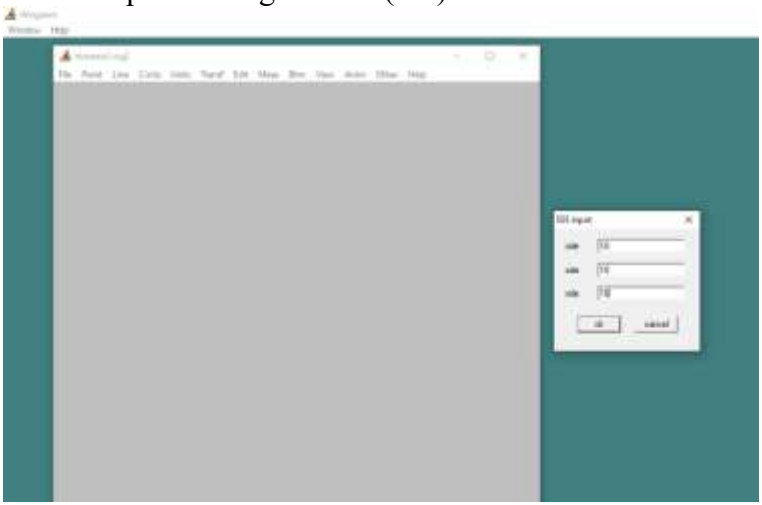
b. Klik “Windows” dan pilih “2-dims”.



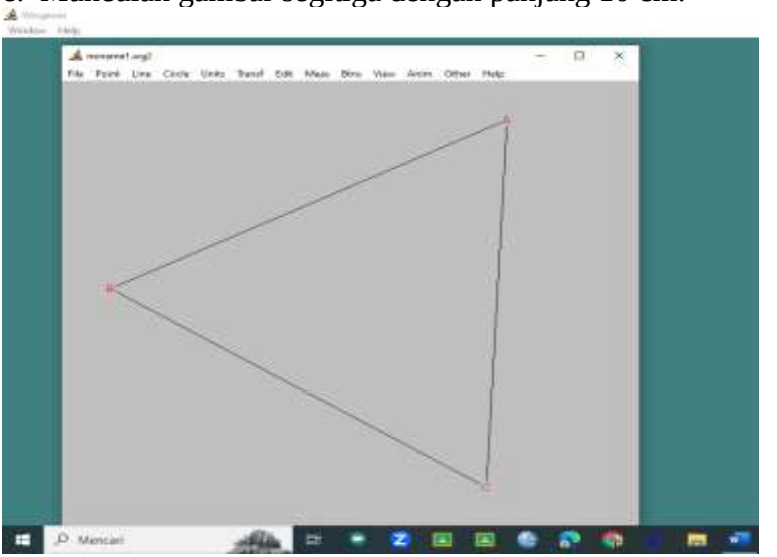
c. Klik “Units” lalu pilih “Triangle” dan “SSS”.



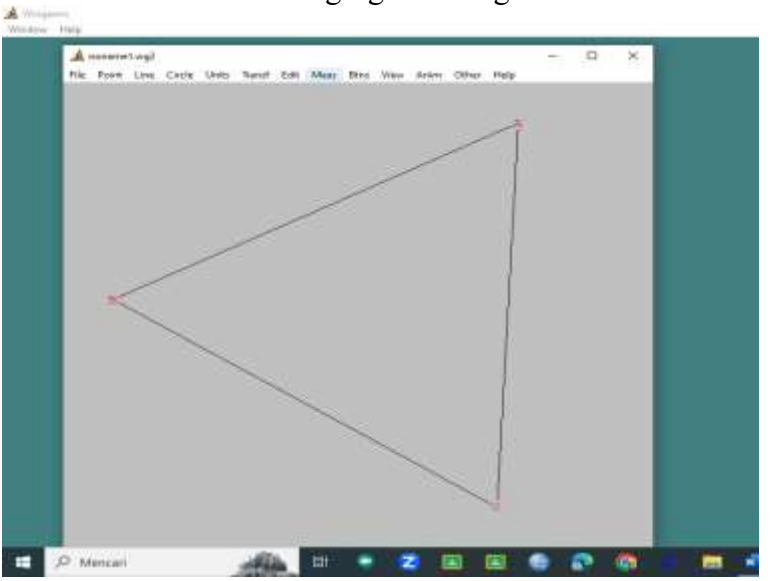
d. SSS input isi dengan sides (sisi) “10” untuk semua sisi.



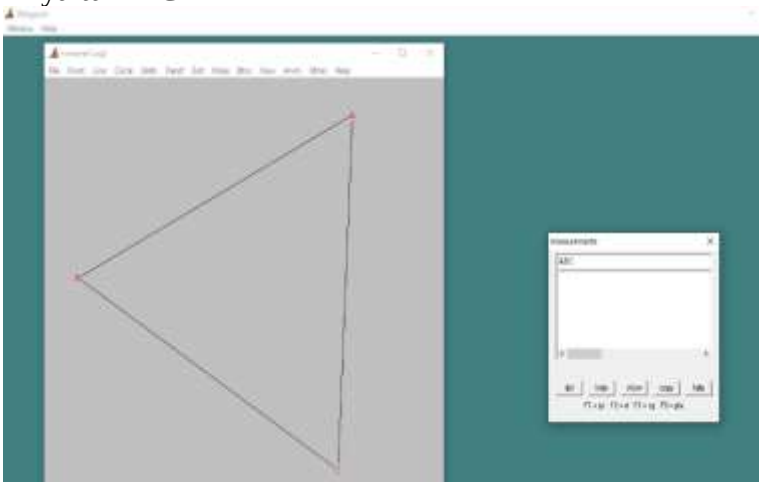
e. Munculah gambar segitiga dengan panjang 10 cm.



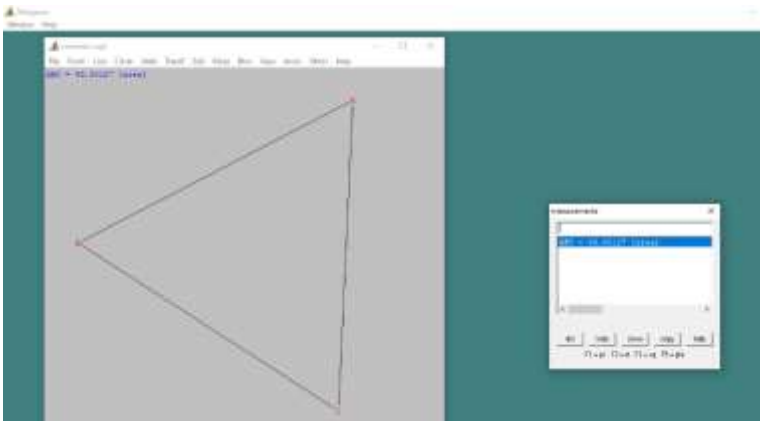
f. Untuk mencari luas segitiga ini dengan klik “Meas”.



g. Ketik titik – titik dari segitiga tersebut di Measurements yaitu ABC

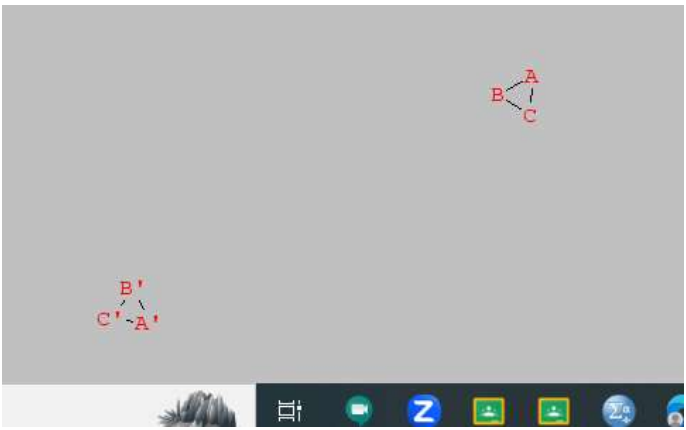


h. Klik Enter dan keluar hasil luas segitiga adalah 40,30 cm^2.

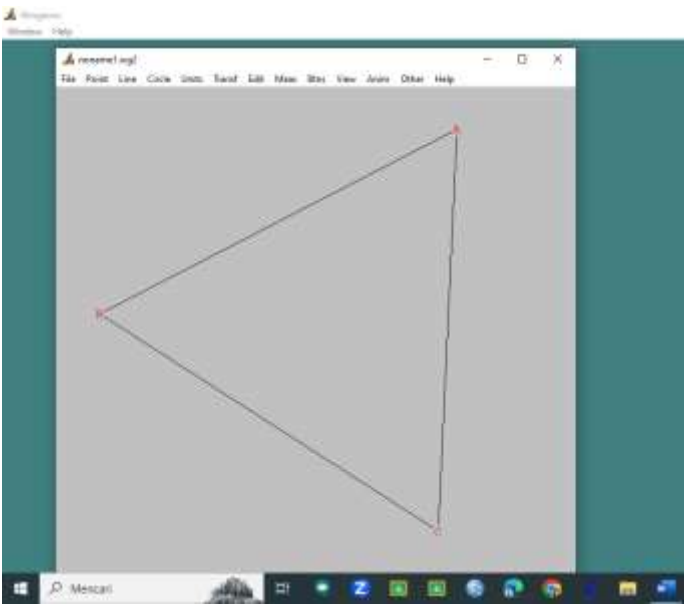


Latihan Soal

1. Carilah kertas origami yang ada di sekitar kamu, ambil dua origami yang kamu miliki, ukurlah panjang sisi yang origami tersebut dengan penggaris dan lipat dua kertas origami tersebut! Carilah keliling segitiga dari dua origami tersebut!



2. Lihatlah benda disekitarmu yang berbentuk segitiga, ukurlah sisinya! kemudian carilah keliling benda tersebut!

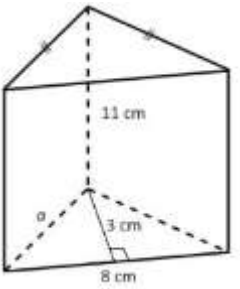


B. Pembelajaran Materi Luas Permukaan Prisma Segitiga Sama Kaki Berbantuan *Software* Geogebra

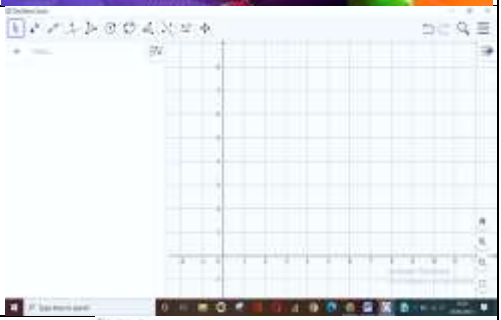
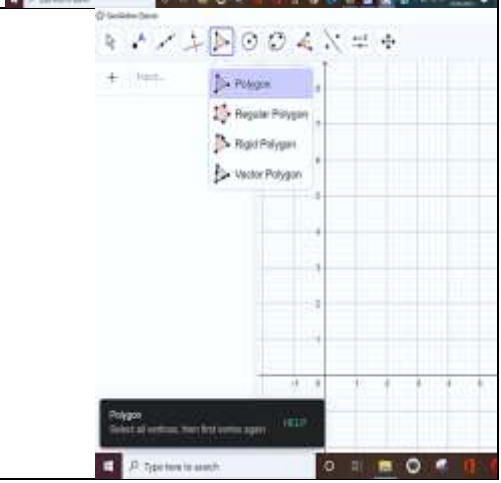
Pada bagian ini, penerapan *GeoGebra* untuk menyelesaikan berbagai soal terkait prisma segitiga. Mari sama–sama kita pahami dan kerjakan contoh soal di bawah ini!

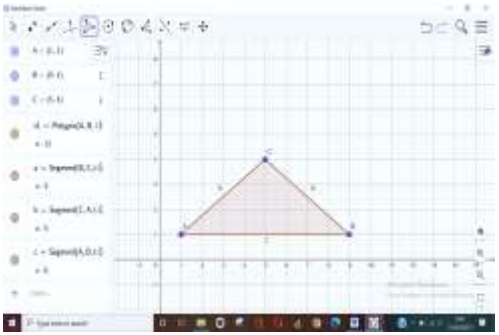
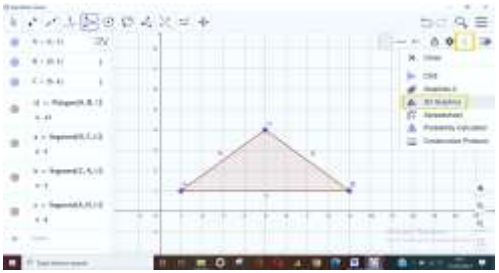
Contoh Soal

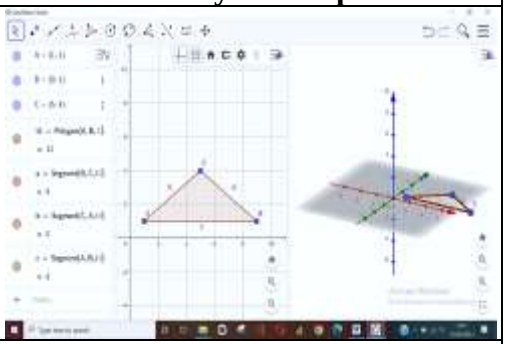
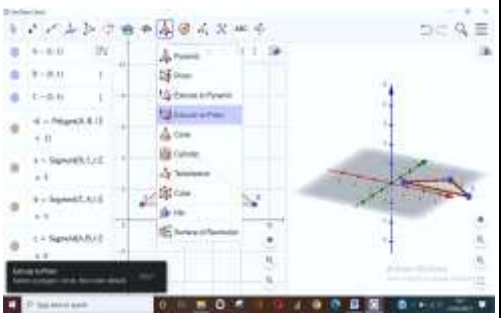
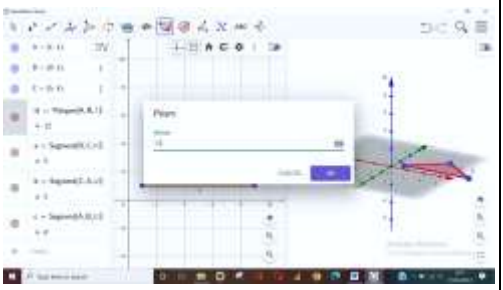
Tentukan luas permukaan prisma segitiga sama kaki di bawah !

