

**IMPLEMENTATION OF THE PROJECT BASED LEARNING MODEL IN
GEOMETRY MATERIAL FOR CLASS VI ELEMENTARY SCHOOL BASED ON
VAN HIELE THEORY**

**IMPLEMENTASI MODEL PJBL DALAM MATERI GEOMETRI
KELAS VI SD BERBASIS TEORI VAN HIELE**

Nichollas Bernard Steven Julian Totti¹, Aisyah Nurul Isnaeni^{2,*}, Aulia Dita Ramadhani³,
Trimurtini⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Semarang, 50189, Semarang, Indonesia

*Corresponding Author: nurisnaisyah@students.unnes.ac.id

Naskah diterima: Januari 2023; direvisi: April 2023; disetujui: Juni 2023

ABSTRACT

The low quality of mathematics education in Indonesia, particularly geometry, is the reason for writing this article. Van Hiele's learning theory places a strong emphasis on geometry. This theory has five levels of thinking development that begin with visualization, analysis, informal deduction, deduction, and rigor and end with the characteristics of one's thinking process when learning geometry. By requiring students to create the final product through project assignments, Project Based Learning (PjBL) model is effective at piquing their interest. The goal of this article is to determine the effectiveness of the Project Based Learning model, which is based on van Hiele's theory, in influencing geometry learning in elementary schools. In order to prepare the article, a review of the literature was conducted from a variety of sources, including books and articles, on the importance of students' conceptual understanding when learning mathematics. This method includes three research processes: planning, implementation, and reporting. A selection procedure based on a literature review was used to examine articles pertinent to the research goals. In line with the Project Based Learning paradigm, which strengthens students' critical thinking and explores their knowledge through the projects they create, Van Hiele's learning theory is seen as having the potential to help students' geometric thinking abilities. Students will be capable of providing analogies, comparing, interpreting, drawing conclusions, solving geometrical problems, and understanding the connections between geometry and other fields of study. They will also possess a thorough knowledge of the principles of geometry.

Keywords: Project Based Learning, Van Hiele Theory, Geometry

ABSTRAK

Penulisan artikel dilatarbelakangi oleh rendahnya kualitas pembelajaran matematika di Indonesia, khususnya geometri. Teori belajar yang dikembangkan oleh van Hiele adalah salah satu yang menekankan pada geometri. Teori ini memiliki lima tingkat perkembangan berpikir yang dimulai dari visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi, dan rigor dengan bercirikan proses berpikir seseorang ketika belajar geometri. Model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berguna dalam membangkitkan minat siswa dengan mengharuskan

mereka untuk membuat produk akhir melalui tugas proyek. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk melihat seberapa efektif model pembelajaran Project Based Learning berdasarkan teori van Hiele dalam mempengaruhi pembelajaran geometri di sekolah dasar. Penyusunan artikel menggunakan tinjauan pustaka dari berbagai sumber baik artikel maupun buku mengenai signifikansi pemahaman siswa terhadap suatu konsep dalam pembelajaran matematika. Perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan adalah tiga proses penelitian yang termasuk dalam metode ini. Artikel-artikel yang relevan dengan tujuan penelitian ditelaah dengan menggunakan proses seleksi berdasarkan tinjauan pustaka. Teori belajar van Hiele dipandang mampu meningkatkan kemampuan berpikir geometri siswa karena lebih menitikberatkan pada peran aktif siswa selama proses pembelajaran, sesuai dengan paradigma Project Based Learning yang meningkatkan cara berpikir kritis siswa serta menggali pengetahuan mereka melalui proyek yang dibuat. Siswa akan memahami prinsip-prinsip geometri secara tepat dan mampu memberikan analogi, membandingkan, menafsirkan, membuat kesimpulan, memecahkan masalah geometri, serta melihat hubungan antara geometri dengan cabang ilmu lainnya.

Kata kunci: *Project Based Learning*, Teori Van Hiele, Geometri

PENDAHULUAN

Permasalahan pendidikan yang sering terjadi hingga saat ini yaitu rendahnya mutu pembelajaran matematika di Indonesia. Berdasarkan data PISA mengenai kemampuan matematika, Indonesia berada pada peringkat ke-73 dari 79 partisipasi OECD (2019). Kualitas pendidikan dapat dilihat dari proses pembelajarannya maupun output/lulusannya. Salah satu penyebab rendahnya mutu pembelajaran matematika di Indonesia adalah penggunaan model yang tidak sesuai dengan konteks pembelajaran.

Menyikapi permasalahan tersebut, telah dilakukan berbagai cara untuk terus meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia ini, mulai dari penambahan fasilitas sarana dan prasarana sekolah, peningkatan mutu tenaga pendidik dengan berbagai program contohnya seperti PPG, perbaikan serta inovasi kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan dan arus perkembangan zaman, serta manajemen pendidikan di sekolah masing-masing. Jika dilihat di lapangan, yaitu pada proses pembelajaran, masih banyak menggunakan model konvensional sehingga membuat siswa bosan dengan model itu terus menerus, sedangkan untuk tingkat SD membutuhkan pengalaman yang konkret untuk dapat mendapatkan pengetahuan yang lebih bermakna. Meskipun beberapa kali telah dilakukan perubahan kurikulum, namun nyatanya permasalahan masih ada dan sama hingga saat ini.

Matematika merupakan ilmu dasar bagi manusia dengan membutuhkan proses berpikir yang semakin berkembang mengikuti perkembangan zaman dalam materi maupun kegunaannya untuk meningkatkan potensi keterampilan matematika manusia maupun pembentukan karakter peserta didik mengenai pembelajaran ilmu pengetahuan matematika di dunia. Aktivitas pembelajaran matematika membutuhkan proses berpikir yang bertingkat dimulai dari identifikasi peristiwa, penggabungan informasi peristiwa, menyamakan informasi yang didapatkan, hingga menyimpulkan informasi yang telah di dapatkan berdasarkan peristiwa. Pemahaman yang menyeluruh terhadap konsep-konsep dasar matematika tentu akan memberikan hasil yang memuaskan.

Geometri adalah bagian penting dari kurikulum matematika dasar. Kemampuan berpikir logis siswa dapat dikembangkan dan ditingkatkan melalui pengajaran dan pembelajaran geometri. Geometri merupakan bagian dari materi matematika yang berhubungan erat dengan bagian-bagian lain dalam matematika maupun kehidupan sehari-hari berguna dalam bidang teknik, geografi dan bidang-bidang lainnya (Sholihah, 2017:289). Materi geometri merupakan salah satu hambatan siswa dalam memahami matematika dikarenakan kurangnya kemampuan visualisasi gambar peserta didik di Indonesia. Tujuan pembelajaran geometri yaitu mengembangkan siswa dalam rasa percaya diri mengenai

kemampuan matematika, mampu memecahkan masalah matematika dengan baik, dapat berkomunikasi menggunakan bahasa sesuai matematika, serta dapat berpikir kritis secara matematis.

Teori van Hiele adalah teori belajar yang secara khusus difokuskan pada geometri. Teori ini memberikan dua hasil: tingkat berpikir dan tahap belajar (Pasani, 2019:2). Ada lima tahap pemahaman konsep geometri siswa yang telah dikembangkan atau dirancang berdasarkan usia menurut van Hiele (Unaenah, dkk., 2020:367) yaitu tahap pengenalan, analisis, pengurutan, deduksi, dan keakuratan. Kelima tahap tersebut memiliki karakteristik tersendiri untuk mencegah masalah belajar geometri pada siswa sehingga guru harus menggunakan bahasa dan metode komunikasi yang sesuai dengan tingkat berpikir siswa.

Memfaatkan model pembelajaran inovatif yang sedang ramai digunakan dalam Kurikulum Merdeka, yaitu *Project Based Learning*, dalam pembelajaran geometri tentunya dapat membawa angin segar bagi siswa. Pembelajaran berbasis project atau *Project Based Learning* tentunya sangat berbeda dengan model konvensional/monoton yang biasanya hanya mementingkan hasil saja tanpa melihat proses atau suasana belajar yang terkesan sangat individual. Selain itu, sumber belajar yang digunakan pun monoton dan stagnan. Guru hanya berdiri di satu tempat untuk ceramah kemudian siswa terpaksa mendengarkan tanpa adanya pergerakan dan interaksi sesama.