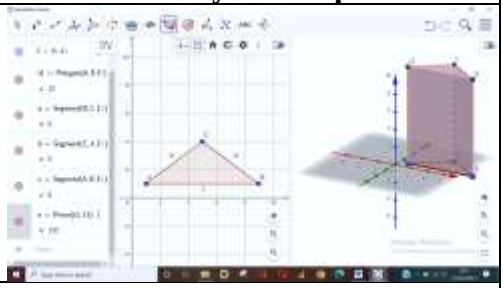
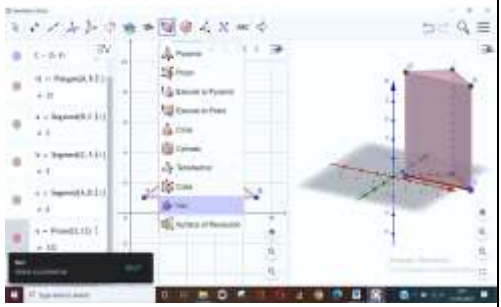
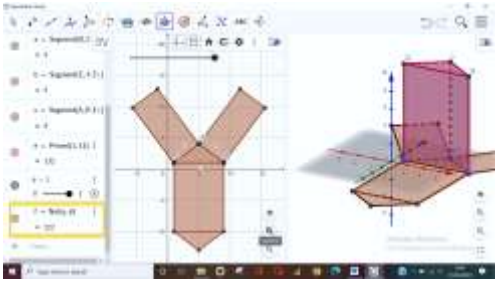


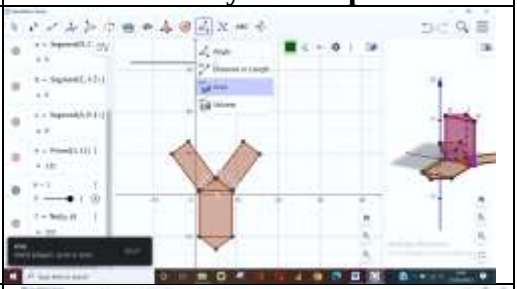
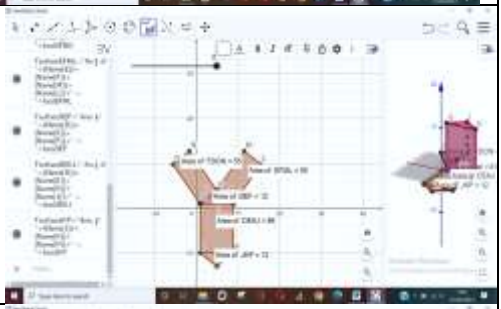
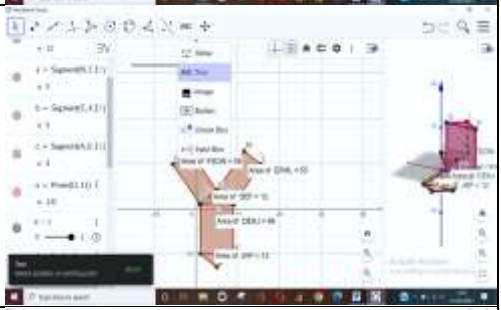
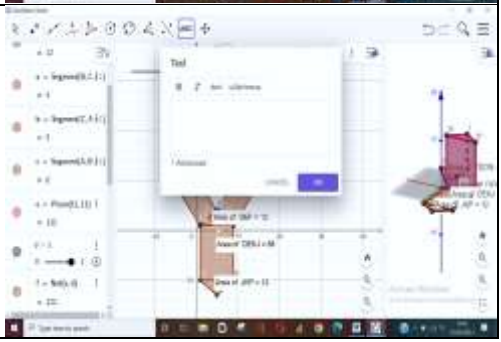
Pembahasan :

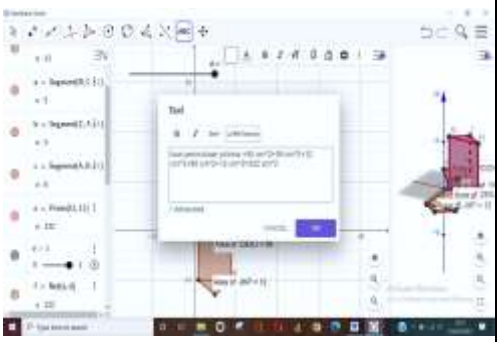
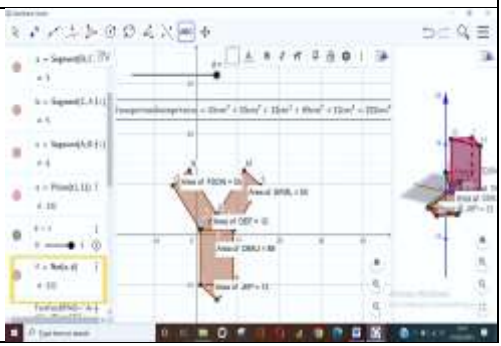
Step	Layar Komputer
1. Klik ***GeoGebra Classic*** pada desktop laptop / komputer anda.	
2. Akan muncul tampilan seperti berikut.	
3. Sebelum membuat prisma segitiga sama kaki, buat dulu alas prismanya yang berbentuk segitiga sama kaki. Caranya klik **Polygon.**	

Step	Layar Komputer
4. klik pada layar untuk membuat titik A nya, lalu tarik ke kanan sebanyak 8 satuan karena alasnya 8 cm. Jika jaraknya sudah 8 satuan, kita klik sehingga muncul titik B.	
5. Kemudian kita akan membuat titik C. Tarik garis dari titik B ke atas sebanyak 3 satuan (seperti pada gambar). Lalu klik, maka akan muncul titik C. Kemudian dari titik C kita tarik lagi ke titik A dan klik. Sehingga terbentuklah segitiga sama kaki.	
6. Kemudian tampilkan terlebih dahulu bentuk 3 dimensi dengan cara klik titik tiga di sebelah kanan atas, lalu klik **3D Graphics.**	

Step	Layar Komputer
7. Maka akan muncul dua tampilan seperti pada gambar.	
8. Selanjutnya kita akan membuat prisma segitiga sama kaki dengan cara klik **Extrude to Prism,** lalu klik pada segitiga yang terdapat di tampilan 3 dimensi.	
9. Maka akan muncul **Prism Attitude,** yang mana untuk menentukan tinggi prisma. Pada soal diketahui tinggi coklatnya 11 cm, jadi ketik 11 lalu klik **Ok.**	

Step	Layar Komputer
10. Maka langsung muncul prisma segitiga sama kaki.	
11. Untuk mencari luas permukaan, sebelumnya kita harus membentuk jaring-jaring dari prisma tersebut. Caranya klik **Net,** lalu klik pada sembarang prisma untuk melihat jaring-jaring.	
12. Berikut jaring – jaring prisma segitiga sama kaki. Disini sudah terlihat luas permukaan prismanya yaitu 222. Namun agar lebih jelas lagi, maka kita hitung satu – satu.	

Step	Layar Komputer
13. Klik **Area,** lalu klik di setiap daerah jaring – jaring prismanya.	
14. Maka akan muncul nilai luas di setiap daerahnya dalam satuan pangkat dua.	
15. Kemudian klik **Text** untuk memperjelas luas permukaannya. Lalu klik di tempat yang kosong.	
16. Kemudian akan muncul kotak seperti berikut.	

Step	Layar Komputer
17. Ketik luas permukaan prisma, lalu ketik angka – angka yang ada pada jaring – jaring prisma tadi beserta satuan dan pangkatnya. Kemudian coba dijumlahkan dan hasilnya adalah luas permukaan prisma segitiga tersebut. Lalu klik **Ok.**	
18. Jika sudah, maka akan muncul seperti berikut. Jadi, luas permukaan prisma segitiga sama kaki adalah 222 cm^2.	

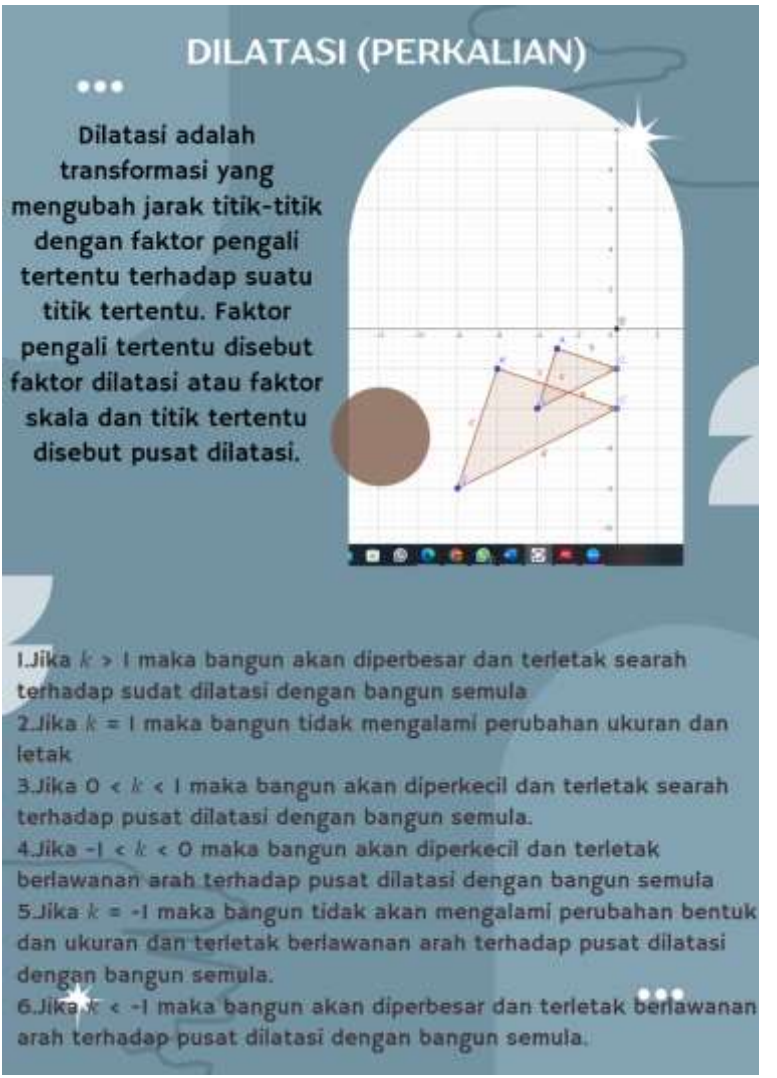
Latihan Soal:

Kerjakan soal-soal berikut menggunakan software geogebra!

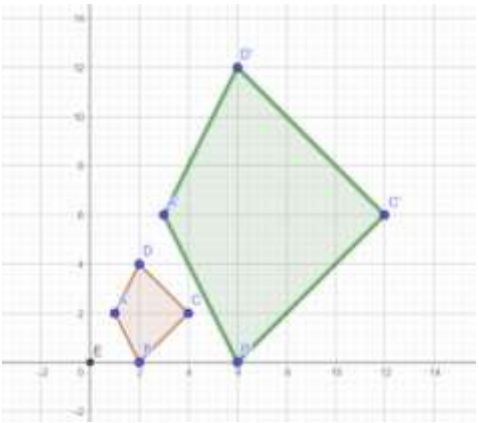
1. Alas sebuah prisma berbentuk segitiga sama kaki dengan panjang alas 16 cm dan sisi lainnya 17 cm. Carilah volume prisma itu menggunakan *software GeoGebra* jika tingginya 12 cm adalah…

2. Naufal membeli binder *clip* yang berbentuk prisma segitiga sama kaki. Panjang alas binder *clip* yang berbentuk segitiga adalah bilangan kelipatan $2 < 10$, tinggi binder *clip* yang berbentuk segitiga bilangan ganjil < 15, dan panjang binder *clip* bilangan kelipatan $2 < 12$. Hitunglah volume binder *clip* yang dibeli Naufal menggunakan *software GeoGebra*!
3. Amel mempunyai coklat toblerone yang berbentuk prisma segitiga sama sisi dengan tinggi coklat bilangan genap < 10, kemudian tutup coklat yang berbentuk segitiga itu memiliki tinggi bilangan ganjil < 7 dan alasnya bilangan genap < 8. Carilah berapa volume coklat tersebut menggunakan *software GeoGebra* !
4. Sebuah prisma alasnya berbentuk segitiga siku – siku dengan panjang sisi miring 15 cm dan panjang alas 9 cm. Diketahui tinggi prisma adalah 20 cm. Carilah volume prisma tersebut adalah … cm^3.

C. Pembelajaran Materi Dilatasi (Perkalian) Berbantuan *Software* Geogebra



1. Dilatasi terhadap titik pusat $O(0, 0)$



Gambar 14: Rotasi titik A terhadap titik puat O(0, 0)
Sumber : Modul matematika umum kelas XI

$A(x, y) \xrightarrow{D_{(0,k)}} A'(x', y')$

Titik $(x,\ y)$ didilatasikan dengan faktor skala k terhadap titik pusat $(0,0)$ menghasilkan bayangan titik (x', y') dalam persamaan matriks dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Contoh:

Tentukan bayangan titik $A(-6, -4)$ setelah didilatasikan terhadap pusat $O(0,0)$ dan faktor skala -2 !