Menurut Kim (2021:166), PjBL melibatkan peserta didik dalam empat fase kreatif: persiapan, imajinasi, pengembangan, dan tindakan. Model ini memberikan aktivitas pembelajaran dimulai dari pemberian permasalahan matematika di kehidupan nyata yang dilanjutkan dengan peserta didik diberikan kesempatan sepenuhnya dalam bekerja mandiri maupun berkelompok yang selama proses belajar akan menghasilkan karya atau produk untuk menjawab permasalahan matematika di kehidupan nyata. Siswa akan diberikan kesempatan untuk berpikir kritis dan mendalami pengetahuannya sendiri dengan harapan akan meningkatkan kualitas individu masing-masing. Produk akhir peserta didik harus memiliki sifat original (asli buatan peserta didik sendiri bukan mencontoh milik orang lain).

Model PjBL (*Project Based Learning*) memiliki ciri dalam pembelajaran matematika berupa 1) tahapan model dilakukan secara mandiri maupun berkelompok oleh peserta didik dimulai dari perencanaan, penyusunan, penyempurnaan, dan pemaparan hasil produk akhir, 2) peserta didik diberikan tanggung jawab dalam proses menghasilkan hasil produk akhir pembelajaran, 3) proses pembelajaran dalam menghasilkan hasil produk memerlukan keterlibatan peran teman, guru, orang tua, maupun masyarakat, 4) mengembangkan proses berpikir kritis peserta didik disertai, dan 5) pengaktualisasian ide maupun gagasan yang dimiliki oleh peserta didik dalam menghadapi masalah matematika di kehidupan nyata (Martati, 2022:18).

Model PjBL (*Project Based Learning*) di sekolah dasar dapat diaktualisasikan dalam pembelajaran matematika dimulai dari guru menguraikan indikator materi pembelajaran, guru memberikan pertanyaan yang menstimulasikan rasa ingin tahu siswa dihubungkan dengan materi pembelajaran matematika yang ingin dibahas dalam pembelajaran, guru menguraikan tujuan pembelajaran maupun capaian pembelajaran yang mendasari pembelajaran, guru memberikan sebuah permasalahan matematika di kehidupan nyata sesuai dengan materi pembelajaran maupun capaian pembelajaran, guru memilah peserta didik ke dalam kelompok yang memuat tiga bahkan empat peserta didik dalam setiap kelompok, peserta didik memiliki keleluasan dalam mendapatkan sumber belajar dari manapun, peserta didik menetapkan langkah-langkah dalam menghasilkan produk akhir untuk menyelesaikan permasalahan matematika di kehidupan nyata yang diberikan guru, peserta didik melakukan proses pembuatan produk akhir penyelesaian masalah matematika di kehidupan nyata yang diberikan guru, peserta didik menyusun bagian produk akhirnya

menjadi produk yang layak untuk di paparkan, peserta didik memaparkan produk akhirnya, serta guru dan peserta didik mengevaluasi pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan penulisan artikel ini adalah untuk melihat seberapa efektif model pembelajaran *Project Based Learning* dalam mempengaruhi pembelajaran geometri di sekolah dasar yang berfokus pada capaian pembelajaran matematika fase C elemen geometri, yaitu “pada akhir fase C, peserta didik dapat mengonstruksi dan mengurai bangun ruang (kubus, balok, dan gabungannya) dan mengenali visualisasi spasial (bagian depan, atas, dan samping)” berbasis teori belajar van Hiele. Guru dapat mengadopsi model pembelajaran inovatif agar sesuai dengan pembelajaran abad 21 di mana ilmu pengetahuan dan teknologi sangat ditekankan agar siswa dapat bersaing dan menjadi SDM yang berkualitas di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan artikel ini menggunakan studi literatur. Studi Literatur merupakan serangkaian metode kegiatan mengenai mengumpulkan data pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan dalam penelitian. Dalam melakukan studi literatur diperlukan referensi teori yang sesuai atau relevan dengan permasalahan apa yang sedang dibahas pada suatu tulisan. Peneliti juga menggunakan berbagai sumber jurnal artikel terkait. Mesin pencari (search engine) digital seperti : google scholar, researchgate, academia.edu, yang peneliti gunakan dalam menulis artikel ini. Dalam artikel konseptual ini juga akan membahas isu yang sedang hangat di bidang yang relevan yaitu pendidikan sehingga kami dapat memberikan argumentasi terhadap artikel yang telah dipublikasikan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Project Based Learning*