Cara 1:

$A(-6, -4) \xrightarrow{D_{(0,-2)}} A'(x', y')$

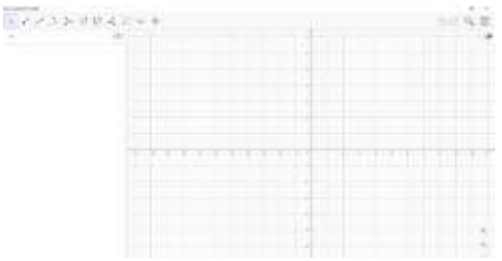
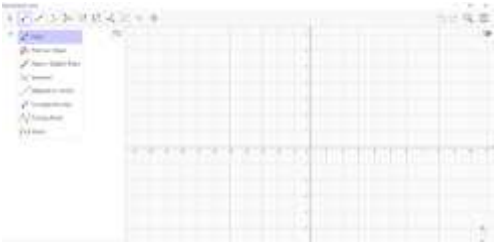
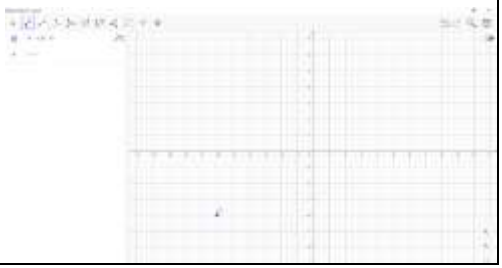
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

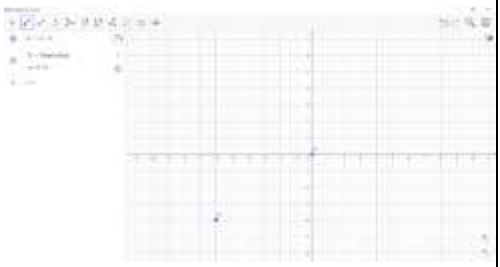
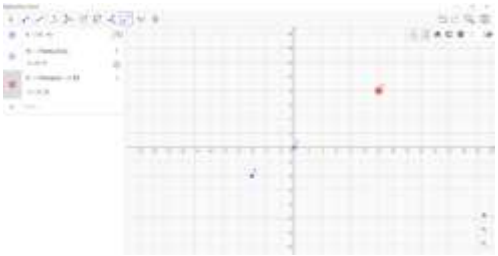
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -6 \\ -4 \end{pmatrix}$$

$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 8 \end{pmatrix}$

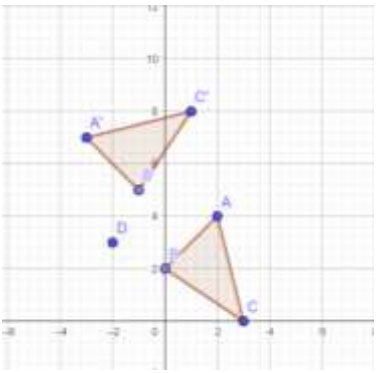
Jadi, bayangan titik A setelah didilatasi oleh $D[O,-2]$ adalah $A'(12,8)$

Cara 2:

Langkah-langkah	**Gambar**
Klik aplikasi GeoGebra pada desktop laptop, kemudian akan muncul tampilan seperti dibawah ini.	
Kemudian pilih menu **point** pada pojok kiri atas.	
Klik titik $A(-6,-4)$ pada bidang cartesius.	

Langkah-langkah	Gambar
Klik titik pusat $B(0,0)$.	
Selanjutnya pilih menu **Enlarge from Point.**	
Kemudian akan muncul tabel seperti di samping, isi factor sesuai dengan soal, dan klik oke.	
Maka secara otomatis akan muncul hasil dari dilatasi titik A terhadap titik (0,0).	

2. Dilatasi Terhadap Titik Pusat (a, b)



Gambar 15: Rotasi titik A terhadap titik pusat $O(a,b)$

Sumber : Modul matematika umum kelas XI

Titik (x, y) didilatasikan dengan faktor skala k terhadap titik pusat (a, b) menghasilkan bayangan titik (x', y') dalam persamaan matriks dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

Contoh:

Tentukan bayangan titik $A(-4,2)$ setelah didilatasikan terhadap pusat $(2,2)$ dan faktor skala -2 !

Cara 1:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4-2 \\ 2-2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

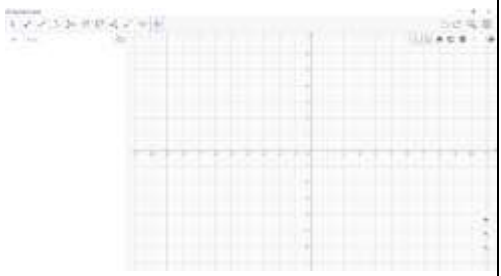
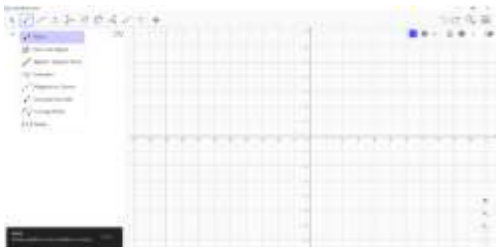
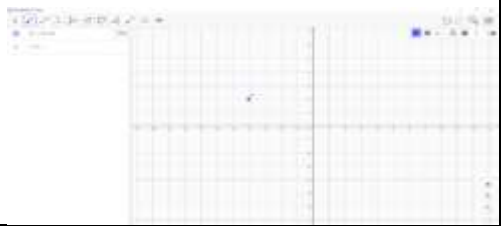
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -6 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

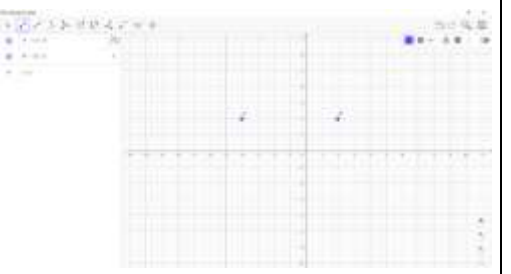
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Jadi, bayangan titik A setelah didilatasi oleh $D_{[(-4,2)-2]}$ adalah $A'(14,2)$

Cara 2:

Langkah-langkah	**Gambar**
Klik aplikasi GeoGebra pada desktop laptop, kemudian akan muncul tampilan seperti dibawah ini.	
Kemudian pilih menu **point** pada pojok kiri atas.	
Klik titik $A(-4,2)$ pada bidang cartesius.	

Langkah-langkah	Gambar
Klik titik pusat $B(2,2)$.	
Selanjutnya pilih menu **Enlarge from Point.**	
Kemudian akan muncul tabel seperti di samping, isi factor sesuai dengan soal, dan klik oke.	
Maka secara otomatis akan muncul hasil dari dilatasi titik A terhadap titik (2,2).	

Latihan Soal

1. Dikethui segitiga KLM dengan koordinat $K(-3,4), L(2,3)\ dan\ M((1,6)$. Koordinat bayangan segitiga KLM oleh dilatasi dengan pusat (bilangan ganjil kurang dari sepuluh) dan dengan skala -2 adalah….
2. Diketahui segitiga ABC. Koordinat bayangan segitiga dilatasi dengan pusat (bilangan kelipatan 3) dan dengan skala bilangan prima adalah…

Abdullaevna, T. N., & Xusenovna, M. N. (2022). Current StateoOf The Problem of Teaching Lesson Design and Analysis for Future Teachers. *Academicia Globe: Inderscience Research*, *3*(04), Article 04. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/S6YQN

Abidin, Z., & Wulandari, T. C. (2022). *The Model of Analytical Geometry Interactive Module using Systematic, Active, Effective (SAE) Model to Support Students' Autonomous Learning and Mathematics Education Competence*. *6*(5), 76–80.

Aini, N. R., Susanto, S., Yudianto, E., Wijaya, H. T., & Cahyanita, E. (2021). The development of geometry test to analyze students' creative thinking skills in the area of square formula derivation. *Journal of Physics: Conference Series*, *1836*(1), 012050. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012050

Aizikovitsh-Udi, E., & Amit, M. (2011). Developing the skills of critical and creative thinking by probability teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *15*, 1087–1091.

Akhter, N., Usmani, A. A., & Iqbal, S. (2019). Development and Validation of Multiple-Choice Test of the Geometry Part of Mathematics for Secondary Class. *Global Social Sciences Review*, *IV*(II), 203–210. https://doi.org/10.31703/gssr.2019(IV-II).27

Akyüz, D. (2015). *An investigation into effects of dynamic geometry software (DGS) on students' thinking preferences: Solving geometry problems with and without DGS*. *2*, 225.

Alase, A. (2017). The Interpretative Phenomenological Analysis (IPA): A Guide to a Good Qualitative Research Approach. *International Journal of Education and Literacy Studies*, *5*(2), 9. https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.5n.2p.9

Alghadari, F., Herman, T., & Prabawanto, S. (2020). Factors Affecting Senior High School Students to Solve Three-Dimensional Geometry Problems. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *15*(3), em0590. https://doi.org/10.29333/iejme/8234

Allen, D. E., Duch, B. J., & Groh, S. E. (1996). The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. *New Directions for Teaching and Learning*, *1996*(68), 43–52. https://doi.org/10.1002/tl.37219966808

Allsopp, D. H., Kyger, M. M., & Lovin, L. H. (2007). Teaching Mathematics Meaningfully: Solutions for Reaching Struggling Learners. In *Brookes Publishing Company*. Brookes Publishing Company.

Amabile, T. M. (1983). A Consensual Technique for Creativity Assessment. In T. M. Amabile (Ed.), *The Social Psychology of Creativity* (pp. 37–63). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5533-8_3

Andretta, S. (2011). Information Literacy in the Digital Age: An Evidence-based Approach. *Program*, *45*(3), 360–360. https://doi.org/10.1108/00330331111151683

Anggoro, B. S. (2015). Pengembangan modul matematika dengan strategi problem solvin guntuk mengukur tingkat kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), Article 2. https://doi.org/10.24042/ajpm.v6i2.25

Arifin, Z. (2009). *Evaluasi pembelajaran* (Vol. 118). Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Artikasari, E. A., & Saefudin, A. A. (2017). Menumbuh Kembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Dengan Pendekatan Contextual Teaching And Learning: *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan Matematika*, *3*(2), Article 2. https://doi.org/10.29407/jmen.v3i2.800

Aspers, P., & Corte, U. (2019). What is Qualitative in Qualitative Research. *Qualitative Sociology*, *42*(2), 139–160. https://doi.org/10.1007/s11133-019-9413-7

Asterina, A. (2015). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis melalui pembelajaran problem centered learning siswa SMP. Universitas Pendidikan Indonesia.

Auliah, L., Syaiful, S., & Syamsurizal, S. (2020). Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Open Ended Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(1), 13–24.

Bada, D., & Olusegun, S. (2015). *Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning*. *5*(6), 66–70.

Baer, J. (1991). Generality of Creativity Across: Performance Domains. *Creativity Research Journal*, *4*(1), 23–39. https://doi.org/10.1080/10400419109534371

Bannai, E., & Bannai, E. (2012). Remarks on the concepts of t-designs. *Journal of Applied Mathematics and Computing*, *40*(1–2), 195–207. https://doi.org/10.1007/s12190-012-0544-1

Barbosa, E. F., & Maldonado, J. C. (2011). : An integrated modeling approach for developing educational

modules. *Journal of the Brazilian Computer Society*, *17*(4), 207–239. https://doi.org/10.1007/s13173-011-0043-5

Barden, G. (1970). Hermeneutics: Interpretation Theory in Schleiermacher, Dilthey, Heidegger, and Gadamer. *Philosophical Studies*, *20*(0), 243–246. https://doi.org/10.5840/philstudies197120074

Barrett, T. (2013). Learning about the problem in problem-based learning (PBL) by listening to students' talk in tutorials: A critical discourse analysis study. *Journal of Further and Higher Education*, *37*(4), 519–535. https://doi.org/10.1080/0309877X.2011.645464

Basadur, M. (2004). Leading others to think innovatively together: Creative leadership. *The Leadership Quarterly*, *15*(1), 103–121. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2003.12.007

Basic, A., Arsic, B., Gajic, A., Zdravkovic Parezanovic, R., Macesic Petrovic, D., & Lazovic, T. (2022). Creativity in Teaching Mathematics. *Journal Human Research in Rehabilitation*, *12*(2), 127–137. https://doi.org/10.21554/hrr.092203

Belfort, E., & Carlos Guimaraes, L. (2004). Teacher's Practices and Dynamic Geometry. In *International Group for the Psychology of Mathematics Education*. International Group for the Psychology of Mathematics Education, 35 Aandwind Street, Kirstenhof, Cape Town, 7945, South Africa. https://eric.ed.gov/?id=ED489758

Besemer, S. P., & Treffinger, D. J. (1981). Analysis of creative products: Review and synthesis. *The Journal of Creative Behavior*.

Biber, C., Tuna, A., & Korkmaz, S. (2013). The Mistakes and the Misconceptions of the Eighth Grade Students on the Subject of Angles. *European*

Journal of Science and Mathematics Education, *1*(2), 50–59.

Bilgiç, E. N. Ü., & Argün, Z. (2022). Secondary school mathematics teachers' understanding of materials and materials they create. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *16*(2), 304–325. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.951308

Boaler, J. (2002). Exploring the NATURE OF MATHEMATICAL activity: USING theory, research and `working hypotheses' to broaden conceptions of mathematics knowing. *Educational Studies in Mathematics*, *51*(1), 3–21. https://doi.org/10.1023/A:1022468022549

Brousseau, G. (2006). *Theory of Didactical Situations in Mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970–1990*. Springer Science & Business Media.

Brousseau, G. P. (1999, October 3). *Education et didactique des mathématiques*. Educacion y didactica de las matematicas. https://hal.science/hal-00466260

Brown, H. D., & Lee, H. (2015). *Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy*. Pearson. https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/11518

Bruner, J. (1974). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard University Press.

Campbell, A., Craig, T., & Collier-Reed, B. (2020). A framework for using learning theories to inform 'growth mindset'activities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *51*(1), 26–43. https://doi.org/10.1080/0020739x.2018.1562118

Carney, M. B., Cavey, L., & Hughes, G. (2017). Assessing Teacher Attentiveness to Student Mathematical

Thinking: Validity Claims and Evidence. *The Elementary School Journal*, *118*(2), 281–309. https://doi.org/10.1086/694269

Chapman, O., Pia, J., Craigue, K., Leiva-Sandino, J., Godin, S., & Hilton, M. (2016). Integrating Design Thinking in Teacher Education to Foster Creativity. *Papers on Postsecondary Learning and Teaching*, *1*, 5–11. https://doi.org/10.11575/pplt.v1i.30323

Chen, J., Deng, L., & Wu, Q. (2010). Research of Module Construction Based on Integration Theory. *2010 International Conference on Multimedia Technology*, 1–4. https://doi.org/10.1109/ICMULT.2010.5629714

Cherif, A. H., Blvd, W. J., Gialamas, S., & Stamati, A. (2017). Developing Mathematical Knowledge and Skills through the Awareness Approach of Teaching and Learning. *Journal of Education and Practice*, *8*(13).

Chu-Carroll, J., & Carberry, S. (1998). Collaborative Response Generation in Planning Dialogues. *Computational Linguistics*, *24*(3), 355–400.

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2023). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. John Wiley & Sons.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *14*(2), 133–148. https://doi.org/10.1007/s10857-011-9173-0

Cobb, P., Jackson, K., Henrick, E., & Smith, T. M. (2020). *Systems for Instructional Improvement: Creating Coherence from the Classroom to the District Office*. Harvard Education Press.

Coffelt, T. A., Grauman, D., & Smith, F. L. M. (2019). Employers' Perspectives on Workplace

Communication Skills: The Meaning of Communication Skills. *Business and Professional Communication Quarterly*, *82*(4), 418–439. https://doi.org/10.1177/2329490619851119

Cooney, T., Goffree, F., Stephens, M., & Nickson, M. (1985). The professional life of teachers. *For the Learning of Mathematics*, *5*(2), 24–30.

Copeland, P., & Bowden, D. (2018). Responding to Cultural Diversity and Citizenship. In T. Cremin & C. Burnett (Eds.), *Learning to Teach in the Primary School* (4th ed., pp. 348–362). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315453736-32

Courtney, S. A., & Armstrong, B. (2021). Promoting Geometric Reasoning through Artistic Constructions. *European Journal of STEM Education*, *6*(1). https://eric.ed.gov/?id=EJ1327555

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (4th ed.)*.

Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative Research Designs: Selection and Implementation. *The Counseling Psychologist*, *35*(2), 236–264. https://doi.org/10.1177/0011000006287390

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016a). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016b). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications.

Cruickshank, D. R. (1986). Critical Thinking Skills for Teachers. *Teacher Education Quarterly*, *13*(1), 82–89.

Csikszentmihalyi, M. (1997). *Flow and the psychology of discovery and invention* (pp. 1–16). HarperPerennial,.

Dangal, M., & Joshi, R. (2020). Hermeneutic Phenomenology: Essence in Educational Research. *Open Journal for Studies in Philosophy*, *4*(1). https://centerprode.com/ojsp/ojsp0401/coas.ojsp.0401.03025d.html

Darling-Hammond, L. (2012). *Powerful Teacher Education: Lessons from Exemplary Programs*. John Wiley & Sons.

Daryanto. (2013). *Menyusun Modul: Bahan ajar untuk persiapan guru dalam mengajar.* Gava Media.

Daryanto dan Dwicahyono, A. (2014). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar*. Gava Media.

Davis, R. B. (1990). *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics. Journal for Research in Mathematics Education: Monograph No. 4*. National Council of Teachers of Mathematics, 1906 Association Drive, Reston, VA 22091 ($9.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The Sage handbook of qualitative research*. sage.

Dewey, J. (1986). Experience and Education. *The Educational Forum*. https://doi.org/10.1080/00131728609335764

Dewimarni, S. (2017). Kemampuan Komunikasi Dan Pemahaman Konsep Aljabar Linier Mahasiswa Universitas Putra Indonesia 'YPTK' Padang. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 53–62. https://doi.org/10.24042/ajpm.v8i1.763

Dreyfus, T., & Eisenberg, T. (2012). On different facets of mathematical thinking. In *The nature of mathematical thinking* (pp. 269–300). Routledge.

Dwiyovita, R., Kartasurya, M. I., & Nurjazuli, N. (2023). Analisis Implementasi Strategi Dots (Directly Observed Treatment Short-Course) sebagai Pengendalian Tuberkulosis: Systematic Review. *Malahayati Nursing Journal*, *5*(5), 1504–1520. https://doi.org/10.33024/mnj.v5i5.9462

Eon Duval, P., Frick, A., & Denervaud, S. (2023). Divergent and Convergent Thinking across the Schoolyears: A Dynamic Perspective on Creativity Development. *The Journal of Creative Behavior*, *57*(2), 186–198. https://doi.org/10.1002/jocb.569

Er, S., & Dost, Ş. (2022). A Design Study To Develop The Proof Skills Of Mathematics Pre-Service Teachers. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *16*(1), 189–226. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1081825

Eragamreddy, D. N. (2013). Teaching Creative Thinking Skills. *Translation Studies*, *1*(2).

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, *42*(3), 255–284. https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551

Euclid. (1956). *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Courier Corporation.

Ferdiani, R. D., Manuharawati, & Khabibah, S. (2022). Activist Learners' Creative Thinking Processes in Posing and Solving Geometry Problem. *European Journal of Educational Research*, *11*(1), 117–126.

Firdausi, Y. N., Asikin, M., & Wuryanto, W. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar pada Pembelajaran Model Eliciting Activities (MEA). *PRISMA*,

Prosiding Seminar Nasional Matematika, *1*, 239–247.

Flynn, T. (2014). *Do they have what it takes? A review of the literature on knowledge, competencies, and skills necessary for twenty-first-century public relations practitioners in Canada*. University of Toronto Press.

Fried, M. N. (2014). Mathematics & mathematics education: Searching for common ground. In *Mathematics & mathematics education: Searching for common ground* (pp. 3–22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7473-5_1

Friese, S. (2012). *Qualitative data analysis with Atlas.ti* (1. publ). SAGE.

Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., Keller, J. M., & Russell, J. D. (2005). Principles of instructional design, 5th edition. *Performance Improvement*, *44*(2), 44–46. https://doi.org/10.1002/pfi.4140440211

Ganal, NN, & Guiab, M. (2014). Problems and difficulties encountered by students towards mastering learning competencies in mathematics. *Journal of Arts, Science & Commerce*, *5*(4), 25–37.

Gardner, H. (1983). *Library Genesis: Howard Gardner—Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. https://www.libgen.is/book/index.php?md5=9DF7C98D69979B9D896FC727473DCB83

Gawlick, T. (2002). On Dynamic Geometry Software in the regular classroom. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, *34*(3), 85–92. https://doi.org/10.1007/BF02655711

Geeraerts, L., Venant, F., & Tanguay, D. (2014). Subterranean structures of technological tools and teaching issues in geometry. *EDULEARN14 Proceedings*, 257–264. 6th International

Conference on Education and New Learning Technologies.

Glock, F. (2009). Aspects of Language Use in Design Conversation*. In *About Designing*. CRC Press.

Gomes, A. S., & Vergnaud, G. (2004). On the Learning of geometric concepts using Dynamic Geometry Software. *RENOTE*, *2*(1). https://doi.org/10.22456/1679-1916.13755

Gonzalez, M. J., & Gomez, P. (2020). Conceptualizing and describing teachers' learning of pedagogical concepts. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, *39*(12), 13–27. https://doi.org/10.3316/ielapa.852319187432788

Gordon, M. (2009). The misuses and effective uses of constructivist teaching. *Teachers and Teaching*, *15*(6), 737–746. https://doi.org/10.1080/13540600903357058

Graciella, M., & Suwangsih, E. (2016). Penerapan pendekatan matematika realistik untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. *Metodik Didaktik: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, *10*(2).

Grégoire, J. (2016). Understanding Creativity in Mathematics for Improving Mathematical Education. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, *15*(1), 24–36. https://doi.org/10.1891/1945-8959.15.1.24

Groh-Samberg, O., & Tucci, I. (2010). *Qualitative Interviewing of Respondents in Large Representative Surveys* (Working Paper 143). RatSWD Working Paper. https://www.econstor.eu/handle/10419/43625

Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education. *Teachers College of Columbia*.

Guilford, J. P. (1950). *Creativity* (Vol. 5, pp. 444–454). American Psychologist. https://psycnet.apa.org/record/1951-04354-001

Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, *53*(4), 267–293. https://doi.org/10.1037/h0040755

Gustafsson, P. (2024). Productive Mathematical Whole-Class Discussions: A Mixed-Method Approach Exploring the Potential of Multiple-Choice Tasks Supported by a Classroom Response System. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *22*(4), 861–884. https://doi.org/10.1007/s10763-023-10402-w

Gwangwava, N. (2021). Learning Design Thinking Through a Hands-On Learning Model: *International Journal of Innovative Teaching and Learning in Higher Education*, *2*(1), 1–19. https://doi.org/10.4018/IJITLHE.20210101.oa4

Hall, C., & Thomson, P. (2017). Creativity in teaching: What can teachers learn from artists? *Recherche & Formation*, *86*, 55–77. https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2983

Hallberg, L. R. (2009, July 12). *Some thoughts about interviewing …*. https://doi.org/10.1080/17482620802303111

Halpern, D. F. (2013). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking*. Psychology Press.

Hancock, B., Ockleford, E., & Windridge, K. (2009). An Introduction to Qualitative Research. *Qualitative Re Search*.

Handayani, U. F., Sa'dijah, C., & Susanto, H. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SMP Dalam Menyelesaikan Soal Adopsi 'PISA.' *Jurnal Math Educator Nusantara:*

Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika, *4*(2), 143–156.

Handoko, H. (2017). Pembentukan keterampilan berpikir kreatif pada pembelajaran matematika model savi berbasis discovery strategy materi dimensi tiga kelas x. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, *6*(1), 85–95.

Harel, G., & Sowder, L. (2005). Advanced Mathematical-Thinking at Any Age: Its Nature and Its Development. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(1), 27–50. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0701_3

Harpaz, Y. & Philosophy Documentation Center. (2011). Back to Knowledge: The Ironic Path of Teaching Thinking. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, *26*(3), 39–46. https://doi.org/10.5840/inquiryct201126327

Hartshorne, R. (2013). *Geometry: Euclid and Beyond*. Springer Science & Business Media.

Hasibuan, E. K. (2018). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa Pada Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar Di Smp Negeri 12 Bandung. *AXIOM : Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, *7*(1), 18–30. https://doi.org/10.30821/axiom.v7i1.1766

Heaster-Ekholm, & Lina, K. (2020). *Popular Instructional Design Models: Their Theoretical Roots and Cultural Considerations*. *16*(3), 50–65.

Heath, J., Williamson, H., Williams, L., & Harcourt, D. (2018). "It's just more personal": Using multiple methods of qualitative data collection to facilitate participation in research focusing on sensitive subjects. *Applied Nursing Research*, *43*, 30–35. https://doi.org/10.1016/j.apnr.2018.06.015

Henle, M. (1969). *Modern Geometries The Analytic Approach*. John Wiley & Sons, Inc.

Herbst, P., Fujita, T., Halverscheid, S., & Weiss, M. (2017). *The Learning and Teaching of Geometry in Secondary Schools: A Modeling Perspective*. Taylor & Francis.

Hershkowitz, R. (1990). Psychological Aspects of Learning Geometry. In P. Nesher & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and Cognition* (1st ed., pp. 70–95). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139013499.006

Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2007). Mathematics teacher development with ICT: Towards an International GeoGebra Institute. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, *27*(3), 49–54.

Imam, A., Syed Shahid Zaheer Zaidi, & Abdul Aleem Qureshi. (2023). Skill Set required for 21st Century Student: Case study of University Level Student. *Voyage Journal of Educational Studies*, *3*(2), 69–91. https://doi.org/10.58622/vjes.v3i2.47

Isaksen, S. G., & Puccio, G. J. (1988). Adaption-Innovation and the Torrance Tests of Creative Thinking: The Level-Style Issue Revisited. *Psychological Reports*, *63*(2), 659–670. https://doi.org/10.2466/pr0.1988.63.2.659

Istikomah, E., Juandi, D., Suryadi, D., & Prabawanto, S. (2022). DGS-Based Modules: Difficulty Aspects of Studying Geometry at University Level. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, *13*(2), Article 2. https://doi.org/10.15294/kreano.v13i2.34541

Istikomah, E., & Mohamad, N. S. (2013). Kesan penggunaan perisian geometer's sketchpad ke atas kefahaman konsep matematik pelajar. *Jurnal Pendidikan Matematik*, *1*(2), 1–13.

Jablonski, S., & Ludwig, M. (2023). Teaching and Learning of Geometry—A Literature Review on

Current Developments in Theory and Practice. *Education Sciences*, *13*(7), 682. https://doi.org/10.3390/educsci13070682

Jaelani, A. (2021). Geometric thinking in learning distance and angle. *Journal of Physics: Conference Series*, *1778*(1), 012022. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1778/1/012022

Jaenudin, A., Kartono, Sukestiyarno, Y. L., & Mariani, S. (2020). The Identification of Students' Mathematical Creative Thinking Ability on Transformation Geometry. *Repository FKIP UNSAP*, *20*(1), Article 1. http://repository.unsap.ac.id/index.php/fkipunsap/article/view/241

Jagom, Y. O., Uskono, I. V., & Leton, S. I. (2020a). Students' creative thinking in solving geometry problems. *Journal of Physics: Conference Series*, *1657*(1), 012076. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012076

Jagom, Y. O., Uskono, I. V., & Leton, S. I. (2020b). Students' creative thinking in solving geometry problems. *Journal of Physics: Conference Series*, *1657*(1), 012076. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012076

Jayathirtha, G. (2018). *An Analysis of the National Intended Geometry Curriculum*. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0973184918783291?casa_token=qiW1t-mdXCYAAAAA:nGpOJEZvXVqdVkhr-L-SdRuu3tZOmXUqgaMYI1_auOXszBf4LXQ8W0yjXdXSo6Vewf5RyPoXkxEeOQ

Jiang, Z. (2007). The dynamic geometry software as an effective learning and teaching tool. *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, *1*(3), 245–257.

Jones, K. (2001). Issues in the teaching and learning of geometry. In *Aspects of Teaching Secondary Mathematics*. Routledge.

Juandi, D., Kusumah, Y, S., Tamur, M., & Perbowo, K, S & Wijaya, T, T. (2021). A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: What to learn and where to go? *Heliyon*, *7*(5), e06953. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953

Juniantari, M., Mahayukti, G. A., Gita, I. N., & Suryawan, I. P. P. (2020). Validity of Introduction to Basic Mathematics Teaching Materials Based on Conceptual Understanding Procedures Models and Character Education. *Journal of Physics: Conference Series*, *1503*(1), 012018. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012018

Jusmawati, J., Satriawati, S., Irman, R., Rahman, A., & Arsyad, N. (2021). Development of mathematics module based on creative problem solving in elementary students. *Linguistics and Culture Review*, *5*(1), 367–375. https://doi.org/10.21744/lingcure.v5n1.1691

Kadir, L., & Satriawati, G. (2017). The implementation of open-inquiry approach to improve students' learning activities, responses, and mathematical creative thinking skills. *Journal on Mathematics Education*, *8*(1), 103–114.