Menurut Purnomo & Mawarsari (2014) dalam Abdurahman (2022:4), *Project Based Learning* yaitu model pembelajaran berisikan proses belajar mengajar dengan menitikberatkan pada penekanan pemecahan masalah melalui usaha kolaboratif. Masih dalam Abdurahman, Wena mendefinisikan *Project Based Learning* sebagai model pembelajaran dengan melibatkan peserta didik mentransfer pengetahuan dan keterampilan melalui proses penemuan testruktur dalam tugas atau proyek. Menurut *George Lucas Educational Foundation* (2007) dalam Panjaitan (2019:12), *Project Based Learning* yaitu pendekatan dinamis dengan menitikberatkan peserta didik aktif menjelajahi tantangan dalam dunia nyata melalui proyek sehingga memperoleh pengetahuan mendalam. Masih dalam Panjaitan, menurut Sani (2014) *Project Based Learning* adalah pembelajaran berjangka panjang dengan melibatkan peran aktif peserta didik dalam merencanakan, membuat, dan mempresentasikan produk untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Dari pendapat para ahli, dapat disintesis bahwa *Project Based Learning (PjBL)* merupakan model pembelajaran dengan melibatkan peran aktif peserta didik dalam menjelajahi tantangan dalam dunia nyata melalui tahap perencanaan, pembuatan, dan presentasi produk hasil transfer pengetahuan dan keterampilan sehingga memperoleh pengetahuan mendalam. Model pembelajaran ini juga dapat memberikan perubahan positif dalam sikap terhadap teknologi dan tingkat performa yang lebih tinggi dalam keterampilan desain di antara siswa yang berada dalam kelas dengan model pembelajaran berbasis proyek. Keterampilan untuk membuat sebuah produk akan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi terkait.

Selain membantu meningkatkan hasil belajar siswa, PjBL dipercaya dapat membantu kemampuan kognitif dan afektif siswa. Siswa dengan kemampuan verbal rendah sampai

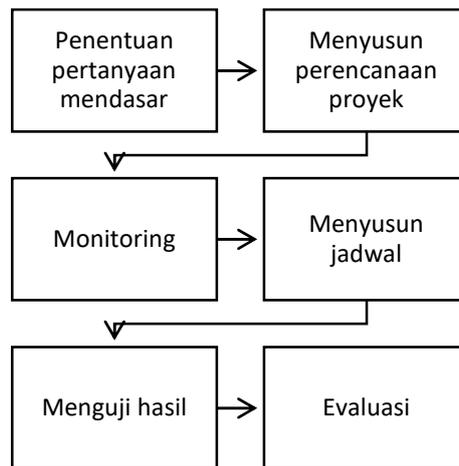
menengah belajar lebih banyak di kelas PjBL daripada di kelas ceramah atau diskusi. Culclasure, dkk. (2019:4) menemukan bahwa siswa kelas PjBL memiliki domain kognitif yang lebih tinggi karena mereka telah diperkaya kreativitasnya sambil meningkatkan kapasitas kerja sama siswa dalam hubungan yang dapat dipercaya dengan teman sebaya. Menurut Hurst, dkk. (2013) dalam Siew & Ambo (2020:238), siswa yang terlibat dalam interaksi sosial dengan teman sebaya akan bermanfaat untuk proses belajar tentang berbagai sudut pandang dan ide tentang subjek tertentu, yang mungkin secara tidak langsung mendorong pemikiran abstrak siswa. Dengan membandingkan keluasaan dan kedalaman judul yang diajukan untuk sketsa mereka, interaksi antarrekan juga meningkatkan kemampuan mereka untuk mengintegrasikan esensi informasi yang terlibat.