Kallet, M. (2014). *Think Smarter: Critical Thinking to Improve Problem-Solving and Decision-Making Skills*. John Wiley & Sons.

Karaibryamov, S., Tsareva, B., & Zlatanov, B. (2013). *Optimization of the Courses in Geometry by the Usage of Dynamic Geometry Software Sam*. *7*.

Kariyana, I., & Sonn, R. A. (2016). Teaching Methods and Learners' Concept Formation, Development and

Integration in Geometry: Assessing the Relationship. *Concept Formation*, *12*(1), 75–88.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 19 Tahun 2024 tentang Standar Nasional Pendidikan*.

Kennedy, L. M., Tipps, S., & Johnson, A. (2008). *Guiding children's learning of mathematics* (11th ed). Thomson/Wadsworth.

Khan, S. N. (2014). Qualitative Research Method—Phenomenology. *Asian Social Science*, *10*(21), p298. https://doi.org/10.5539/ass.v10n21p298

Kibga, E. S., Gakuba, E., & Sentongo, J. (2022). Learners' Active Engagement in Searching and Designing Learning Materials through a Hands-on Instructional Model. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *21*(8), 75–91. https://doi.org/10.26803/ijlter.21.8.6

Kobayashi, K. (2023). Learning by creating teaching materials: Conceptual problems and potential solutions. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1095285. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1095285

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, *9*(1), 60–70.

Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2016). Seven design frames that teachers use when considering technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, *102*, 244–257. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.003

Kohler, H. (1997). Acting artist-like in the classroom: Modern rational technological world comes to life through the creativity arising from the artistic

paradigm of acting. *ZDM: International Reviews on Mathematics Education, 29 (3)*, 88–93.

Koyuncu, I., Akyuz, D., & Cakiroglu, E. (2015). Investigating Plane Geometry Problem-Solving Strategies of Prospective Mathematics Teachers in Technology And Paper and Pencil Environments. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(4), 837–862. https://doi.org/10.1007/s10763-014-9510-8

Kraly Jr., J., & Morishima, A. (1974). Developing mathematical skills by applying Piaget's theory. *Education and the Training of the Mentally Retarded*, *9*(2), 62–65.

Krueger, R. A. (2014). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*. SAGE Publications.

Kulsum, S. I., Wijaya, T. T., Hidayat, W., & Kumala, J. (2019). Analysis On High School Students' Mathematical Creative Thinking Skills on The Topic Of Sets. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(2), Article 2. https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.128

Kurt-Birel, G., Deniz, Ş., & Önel, F. (2020). Analysis of Primary School Teachers' Knowledge of Geometry. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *12*(4), 303–309.

Kusnadi, D., Barumbun, M., & Fauzan, B. A. (2023). Analisis Kemampuan Spasial Siswa Melalui Teori Belajar Van Hiele Pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *JURNAL MATHEMATIC PAEDAGOGIC*, *7*(2), 146–157. https://doi.org/10.36294/jmp.v7i2.3100

Kusno, K., Sutarto, S., Yuliani, S., Sanapiah, S., & Rahman, A. (2021). Using Creative Thinking in Defining Geometry Concepts via Recognizing Elementary Objects, Drawing, and Writing Process of Concept Image. *Universal Journal of*

Educational Research, *9*(7), 1395–1408. https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090706

Kuzle, A., & Glasnovic Gracin, D. (2020). Making Sense of Geometry Education through the Lens of Fundamental Ideas: An Analysis of Children's Drawings. *The Mathematics Educator*, *29*(1), 7–52.

Laborde, C., & Sträßer, R. (2010). Place and use of new technology in the teaching of mathematics: ICMI activities in the past 25 years. *ZDM*, *42*(1), 121–133. https://doi.org/10.1007/s11858-009-0219-z

Laborde, J.-M. (Ed.). (1996). *Intelligent Learning Environments: The Case of Geometry*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60927-5

Larraz, N., & Rabanos. (2021). *Teacher Education: New Perspectives*. BoD – Books on Demand.

Larraz-Rábanos, N. (2021). Development of Creative Thinking Skills in the Teaching-Learning Process. In U. Kayapinar (Ed.), *Teacher Education—New Perspectives*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.97780

Lasmiyati, L., & Harta, I. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *PYTHAGORAS : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *9*(2), Article 2. https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9077

Latifah, L., Zwagery, R. V., Safithry, E. A., & Ngalimun, N. (2023). Konsep Dasar Pengembangan Kreativitas Anak Dan Remaja Serta Pengukurannya Dalam Psikologi Perkembangan. *EduCurio: Education Curiosity*, *1*(2), Article 2.

Laurillard, D., Kennedy, E., Charlton, P., Wild, J., & Dimakopoulos, D. (2018). Using technology to develop teachers as designers of TEL: Evaluating the learning designer. *British Journal of*

Educational Technology, *49*(6), 1044–1058. https://doi.org/10.1111/bjet.12697

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.

Laycock, M. (1970). Creative mathematics at Nueva. *The Arithmetic Teacher*, *17*(4), 325–328.

Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M., McMullen, J., & Gruber, H. (2017). Cultivating mathematical skills: From drill-and-practice to deliberate practice. *ZDM*, *49*(4), 625–636. https://doi.org/10.1007/s11858-017-0856-6

Leikin, R. (2009). Exploring Mathematical Creativity Using Multiple Solution Tasks. In *Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students* (pp. 129–145). Brill. https://doi.org/10.1163/9789087909352_010

Leikin, R., Berman, A., & Koichu, B. (2009). *Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students*. BRILL. https://doi.org/10.1163/9789087909352

Leikin, R., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Creativity and mathematics education: The state of the art. *ZDM*, *45*(2), 159–166. https://doi.org/10.1007/s11858-012-0459-1

Lestari, N., & Zanthy, L. S. (2019). Analisis kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMK di kota Cimahi pada materi geometri ruang. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *2*(4), Article 4. https://doi.org/10.22460/jpmi.v2i4.p187-196

Lince, R. (2016a). Creative thinking ability to increase student mathematical of junior high school by applying models numbered heads together. *Journal of Education and Practice*, *7*(6), 206–212.

Lince, R. (2016b). Creative Thinking Ability to Increase Student Mathematical of Junior High School by

Applying Models Numbered Heads Together. *Journal of Education and Practice*, *7*(6), 206–212.
Liu, J., & Xin, Y. P. (2017). The Effect of Eliciting Repair of Mathematics Explanations of Students With Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, *40*(3), 132–145. https://doi.org/10.1177/0731948716657496
Liu, M., Ren, Y., Nyagoga, L. M., Stonier, F., Wu, Z., & Yu, L. (2023). Future of education in the era of generative artificial intelligence: Consensus among Chinese scholars on applications of ChatGPT in schools. *Future in Educational Research*, *1*(1), 72–101. https://doi.org/10.1002/fer3.10
Lloveras, J., & Nacenta, J. M. (2009). Process for obtaining conceptual designs to solve general problems. *2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design*, 344–349. https://doi.org/10.1109/CAIDCD.2009.5375288
Loewenberg Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389–407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554
Luzano, J. F. (2020). Development and Validation of Strategic Intervention Materials (SIMs) of the Selected Topics in Trigonometry of Precalculus Discipline in Senior High School. *Journal of Mathematics and Statistics Studies*, *1*(2), Article 2.
Ly, R., & Malone, J. (2010). Teachers' perceptions of geometry instruction and the learning environment in Years 9-10 ESL classrooms. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 367–374.

Maarif, S., Wahyudin, W., Noto, M. S., Hidayat, W., & Mulyono, H. (2018). Geometri Exploration Activities Assisted With Dynamic Geometry Software (DGS) In a teacher education classroom. *Infinity Journal*, *7*(2), 133. https://doi.org/10.22460/infinity.v7i2.p133-146

Manen, M. van. (2023). *Phenomenology of Practice: Meaning-Giving Methods in Phenomenological Research and Writing* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003228073

Mardiansyah, Y. (2013). Pembuatan modul fisika berbasis TIK untuk mengintegrasikan nilai pendidikan karakter dalam pembelajaran siswa SMAN 10 Padang Kelas X Semester 1. *PILLAR OF PHYSICS EDUCATION*, *1*(1), Article 1. https://doi.org/10.24036/487171074

Marliani, N. (2015). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Missouri Mathematics Project (MMP). *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, *5*(1).

Martinovic, D., & Karadag, Z. (2012). Dynamic and interactive mathematics learning environments: The case of teaching the limit concept. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *31*(1), 41–48. https://doi.org/10.1093/teamat/hrr029

Ma'rufi, Pasandaran, R. F., & Yogi, A. (2018). *Pemahaman konsep geometri mahasiswa berdasarkan gaya kognitif mahasiswa*. *1*(2), 56–67.

Massyrova, R., Sandibayeva, N., Kaptagai, G., Kopenbayeva, A., & Aidarbekova, A. (2015). Formation of the Creative Activity of Students on the Basis of Educational Experiment in Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *177*,

440–444. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.391

Matthews, M. R. (1998). *Constructivism in Science Education: A Philosophical Examination*. Springer Science & Business Media.

McRobbie, C. J., Stein, S. J., & Ginns, I. (2001). Exploring Designerly Thinking of Students as Novice Designers. *Research in Science Education*, *31*(1), 91–116. https://doi.org/10.1023/A:1012693626534

Meilantifa, M., & Budiarto, M. T. (2018). The development of teaching material: Rigorous mathematical thinking in a geometry classroom. *6th South East Asia Design Research International Conference, SEA-DR IC 2018*, *1088*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012062

Mertens, D. M. (2019). *Psikolojide Araştırma ve Değerlendirme*.

Meryansumayeka, Zulkardi, Putri, R. I. I., & Hiltrimartin, C. (2022). Designing geometrical learning activities assisted with ICT media for supporting students' higher order thinking skills. *Journal on Mathematics Education*, *13*(1), 135–148. https://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp135-148

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, *108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Modrak, V., Pandian, R. S., Venkumar, P., & Stylios, C. (2022). Decision Making Problems Related to Modular Design Practices or Techniques. *Mathematical Problems in Engineering*, *2022*, 1–2. https://doi.org/10.1155/2022/9870358

Moma, L. (2015). Pengembangan Instrumen Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Untuk Siswa SMP. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, *4*(1), Article 1. https://doi.org/10.33387/dpi.v4i1.142

Moma, L. (2016). Pengembangan instrumen kemampuan berpikir kreatif matematis untuk siswa SMP. *Delta-Pi: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *4*(1).

Muhr, T. (1991). ATLAS/ti ? A prototype for the support of text interpretation. *Qualitative Sociology*, *14*(4), 349–371. https://doi.org/10.1007/BF00989645

Mumford, M. D. (2003). Where Have We Been, Where Are We Going? Taking Stock in Creativity Research. *Creativity Research Journal*, *15*(2–3), 107–120. https://doi.org/10.1080/10400419.2003.9651403

Mumford, M. D., Giorgini, V., Gibson, C., & Mecca, J. (2013). Creative thinking: Processes, strategies and knowledge. In *Handbook of Research on Creativity* (pp. 249–264). Edward Elgar Publishing. https://www.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9780857939807/9780857939807.00029.xml

Munandar, U. (1997). Mengembangkan Insiatif Dan Kreativitas Anak. *Psikologika: Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Psikologi*, *2*(2), 31–42.

Mursidik, E. S. M., Samsiyah, N., & Rudyanto, H. E. (2015). Kemampuan Berpikir Kreatif Dalam Memecahkan Masalah Matetatika Open-Ended Ditinjau Dari Tingkat Kemampuan Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Pedagogia : Jurnal Pendidikan*, *4*(1), 23–33. https://doi.org/10.21070/pedagogia.v4i1.69

Musna, R. R. (2020). An analysis of junior high school students' creative thinking skills in solving flat-

side geometry problems. *Journal of Physics: Conference Series*, *1521*(3). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032058

Musna, R. R., & Juandi, D. (2020). An analysis of junior high school students' creative thinking skills in solving flat-side geometry problems. *Journal of Physics: Conference Series*, *1521*(3), 032058. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032058

Nasrianti, A., Tahmir, S., & Upu, H. (2024). Students' Creative Thinking Ability in Solving Mathematical Problems. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, *12*(02), 3206–3208. https://doi.org/10.18535/ijsrm/v12i02.el05

Nasution, T. K., Sinaga, B. A., & Surya, E. (2017). An Analysis of Syudent's Mathematical Creative Thinking Ability Senior High School on Geometry. *IJARIIE–ISSN (O)–2395–4396*, *3*(2), 3860–3866.

Navarro S, A., & Maldonado, A. (2007). Research Methods in Education. Sixth Edition—By Louis Cohen, Lawrence Manion and Keith Morrison. *British Journal of Educational Studies*, *55*(4), 469–470. https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2007.00388_4.x

Nehru, R. S. S. (2016). Corporate social responsibility & education for sustainable development. *International Research Journal of Engineering, IT and Scientific Research*, *2*(3), 72–81.

Neubauer, B. E., Witkop, C. T., & Varpio, L. (2019). How phenomenology can help us learn from the experiences of others. *Perspectives on Medical Education*, *8*(2), 90–97. https://doi.org/10.1007/s40037-019-0509-2

Noor, N., & Alghadari, F. (2021). Case of Actualizing Geometry Knowledge in Abstraction Thinking

Level for Constructing a Figure. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, *8*(1), Article 1. https://doi.org/10.17278/ijesim.797749

Novalia, H., & Noer, S. H. (2019). Pengembangan modul pembelajaran matematika dengan strategi PQ4R untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kemandirian belajar siswa SMA. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, *12*(1), Article 1. https://doi.org/10.30870/jppm.v12i1.4854

Novita, R., Prahmana, R. C. I., Fajri, N., & Putra, M. (2018). Penyebab kesulitan belajar geometri dimensi tiga. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *5*(1), 18. https://doi.org/10.21831/jrpm.v5i1.16836

Novita, R., Putra, M., Rosayanti, E., & Fitriati, F. (2018). Design learning in mathematics education: Engaging early childhood students in geometrical activities to enhance geometry and spatial reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, *1088*(1), 012016. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012016

Novitasari, D., Risfianty, D. K., Triutami, T. W., Wulandari, N. P., & Tyaningsih, R. Y. (2021). The relation between spatial reasoning and creativity in solving geometric problems. *Journal of Physics: Conference Series*, *1776*(1), 012007. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012007

Nur'aini, I. L., Harahap, E., Badruzzaman, F. H., & Darmawan, D. (2017). Pembelajaran Matematika Geometri Secara Realistis Dengan GeoGebra. *Matematika: Jurnal Teori Dan Terapan Matematika*, *16*(2), Article 2. https://doi.org/10.29313/jmtm.v16i2.3900

Nurdyansyah, N., & Fahyuni, E. F. (2016). *Inovasi Model Pembelajaran Sesuai Kurikulum 2013*. Nizamia Learning Center. http://eprints.umsida.ac.id/296/

OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*.

OECD. (2019). *OECD Skills Outlook 2019: Thriving in a Digital World*. OECD. https://doi.org/10.1787/df80bc12-en

Ohanu, I. B., & Chukwuone, C. A. (2018). Constraints to the use of online platform for teaching and learning technical education in developing countries. *Education and Information Technologies*, *23*(6), 3029–3045. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9757-8

Pang, M. F. (2008). *Using the learning study grounded on the variation theory to improve students' mathematical understanding*. http://hub.hku.hk/handle/10722/63077

Parke, M. B. (1966). Teaching Materials and Their Implementation. *Review of Educational Research*, *36*(3), 380. https://doi.org/10.2307/1169798

Pasani, C. F. (2019). Analyzing Elementary School Students Geometry Comprehension Based on Van Hiele's Theory. *Journal of Southwest Jiaotong University*, *54*(5), Article 5. https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.54.5.31

Patsiomitou, S. (2018). *Patsiomitou, S. (2018b). An 'Alive' DGS Tool for Students' Cognitive Development. International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT). 11 (1). Pp. 35-54. 11*, 35–54.

Pearson, A. T. (2016). *The Teacher: Theory and Practice in Teacher Education*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315531373

Phonapichat, P., Wongwanich, S., & Sujiva, S. (2014). An Analysis of Elementary School Students'

Difficulties in Mathematical Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 3169–3174. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.728

Piselli, A., Dastoli, C., Santi, R., & Del Curto, B. (2018). Design Tools in Materials Teaching: Bridging The Gap Between Theoretical Knowledge and Professional Practice. *DS 93: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2018), Dyson School of Engineering, Imperial College, London. 6th - 7th September 2018*, 193–198.

Plucker, J. A., & Renzulli, J. S. (1999). *Psychometric approaches to the study of human creativity*. *In R. J. Sternberg (Ed.), Handbook of creativity*. Cambridge University Press.

Poggenpohl, S., Chayutsahakij, P., & Jeamsinkul, C. (2004). Language definition and its role in developing a design discourse. *Design Studies*, *25*(6), 579–605. https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.02.002

Polya, G. (1962). *Mathematical discovery*, *1962*. John Wiley & Sons.

Praetorius, A.-K., & Charalambous, C. Y. (Eds.). (2023). *Theorizing Teaching: Current Status and Open Issues*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25613-4

Prastowo, A. (2012). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. *Journal of Chemical Information and Modeling*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Prastowo, A. (2014). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. In *Yogyakarta: Diva Press*.

Purwanto, D. (2007). *Pengembangan Modul*. Pendidikan PUSTEKKOM Departemen Pendidikan Nasional.

Putri, V. S. R. (2013). Dentifikasi Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif (TKBK) Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Open Ended Pada Materi Segiempat Di Kelas VIII SMP. *MATHEdunesa*, *2*(2). https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v2n2.p%p

Raharjo, I., Rasiman, R., & Untari, M. F. A. (2021). Faktor Kesulitan Belajar Matematika Ditinjau dari Peserta Didik. *Journal for Lesson and Learning Studies*, *4*(1), Article 1. https://doi.org/10.23887/jlls.v4i1.27934

Rahmadani, H., Roza, Y., & Murni, A. (2018). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Matematika Berbasis Teknologi Informasi di SMA IT Albayyinah Pekanbaru. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, *1*(1), Article 1. https://doi.org/10.24014/juring.v1i1.5230

Rahman, M. A. (2020). Design of teaching material for problem-based learning to improve creative thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(2), 559–565. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080227

Rahman, R. (2012b). Hubungan Antara Self-Concept Terhadap Matematika Dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa. *Infinity Journal*, *1*(1), Article 1. https://doi.org/10.22460/infinity.v1i1.p19-30

Rajashekharaiah, K. M. M., Pawar, M., Patil, M. S., Kulenavar, N., & Joshi, G. H. (2016). Design Thinking Framework to Enhance Object Oriented Design and Problem Analysis Skill in Java Programming Laboratory: An Experience. *2016 IEEE 4th International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)*, 200–205. https://doi.org/10.1109/MITE.2016.048

Ramadani, I. & Kusnandi. (2019). Investigating undergraduate students' mathematical creative thinking skill in social arithmetic problem. *Journal of Physics: Conference Series*, *1211*, 012063. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1211/1/012063

Ramdani, M., & Apriansyah, D. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman dan Berfikir Kreatif Matematik Siswa MTs pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *2*(2), 1–7. https://doi.org/10.31004/cendekia.v2i2.46

Reigeluth, C. M. (Ed.). (1999). *Instructional-design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory, Volume II*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781410603784

Ricard, V. B. (1990). Techniques: Developing Learning Modules for Adults. In *Journal of Adult Education* (Vol. 18, Issue 2). https://eric.ed.gov/?id=ED336560

Ritchie, J., Lewis, J., Lewis, P. of S. P. J., Nicholls, C. M., & Ormston, R. (2013). *Qualitative Research Practice: A Guide for Social Science Students and Researchers*. SAGE.

Ritter, S. M., Gu, X., Crijns, M., & Biekens, P. (2020). Fostering students' creative thinking skills by means of a one-year creativity training program. *PLOS ONE*, *15*(3), e0229773. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229773

Robinson, S. (2013). The Interview. In *The International Encyclopedia of Media Studies* (pp. 135–154). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781444361506.wbiems176

Rohman, K., Turmudi, T., Budimansyah, D., & Syaodih, E. (2023). Development of a Productive Disposition Skills Instrument for Elementary

School Students. *Jurnal Elementaria Edukasia*, *6*(2), 650–660. https://doi.org/10.31949/jee.v6i2.5259

Romey, W. D. (1970). What Is Your Creativity Quotient? *School Science and Mathematics*, *70*(1), 3–8. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1970.tb08557.x

Rudyanto, H. E. (2016). Model discovery learning dengan pendekatan saintifik bermuatan karakter untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, *4*(01).

Runco, M. A. (2017). Comments on Where the Creativity Research Has Been and Where Is It Going. *The Journal of Creative Behavior*, *51*(4), 308–313. https://doi.org/10.1002/jocb.189

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

Rusyda, N. A., Kusnandi, K., & Suhendra, S. (2017). A Cognitive Analysis of Students' Mathematical Problem Solving Ability on Geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, *895*(1), 012081. https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012081

Ruzikulova, N. S. (2021). Formation Of Students 'Skills To Work With Learning Materials. *CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS*, *2*(09), Article 09. https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-02-09-24

Satriawan, S., & Wutsqa, D. U. (2013). Keefektifan Pembelajaran Dengan Sumber Belajar Interaktif Berbasis Komputer Ditinjau Dari Motivasi Dan Prestasi Belajar Matematika. *PYTHAGORAS : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*,

8(2), Article 2. https://doi.org/10.21831/pg.v8i2.8949

Saunders, M. N. K., & Townsend, K. (2016). Reporting and Justifying the Number of Interview Participants in Organization and Workplace Research. *British Journal of Management*, *27*(4), 836–852. https://doi.org/10.1111/1467-8551.12182

Schär, F., & Kendzia, M. J. (2019). Developing World-Class Teamwork skills – an Applied Approach. *International Journal of Current Science Research and Review*, *2*(7), 49–60.

Schmidt, W. H., & Prawat, R. S. (2006). Curriculum coherence and national control of education: Issue or non-issue? *Journal of Curriculum Studies*, *38*(6), 641–658. https://doi.org/10.1080/00220270600682804

Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education*, *196*(2), 1–38. https://doi.org/10.1177/002205741619600202

Seago, N. M., Jacobs, J. K., Heck, D. J., Nelson, C. L., & Malzahn, K. A. (2014). Impacting teachers' understanding of geometric similarity: Results from field testing of the Learning and Teaching Geometry professional development materials. *Professional Development in Education*, *40*(4), 627–653. https://doi.org/10.1080/19415257.2013.830144

Seah, R. (2015). Understanding Geometric Ideas: Pre-Service Primary Teachers' Knowledge as a Basis for Teaching. In *Mathematics Education Research Group of Australasia*. Mathematics Education Research Group of Australasia. https://eric.ed.gov/?id=ED572510

Selman, E., & Tapan-Broutin, M. S. (2018). Teaching Symmetry in the Light of Didactic Situations. *Journal of Education and Training Studies*, *6*, 139–146.

Senel, M., & Bagçeci, B. (2019). Development of Creative Thinking Skills of Students through Journal Writing. *International Journal of Progressive Education*, *15*(5), 216–237.

Setiadi, D. R., Suryadi, D., & Mulyana, E. (2017). Didactical Design Enrichment of Angle in Geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, *895*(1), 012060. https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012060

Setialesmana, D. (2017). Mathematical difficulties learners in solving creative thinking in the geometry abilitiy. *Proceeding 10th ADRI 2017 International Multidisciplinary Conference and Call for Paper, Batam, March 3-4, 2017*, 5.

Setyawan, F., Kristanto, Y. D., & Ishartono, N. (2018). Preparing In-Service Teacher Using Dynamic Geometry Software. *International Journal of Engineering & Technology*, *7*(4.30), 367. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.30.22317

Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky's sociocultural approach for teachers' professional development. *Cogent Education*, *3*(1), 1252177. https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1252177

Shields, R., & Chugh, R. (2018). Preparing Australian High School Learners with 21st Century Skills. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 1101–1106. https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615207

Shouting, S., Wei, S., & Tong, Z. (2003). 8—"Mathematics Contest in Modelling" Problems from Practice. In Q.-X. Ye, W. Blum, K. Houston,

& Q.-Y. Jiang (Eds.), *Mathematical Modelling in Education and Culture* (pp. 93–98). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857099556.2.93

Shulman, L. S. (2013). Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Journal of Education*, *193*(3), 1–11. https://doi.org/10.1177/002205741319300302

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, *3*(29), 75–80. https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x

Sinclair, M. P. (2003). Some implications of the results of a case study for the design of pre-constructed, dynamic geometry sketches and accompanying materials. *Educational Studies in Mathematics*, *52*(3), 289–317. https://doi.org/10.1023/A:1024305603330

Siregar, N. U., Pulungan, F. K., Thahara, M., Dalimunthe, N. F., Fakhri, N., Herawati, N., Rahmawati, A., & Saragih, R. M. B. (2023). Penerapan Aplikasi Geogebra pada Pembelajaran Matematika. *Journal on Education*, *5*(3), Article 3. https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1602

Siswono, T. Y. E. (2010). Leveling students' creative thinking in solving and posing mathematical problem. *Journal on Mathematics Education*, *1*(1), 17–40. https://doi.org/10.22342/jme.1.1.794.17-40

Siswono, T. Y. E. (2011). Level of student's creative thinking in classroom mathematics. *Educational Research and Reviews*, *6*(7), 548–553.

Slegers, K., Duysburgh, P., & Jacobs, A. (2013). The 'Relay Ideation' Technique: Moving from Problem Understanding to Problem Solving in the Design Process. In P. Kotzé, G. Marsden, G.

Lindgaard, J. Wesson, & M. Winckler (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013* (Vol. 8120, pp. 651–658). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40498-6_57

Smith, C. M., & Staudt W, K. B. (2023). A Model for Culturally Sustaining Instructional Design. *The Journal of Applied Instructional Design*, *12*(2), 13–29. https://doi.org/10.59668/722.13027

Smith, J. A., Flowers, P., & Larkin, M. (2009). *Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research*. SAGE Publications Ltd.

Smith, J. A., & Nizza, I. E. (2022). *Essentials of interpretative phenomenological analysis.* American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0000259-000

Solso, R. L., MacLin, M. K., & MacLin, O. H. (2005). *Cognitive psychology, 7th ed* (pp. xxi, 602). Pearson Education New Zealand.

Soulé, H., & Warrick, T. (2015). Defining 21st century readiness for all students: What we know and how to get there. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *9*(2), 178–186. https://doi.org/10.1037/aca0000017

Sriraman, B. (2004). The Characteristics of Mathematical Creativity. *The Mathematics Educator*, *14*(1), 19–34.

Stead-Dorval, D. J. T., Scott G. Isaksen, K. Brian. (2023). *Creative Problem Solving: An Introduction* (4th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003419327

Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell. *Mathematical*

Thinking and Learning, *10*(4), 313–340. https://doi.org/10.1080/10986060802229675

Sternberg, R. (2015). Multiple intelligences in the new age of thinking. In *Handbook of Intelligence: Evolutionary Theory, Historical Perspective, and Current Concepts* (pp. 229–241). https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1562-0_16

Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. CUP Archive.

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, *51*(7), 677–688. https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.7.677

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1998). The Concept of Creativity: Prospects and Paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 3–15). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511807916.003

Stigler, J. W., & Hiebert, J. (2009). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. Simon and Schuster.

Stillwell, J. (2001). *Elements of Algebra: Geometry, Numbers, Equations*. Springer Science & Business Media.

Stolze, R., Stanley, J., & Cercel, L. (2015). *Translational Hermeneutics: The First Symposium*. Zeta Books.

Stones, E. (2017). *Psychology of Education: A pedagogical approach*. Routledge.

Subanji, S., Nusantara, T., Sukoriyanto, S., & Atmaja, S. (2023). Student's creative model in solving mathematics controversial problems. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, *42*(2), 310–326. https://doi.org/10.21831/cp.v42i2.55979

Suddick, K. M., Cross, V., Vuoskoski, P., Galvin, K. T., & Stew, G. (2020). The Work of Hermeneutic Phenomenology. *International Journal of*

Qualitative Methods, *19*, 1609406920947600. https://doi.org/10.1177/1609406920947600

Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta.