Berkaitan dengan hal tersebut, hasil penelitian Culclasure, dkk. (2019:10) juga memberikan hasil bahwa mayoritas siswa memiliki opini positif terhadap PjBL. Dibandingkan dengan siswa kelas non-PjBL, mereka mengaku bahwa ketika mengikuti PjBL, mereka lebih menguasai pembelajaran dan mendapatkan pengetahuan lebih banyak. Siswa yang mengikuti pembelajaran di kelas tidak hanya menikmati dan merasa antusias, tetapi juga merasa percaya diri untuk mempresentasikan proyeknya di depan orang lain, memiliki kemampuan untuk mengatur waktunya, menetapkan tujuan yang jelas untuk diri mereka sendiri, dan mempelajari keterampilan memecahkan masalah yang berharga sebagai hasil dari keterlibatan mereka.

Penelitian Sari, dkk. (2019:129) menunjukkan bahwa PjBL juga dapat meningkatkan kreativitas siswa. Kemampuan merancang skenario pembelajaran yang mengembangkan kemampuan berpikir dan bertindak kreatif, serta kemampuan menyediakan proyek yang merangsang munculnya karya-karya baru, asli, dan hasil modifikasi merupakan tanda bahwa suatu kelas berpikir kreatif. Keterampilan berpikir lancar memungkinkan siswa dengan cepat menghasilkan berbagai solusi untuk masalah atau pertanyaan yang terkait dengan kapasitas berpikir kreatif. Selain itu, siswa dapat berpikir kreatif dan menghasilkan solusi atau ide orisinal untuk proyeknya.

Melaksanakan kelas berbasis proyek tentunya memerlukan langkah-langkah atau sintak dalam pembelajaran menurut Mulyasa (2014) dalam Hasriyani (2022:1173-1184) yaitu:

- a. Menyiapkan pertanyaan mendasar. Pada tahap ini juga disebut penugasan proyek. Peserta didik akan mengamati suatu fenomena kemudian dituangkan ke dalam pertanyaan-pertanyaan yang mendasar yang kemudian diteliti lebih mendalam. Dari pengamatan tersebut peserta didik dapat mencari alternatif dalam pemecahan masalahnya.
- b. Mendesain perencanaan proyek. Setelah mengajukan beberapa pertanyaan, maka peserta didik akan menyusun rencana proyek yang akan digunakan dalam pemecahan masalah melalui suatu percobaan yang nyata.
- c. Penyusunan jadwal. Peserta didik melakukan penyusunan jadwal agar proyek yang telah direncanakan dapat sesuai target dan selesai tepat pada waktunya.
- d. Monitoring perkembangan kegiatan proyek dan melakukan evaluasi.