Sungkono, S. (2009). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, *1*, 219922.

Suparman, T., & Zanthy, L. S. (2019). Analisis Kemampuan Beripikir Kreatif Matematis Siswa SMP. *Journal on Education*, *1*(2), Article 2. https://doi.org/10.31004/joe.v1i2.104

Supriadi, D. (2016). *Kreativitas, Kebudayaan & Perkembangan Iptek*. Alfafebeta. http://repo.iainbatusangkar.ac.id/xmlui/handle/123456789/5278

Sural, I. (2017). *21ST Century Skills Level Of Teacher Candidates*. *3*(8). https://doi.org/10.5281/zenodo.841863

Suryadi, D. (2005). *Penggunaan pendekatan pembelajaran pembelajaran tidak langsung serta pendekatan gabungan langsung dan tidak langsung dalam rangka meningkatkan kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi siswa SLTP*. [Phd, Universitas Pendidikan Indonesia]. http://repository.upi.edu

Syahputra. (2011). *Peningkatan Kemampuan Spasial dan Disposisi berpikir kreatif siswa SMP dengan Pendekatan PMRI pada Pembelajaran Geometri Berbantuan Komputer*.

Syahrin, A., Dawud, Suwignyo, H., & Priyatni, E. T. (2019). Creative Thinking Patterns In Student‘s Scientific Works. *Eurasian Journal of Educational Research*, *19*(81), Article 81.

Syahrir, S., Kusnadin, K., & Nurhayati, N. (2013). Analisis Kesulitan Pemahaman Konsep Dan Prinsip Materi Pokok Dimensi Tiga Siswa Kelas

Xi Smk Keperawatan Yahya Bima. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, *1*(1), 89. https://doi.org/10.33394/j-ps.v1i1.522

Tall, D. (1991). *Advanced Mathematical Thinking*. Springer Science & Business Media.

Tandiseru, S. R. (2015). The Effectiveness of Local Culture-Based Mathematical Heuristic-KR Learning towards Enhancing Student's Creative Thinking Skill. *Journal of Education and Practice*, *6*(12), 74–81.

Taylor, P. C., Fraser, B. J., & Fisher, D. L. (1997). Monitoring constructivist classroom learning environments. *International Journal of Educational Research*, *27*(4), 293–302. https://doi.org/10.1016/S0883-0355(97)90011-2

Temel, K. (2016). Effects of using dynamic mathematics software on pre-service mathematics teachers spatial visualization skills: The case of spatial analytic geometry. *Educational Research and Reviews*, *11*(7), 449–458. https://doi.org/10.5897/ERR2016.2686

Thompson, P. W. (2020). Constructivism in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 127–134). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_31

Thorne, S. (2016). *Interpretive Description: Qualitative Research for Applied Practice* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315545196

Tomlinson, B. (2011). *Materials Development in Language Teaching*. Cambridge University Press.

Tomlinson, B. (2012). Materials development for language learning and teaching. *Language*

Teaching, *45*(2), 143–179. https://doi.org/10.1017/S0261444811000528

Tomlinson, B. (2017). Materials Evaluation and Design for Language Teaching (second edition). *ELT Journal*, *71*(4), 529–531. https://doi.org/10.1093/elt/ccx039

Tomlinson, B. (2023). *Developing Materials for Language Teaching*. Bloomsbury Publishing.

Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Erratum to: Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, *65*(3), 577–577. https://doi.org/10.1007/s11423-016-9492-z

Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Personnel Press.

Tracy, S. J. (2019). *Qualitative Research Methods: Collecting Evidence, Crafting Analysis, Communicating Impact*. John Wiley & Sons.

Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E. C., & Shepardson, C. (2002). Assessing Creativity: A Guide for Educators. *National Research Center on the Gifted and Talented*.

Twining, P., Raffaghelli, J., Albion, P., & Knezek, D. (2013). Moving education into the digital age: The contribution of teachers' professional development. *Journal of Computer Assisted Learning*, *29*(5), 426–437. https://doi.org/10.1111/jcal.12031

Tze Kiong, T., Mohd.Rusly, N. S., Abd Hamid, R. I., Charanjit Kaur Swaran, S., & Hanapi, Z. (2022). Inventive Problem-Solving in Project-Based Learning on Design and Technology: A Needs Analysis for Module Development. *Asian Journal*

of University Education, *18*(1), 271. https://doi.org/10.24191/ajue.v18i1.17196

Ulfah, U., Prabawanto, S., & Jupri, A. (2017). Students' mathematical creative thinking through problem posing learning. *Journal of Physics: Conference Series*, *895*(1), 12097.

Umamah, N., Sumardi, Marjono, Surya, R. A., & Muffida, E. (2021). Teachers' ability analysis of developing innovative instructional design. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *747*(1), 012070. https://doi.org/10.1088/1755-1315/747/1/012070

Umar, A., & Ahmad, N. Q. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Calon Guru Matematika. *Jurnal As-Salam*, *3*(1), 36–47.

Utami, S., Usodo, B., & Pramudya, I. (2019). Level of Students' Creative Thinking in Solid Geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, *1227*(1), 012023. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012023

Uygun, T. (2022). Preservice Middle School Mathematics Teachers' Development of Flexibility and Strategy Use by Geometric Thinking in Dynamic Geometry Environments. *Participatory Educational Research*, *9*(5), 183–203. https://doi.org/10.17275/per.22.110.9.5

Vale, I., Pimentel, T., & Barbosa, A. (2018). The Power of Seeing in Problem Solving and Creativity: An Issue Under Discussion. In N. Amado, S. Carreira, & K. Jones (Eds.), *Broadening the Scope of Research on Mathematical Problem Solving* (pp. 243–272). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99861-9_11

Van, der W. J. L. (2008). The validation of language tests. *Stellenbosch Papers in Linguistics*, *38*(1), 191–204. https://doi.org/10.10520/EJC142031

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Wijaya, T., Zhou, Y., Ware, A., & Hermita, N. (2021). Improving the Creative Thinking Skills of the Next Generation of Mathematics Teachers Using Dynamic Mathematics Software. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *16*(13), 212–226.

Wöller, S., & Reinhold, S. (2017, February). Children's block-building: How do they express their knowledge of geometrical solids? *CERME 10*. https://hal.science/hal-01925483

Wyatt-Smith, C. M., & Cumming, J. J. (2009). Educational assessment in the 21st century: Connecting theory and practice. *Null*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9964-9

Yaniawati, P., Kariadinata, R., Sari, N. M., Pramiarsih, E. E., & Mariani, M. (2020a). Integration of e-learning for mathematics on resource-based learning: Increasing mathematical creative thinking and self-confidence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *15*(6), 60–78. https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.11915

Yanti, Y., Sumarni, S., & Adiastuty, N. (2019). Pengembangan perangkat pembelajaran pada materi segiempat melalui pendekatan open-ended untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, *5*(2), 145–159.

Zaree, A., & Wieczorek, U. (2007). Lack of Mathematical Knowledge and Skills of Students as a Problem for the Further Development of Modern Quantitative Geography. *2007 IEEE Meeting the Growing Demand for Engineers and Their Educators 2010-*

2020 International Summit, 50 Papers, 1–9. https://doi.org/10.1109/MGDETE.2007.4760350

Zhao, S. (2022). Problem-based teaching design in engineering mathematical analysis course. *Journal of Advances in Mathematics, 21*, 32–34. https://doi.org/10.24297/jam.v21i.9199

Zhu, F., & Xu, B. (2023). The Role of Dynamic Geometry Software in Teacher–Student Interactions: Stories from Three Chinese Mathematics Teachers. *Sustainability*, *15*(9), 7660. https://doi.org/10.3390/su15097660

Abad 21 : Merujuk pada periode waktu saat ini (abad ke-21) yang ditandai dengan perkembangan teknologi, informasi, dan pendidikan yang cepat serta tantangan global seperti Revolusi Industri 4.0.

Abundance Era : Sebuah era yang ditandai oleh kelimpahan sumber daya dan perkembangan teknologi yang pesat. Era ini memerlukan kemampuan berpikir kreatif, karena tantangan yang dihadapi semakin kompleks dan dinamis, terutama dalam dunia digital.

Accepting and using criticism: Kemampuan untuk menerima kritik dengan terbuka dan menggunakannya untuk meningkatkan hasil atau proses pemikiran.

Analogi : Penggunaan perbandingan atau kesamaan antara dua hal yang berbeda untuk memahami atau menyelesaikan masalah.

Bahan Ajar Digital: Materi pembelajaran yang disajikan dalam format digital, yang dapat diakses melalui berbagai perangkat, dan dapat berupa teks, gambar, video, atau kombinasi dari berbagai media.

Berpikir divergen : Kemampuan untuk menghasilkan berbagai solusi atau pendekatan untuk satu masalah, berfokus pada kreativitas dan fleksibilitas berpikir.

Berpikir Divergen : Proses menghasilkan banyak solusi atau ide dari satu stimulus, berfokus pada variasi dan kemungkinan yang lebih luas.

Berpikir konvergen: Kemampuan untuk mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber untuk menemukan satu jawaban yang benar, berfokus pada logika dan analisis.

Berpikir Kreatif : Proses mental untuk membangun dan mengembangkan ide-ide

Berpikir Kritis : Kemampuan untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan membuat keputusan berdasarkan bukti yang ada. Dalam pendidikan matematika, berpikir kritis memungkinkan siswa untuk menghadapi dan menyelesaikan masalah dengan cara yang logis dan terstruktur.

Bibliometric : Metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi literatur ilmiah dan tren penelitian dalam bidang tertentu menggunakan data bibliografi, seperti artikel jurnal dan publikasi ilmiah lainnya.

Calon Guru Matematika: Individu yang sedang mempersiapkan diri untuk menjadi pengajar di bidang matematika, baik melalui pendidikan formal maupun pelatihan di institusi pendidikan.

Connecting ideas: Kemampuan untuk menghubungkan ide atau konsep yang tampaknya tidak berhubungan untuk menemukan solusi baru.

Contextual Teaching and Learning (CTL): Pendekatan pembelajaran yang mengaitkan materi pelajaran dengan konteks kehidupan nyata, mendorong siswa untuk memahami materi dengan cara yang relevan dengan pengalaman mereka.

Curiosity : Rasa ingin tahu yang mendorong seseorang untuk mengeksplorasi dan mencari solusi untuk masalah yang belum terpecahkan.

DGS (*Dynamic Geometry Software*): Perangkat lunak geometri dinamis yang memungkinkan pengguna untuk membuat dan memanipulasi objek geometri secara interaktif, seperti GeoGebra.

Digitalisasi Pembelajaran: Proses penggunaan teknologi digital dalam proses pendidikan, yang memungkinkan pembelajaran dilakukan secara online atau dengan bantuan perangkat digital lainnya. Digitalisasi ini memiliki dampak besar dalam memfasilitasi pembelajaran yang lebih fleksibel dan aksesibel.

Elaboration: Kemampuan untuk memperluas atau mengembangkan ide-ide yang ada menjadi lebih kompleks atau rinci.

Fishbone Diagram: Diagram sebab-akibat yang digunakan untuk menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi suatu masalah atau fenomena, sering digunakan dalam analisis masalah dalam penelitian.

Fleksibilitas (flexibility): Kemampuan untuk berpikir dan menyelesaikan masalah dengan berbagai cara atau pendekatan.

Flexibility : Kemampuan untuk melihat masalah atau situasi dari berbagai sudut pandang atau pendekatan yang berbeda.

Fluency : Kemampuan untuk menghasilkan banyak ide atau solusi yang berbeda untuk suatu masalah, yang merupakan aspek dari berpikir divergen.

Fluency : Kemampuan untuk menghasilkan ide-ide atau solusi dalam jumlah yang banyak dan cepat. Dalam konteks berpikir kreatif matematis, fluency mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan berbagai solusi atau ide dalam waktu singkat.

Free Economy and Sharing Economy: Sistem ekonomi yang ditandai oleh pembagian sumber daya dan layanan antara individu atau kelompok dengan menggunakan platform digital, tanpa batasan tradisional, yang merupakan dampak dari era teknologi digital yang berkembang pesat.

GeoGebra : Software geometri dinamis yang memungkinkan pengguna untuk menggambar dan memanipulasi objek-objek geometris secara interaktif, serta digunakan untuk memperkuat pembelajaran matematika, khususnya geometri.

Geometri : Cabang matematika yang berkaitan dengan bentuk, ukuran, dan sifat

ruang serta objek-objek dalam ruang tersebut.

Imitasi : Tingkat di mana individu meniru suatu metode atau solusi meskipun mereka tidak benar-benar memahaminya.

Inovasi : Proses menciptakan ide atau solusi baru yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah atau meningkatkan efektivitas dalam suatu situasi.

Interaktif : Proses atau aktivitas yang melibatkan partisipasi aktif dari siswa dalam pembelajaran, misalnya melalui penggunaan teknologi yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan materi ajar.

Kebaruan : Kemampuan untuk mengajukan ide atau solusi yang berbeda dan orisinal.

Kecerdasan Linguistik: Kecerdasan yang melibatkan kemampuan untuk menggunakan bahasa secara efektif, baik secara lisan maupun tulisan.

Kecerdasan Logis-Matematis: Kecerdasan yang berkaitan dengan kemampuan untuk berpikir logis, memecahkan masalah, dan berpikir abstrak dalam konteks matematika.

Kecerdasan Spasial: Kecerdasan yang melibatkan kemampuan untuk berpikir dalam bentuk gambar dan memahami dunia spasial (ruang dan dimensi).

Kecerdasan Triarkis: Teori yang dikembangkan oleh Robert Sternberg yang mencakup tiga jenis kecerdasan: analitis, kreatif, dan praktis.

Keterampilan Pemecahan Masalah: Kemampuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menemukan solusi atas berbagai masalah yang dihadapi, baik dalam konteks matematika maupun kehidupan sehari-hari.

Keterampilan Visualisasi Geometri: Kemampuan untuk membayangkan, menggambar, dan memahami konsep-konsep geometris dalam bentuk visual, yang penting dalam pembelajaran geometri.

Keterampilan: Bakat atau kemampuan yang diperoleh melalui latihan dan pengalaman untuk melakukan tugas tertentu dengan baik.

Kombinasi: Penggabungan beberapa metode atau solusi untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks.

Kompetensi Matematis: Kemampuan siswa dalam menerapkan konsep, prosedur, fakta, dan algoritma matematika dalam situasi yang berbeda. Kompetensi ini melibatkan pemahaman yang mendalam dan kemampuan untuk memecahkan masalah matematis.

Konsep Kongruen : Konsep dalam geometri yang berkaitan dengan dua objek yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama, meskipun posisinya berbeda.

Konstruksi : Menciptakan atau merancang metode baru untuk menyelesaikan masalah yang belum pernah ada sebelumnya.

Kurikulum 2013 : Kurikulum pendidikan yang diterapkan di Indonesia mulai tahun 2013 yang bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang

kompeten dalam aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap, dengan penekanan pada pembelajaran yang aktif dan berbasis pada karakter.

Kurikulum Merdeka: Penyempurnaan dari Kurikulum 2013 yang diberlakukan di Indonesia untuk memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam pembelajaran dan memungkinkan pemulihan dari dampak pandemi, serta mempersiapkan siswa untuk tantangan abad 21.

Matematika : Ilmu universal yang mempelajari pola, hubungan, dan pemecahan masalah menggunakan bilangan dan logika.

Materi Ajar: Bahan yang digunakan dalam pengajaran untuk memfasilitasi pembelajaran, termasuk buku, lembar kerja, dan media lainnya.

Metode *Open-Ended*:Pendekatan pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk menemukan berbagai solusi atau jawaban terhadap suatu masalah, tanpa batasan yang ketat pada cara atau hasil yang diperoleh.

Modifikasi : Proses mengubah atau menyesuaikan metode atau prosedur yang ada agar sesuai dengan situasi baru.

Orisinalitas : Keaslian suatu ide atau produk yang belum pernah ada sebelumnya.

Pemikiran Divergen : Jenis pemikiran yang menghasilkan berbagai ide atau solusi yang berbeda dari satu masalah, berfokus pada banyak kemungkinan jawaban.

Pemikiran Kreatif : Proses berpikir yang menghasilkan ide atau solusi baru yang tidak biasa, serta kemampuan untuk melihat berbagai kemungkinan dari suatu masalah atau situasi.

Penalaran Deduktif : Proses berpikir yang bergerak dari premis umum menuju kesimpulan yang lebih spesifik, sering digunakan dalam pembuktian matematis dan logika formal.

Pendekatan Saintifik :Metode pembelajaran yang melibatkan proses mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan.

PISA (*Program for International Student Assessment*): Penilaian internasional yang dilakukan oleh OECD untuk mengukur kemampuan siswa berusia 15 tahun dalam membaca, matematika, dan sains, serta mengkaji bagaimana siswa menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi kehidupan nyata.

Problem Posing : Proses pembuatan atau pengajuan masalah oleh siswa atau guru untuk merangsang pemikiran kritis dan kreatif dalam pembelajaran matematika.

Problem Solving : Proses atau keterampilan yang digunakan untuk mencari solusi atas masalah yang dihadapi, terutama dalam konteks matematika. Problem solving melibatkan analisis, strategi, dan eksekusi solusi yang tepat.

Revolusi Industri 4.0: Perubahan besar dalam cara kita bekerja dan berinteraksi, yang

ditandai dengan perkembangan teknologi canggih seperti internet of things (IoT), big data, dan kecerdasan buatan (AI) yang mengubah lanskap industri dan pendidikan.

Risk appetite : Kemampuan atau kesiapan seseorang untuk mengambil risiko dalam mencari solusi atau pemecahan masalah.

Semi-Produktif : Tahap di mana individu mulai menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari dan mengadaptasi solusi untuk masalah yang lebih kompleks.

Situasi Aksi : Tahap dalam TDS di mana siswa terlibat dalam pengalaman belajar secara langsung, seperti mengamati, berinteraksi, atau bereksperimen dengan objek matematis.

Situasi Formulasi : Tahap dalam TDS yang mencakup pengembangan dan perumusan objek matematis baru oleh siswa, seperti konsep, aturan, atau teori matematis.

Situasi Institusionalisasi: Tahap dalam TDS yang terjadi setelah validasi, di mana pengetahuan yang baru ditemukan diterima dan diterapkan dalam konteks yang lebih luas atau berbeda, serta menjadi bagian dari pengetahuan yang diakui.

Situasi Validasi : Proses dalam TDS di mana hasil dari aksi dan formulasi diuji atau divalidasi dalam diskusi kelompok, baik dengan guru atau teman sejawat, untuk memastikan kebenaran atau ketepatannya.

Skill Gap : Kesenjangan antara keterampilan yang dimiliki oleh individu dengan keterampilan yang dibutuhkan oleh pasar kerja atau sistem pendidikan. Dalam konteks ini, skill gap merujuk pada kekurangan keterampilan berpikir kreatif matematis di kalangan siswa.

Solusi alternatif : Solusi atau jawaban yang berbeda untuk suatu masalah yang dapat diterima atau dipertimbangkan.

Sumber Daya Manusia (SDM): Individu yang menjadi aset organisasi atau masyarakat dengan keterampilan dan pengetahuan tertentu.

Taksonomi Bloom : Kerangka yang digunakan untuk mengklasifikasikan tujuan pembelajaran ke dalam berbagai level kognitif.

Teknologi Instruksional: Teknologi yang digunakan dalam proses pendidikan untuk membantu dalam penyampaian materi ajar dan memfasilitasi interaksi belajar siswa, seperti perangkat lunak atau platform pembelajaran digital.

Teorema dan Postulat Geometri: Pernyataan atau prinsip yang telah dibuktikan benar (teorema) atau diterima sebagai dasar dalam teori geometri (postulat), yang digunakan untuk mengembangkan argumen dan bukti lebih lanjut.

Teorema Geometri : Pernyataan matematika yang telah dibuktikan kebenarannya dan digunakan dalam menyelesaikan masalah terkait bentuk dan ruang.

Teori Struktur Intelegensia (SOI): Teori yang dikembangkan oleh Guilford, yang memandang kecerdasan sebagai kemampuan yang terdiri dari tiga dimensi: operasi, konten, dan produk.

The Torrance Test of Creative Thinking (TTCT): Alat ukur yang digunakan untuk menilai kemampuan berpikir kreatif, dengan fokus pada tiga komponen utama: kefasihan, fleksibilitas, dan kebaruan.

Theory of Didactical Situations (TDS): Teori yang dikembangkan oleh Guy Brousseau, yang berfokus pada perancangan situasi belajar matematika yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan membangun pemahaman mereka sendiri tentang konsep matematika.

Thinking unconventionally: Berpikir dengan cara yang tidak biasa atau tidak terikat pada aturan atau pola pikir yang ada.

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*): Studi internasional yang mengukur prestasi siswa dalam bidang matematika dan sains. TIMSS memberikan gambaran tentang bagaimana prestasi pendidikan suatu negara dibandingkan dengan negara lain.

Torrance Test of Creative Thinking (TTCT): Tes yang dikembangkan oleh Paul Torrance untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif, yang dipengaruhi oleh konsep berpikir divergen dari Guilford.

Tugas Kreatif : Tugas yang dirancang untuk mendorong siswa berpikir secara kreatif dan inovatif dalam menyelesaikan masalah atau menghasilkan solusi baru yang lebih efektif.

Visual Aids : Alat bantu visual seperti gambar, diagram, atau model yang digunakan untuk memperjelas pemahaman siswa dalam belajar.

Visualisasi Matematis: Proses menggambarkan konsep matematika dalam bentuk grafis atau diagram untuk mempermudah pemahaman dan eksplorasi ide-ide matematika.

Visualization skills: Kemampuan untuk memvisualisasikan konsep atau ide dalam bentuk gambar, diagram, atau representasi lainnya yang mempermudah pemahaman.

Vygotsky's Learning Theory: Teori belajar Vygotsky yang menyatakan bahwa perkembangan kognitif anak dipengaruhi oleh interaksi sosial dan budaya, serta peran penting guru dalam proses belajar.

World Economic Forum (WEF): Organisasi internasional yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi ekonomi global. WEF merilis laporan seperti Future of Jobs Report, yang mengidentifikasi keterampilan yang diperlukan di masa depan, termasuk MCTS.

Endang Istikomah lahir di Semarang, pada tanggal 12 Juni 1987 buah hati dari Ayahanda Khamim dan Ibunda Sumiyati, merupakan anak kedua dari ketiga bersaudara. Penulis menikah dengan Maharudin, S.Hi dan memiliki dua putra bernama Rajuli Muttaqin Al Hanif dan Muhammad Murthadho Subki Al Hanif. Penulis menamatkan SD di SDN 036 di Desa Air Putih pada tahun 1999, selanjutnya menyelesaikan MTs (2002) dan MA (2005) di Pon-Pes Khairul Ummah Batu Gajah Air Molek INHU. Kemudian melanjutkan studi ke perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri SUSKA Pekanbaru-Riau Fakultas Tarbiyah, prodi Pend. Matematika dan tamat pada tahun 2009. Tahun 2011 meraih gelar master di Universitas Kebangsaan Malaysia (UKM) pada Fakultas Pendidikan, Jurusan Pendidikan Matematika. Selanjutnya, studi S3 pada Program Studi Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2021 angkatan ganjil dan tamat pada Agustus 2024. Penulis mulai mengajar pada tahun 2012 pada Universitas Abdurrab, Universitas Muhammadiyah Riau, UIN SUSKA, Universitas Pasir Pengaraian (UPP) dan STKIP Insan Madani Air Molek. Penulis menjadi dosen tetap di Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Islam Riau (UIR) Pekanbaru pada akhir 2015 sampai sekarang. Penulis juga telah banyak mempublikasikan berbagai penelitian yang berfokus pada inovasi pembelajaran matematika berbasis teknologi. Penelitiannya mencakup penggunaan GeoGebra dan

Geometer's Sketchpad untuk meningkatkan self-efficacy, regulasi diri, dan kemampuan komunikasi matematis siswa. Pengembangkan modul dan bahan ajar pembelajaran berbasis ICT untuk mengurangi kecemasan matematika, perangkat pembelajaran berbasis flipbook, dan pendekatan problem-based learning dan lain sebagainya. Buku yang telah terbit seperti matematika geometri melalui *software geometer's sketchpad* (2019), modul pembelajaran matematika berbasis ICT (2021), kalkulus 1 (2022), kalkulus 2 (2023) untuk mahasiswa teknik geologi dan masa depan pembelajaran di abad 21: keterampilan berpikir kreatif dan matematis di tengah maraknya artificial intelligence (AI) (2024).

Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M. Ed merupakan Guru Besar Pendidikan Matematika. Selama lebih dari satu dekade, ia terlibat aktif dalam merintis pengembangan dan penyebarluasan Lesson Study di Indonesia. Pengalamannya berinteraksi dengan pakar dan praktisi pendidikan dari Jepang membuka wawasannya untuk mengkaji hakikat pengajaran dan pembelajaran serta proses berpikir pendidik, Terinspirasi pemikiran hubungan triparit guru-materi ajar-siswa dalam tradisi Didaktik Eropa, pada tahun 2007 gagasan tentang metapedadidaktik mulai dikaji dan pada saat yang bersamaan gagasan tentang Didoctical Design Research (DDR) mulai dirintis sebagai pendekatan penelitian dalam merancang dan menganalisis pembelajaran. Pada tahun 2010, kedua gagasan tersebut mulai disebarluaskan dan hingga saat ini telah dihasilkan banyak hasil penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa S1, S2, dan 53 serta guru mitra di Kota Bandung. Untuk mendukung perkembangan DDR selanjutnya, ia pun bergiat membangun komunitas belajar yang melibatkan dosen, guru dan mahasiswa melalui serangkaian diskusi berkala yang dimaksudkan untuk menggali konteks sosiokultural dari pendidikan guru dan pendidikan sekolah.

Prof. Dr. H. Sufyani Prabawanto, M.Ed merupakan akademisi di bidang Pendidikan Matematika dengan rekam jejak pendidikan yang gemilang. Ia menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah di Pekalongan dan Brebes, kemudian meraih gelar Sarjana Pendidikan Matematika dari IKIP Bandung (1985), Magister dari University of Houston, USA (1995), dan Doktor dari Universitas Pendidikan Indonesia (2013). Selama kuliah, ia aktif di berbagai organisasi, seperti Senat Mahasiswa FPMIPA dan Pelajar Islam Indonesia (PII). Sebagai peneliti, Prof. Sufyani telah menerbitkan lebih dari 120 artikel terindeks Scopus dan 80 artikel terindeks Sinta, dengan fokus pada kemampuan berpikir matematis, pemecahan masalah, dan pengajaran metakognitif. Ia juga berkontribusi dalam pelatihan profesional di berbagai universitas terkemuka di Indonesia.

Dr. Elah Nurlaelah, M.Si, lahir di Sukabumi pada 23 November 1964, pernah menjabat sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) (2019-2023). Beliau menyelesaikan pendidikan S1 di IKIP Bandung dalam bidang Pendidikan Matematika pada tahun 1990, S2 di UGM Yogyakarta dalam bidang Matematika pada tahun 1997, dan S3 di UPI Bandung dengan fokus Pendidikan Matematika pada tahun 2009. Sebagai akademisi yang aktif, Dr. Elah telah terlibat dalam berbagai penelitian, di antaranya pengembangan pembelajaran berbasis teknologi seperti integrasi *Computational Thinking* pada pembelajaran aljabar serta kajian *Mathematical Socio-Humanities.* Lebih dari 30 artikel ilmiah dipublikasi dalam jurnal dan prosiding nasional maupun internasional. Topik yang dibahas meliputi pemecahan masalah matematis, kemampuan berpikir kritis dan kreatif, STEM education, implementasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Penghargaan Satyalancana Karya Satya 30 Tahun dari Presiden RI (2022) dan Dosen Berprestasi Tingkat 1 FPMIPA (2009). Penulis telah menulis beberapa buku, termasuk: Berpikir dan Disposisi Matematik serta Pembelajarannya (2013) dan Pembelajaran Geometri Berorientasi Computational Thinking (2022). Penulis juga aktif mengikuti kegiatan seminar ilmiah baik dalam maupun luar negeri.