Gambar 1. Sintak Model *Project Based Learning*

Tabel 1. Sintak Model *Project Based Learning*

Sintaks	Indikator	Kegiatan Pembelajaran
Fase 1	Penentuan pertanyaan mendasar	Kegiatan pembelajaran diawali dengan memberikan pertanyaan pemantik atau pertanyaan yang dapat menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik dan dapat memberikan penugasan lanjut. Topik yang diberikan harus masalah konkret nyata relevan dengan peserta didik.
Fase 2	Menyusun rencana proyek	Guru dan peserta didik bekerja sama dalam merencanakan proyek yang berisi cara dan peraturan main, memilih aktivitas yang relevan untuk mendukung dalam menjawab pertanyaan, berbagai subjek diintegrasikan dan mengetahui alat serta bahan yang memungkinkan digunakan dalam penyelesaian proyek.
Fase 3	Menyusun jadwal	Guru dan peserta didik bekerjasama dalam mengatur jadwal penyusunan proyek yang terdiri atas pembuatan timeline, dateline, mengarahkan peserta didik untuk berinovasi, membimbing dan meminta peserta didik untuk memberikan alasan pemilihan proyek.
Fase 4	Monitoring peserta didik dan perkembangan proyek	Monitoring diperlukan agar peserta didik merasa terfasilitasi selama proses penyelesaian proyek, data didukung dengan membuat rubrik penilaian agar lebih mudah dalam merekam semua aktivitas yang dilakukan oleh peserta didik.
Fase 5	Menguji hasil	Untuk mengukur tingkat keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran, evaluasi, umpan balik maka diperlukan suatu penilaian, hal ini juga dapat membantu guru untuk menentukan strategi yang cocok untuk pembelajaran selanjutnya.
Fase 6	Mengevaluasi	Guru dan peserta didik bersama-sama melakukan refleksi mengenai proyek dan kegiatan pembelajaran yang telah berlangsung, dapat dilakukan per individu maupun berkelompok.

Dari uraian pada tabel di atas, proses pembelajaran *Project Based Learning* diawali dengan pertanyaan mendasar atau pertanyaan pemantik yang relevan guna meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik. Kemudian dari permasalahan yang disajikan maka peserta didik diarahkan untuk memecahkannya melalui proyek secara berkelompok dimulai dari mendesai, penjadwalan. Seluruh kegiatan pembelajaran tersebut dimonitoring oleh guru dan pada tahap akhir dilakukan evaluasi serta refleksi bersama-sama. Menurut Sani (2014) dalam Panjaitan (2019:12), kelebihan *Project Based Learning* (PjBL) yaitu (1) peningkatan motivasi belajar peserta didik, (2) peningkatan keterampilan menyelesaikan proyek peserta didik, (3) meningkatkan peran aktif peserta didik, (4) peningkatan kemampuan kerjasama peserta didik, (5) peningkatan keterampilan komunikasi peserta didik.

Sedangkan, Menurut Daryanto dan Raharjo (2012) dalam Hasriyani (2022) kelemahan pembelajaran *project based learning* yaitu (1) memerlukan alokasi waktu peralatan dan biaya yang banyak (2) jika tingkat berpikir peserta didik kurang maka akan sulit dalam proses pengumpulan informasi (3) peserta didik ada yang kurang terlibat dalam kelompok (4) jika topik per kelompok berbeda, maka dikhawatirkan peserta didik hanya menguasai topik kelompoknya saja.

2. Teori van Hiele

Menurut Martin (1999) dalam Unaenah (2020:365-366), tahun 1950-an teori van Hiele yang dikembangkan oleh Pierre Marie van Hiele dan Dina van Hiele-Geldof diakui secara internasional sehingga sangat berpengaruh dalam pembelajaran geometri di sekolah dimulai dari negara Uni Soviet (1960-an) dan Amerika Serikat (1970-an). Teori van Hiele lahir karena banyaknya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam pembelajaran geometri. Teori van Hiele mengembangkan teori tingkatan pikiran peserta didik dalam geometri dimulai dari pengenalan sebuah gambar sampai penulisan bukti geometrik formal. Van Hiele menyimpulkan tahapan perkembangan kognitif peserta didik dalam pemahaman geometri terdapat 5 tahapan yaitu tahap pengenalan, analisis, pengurutan, deduksi, dan keakuratan (Rigor).

a) Tahap Pengenalan

Menurut Hoffer dalam Unaenah (2020:367), tahap pengenalan berarti peserta didik dapat mengenal suatu bentuk berdasarkan penampakan bentuknya, menyebutkan nama dari suatu bentuk, dan dapat mengenali suatu bentuk secara keseluruhan. Contohnya, peserta didik dapat menyebutkan nama dari persegi serta peserta didik dapat mengenali bentuk persegi dan segitiga yang berbeda dari penampakan bentuknya.

Menurut Van de Walle (2008:151) dalam Unaenah (2020:367-368), tahap pengenalan menandakan objek pikiran peserta didik terbatas pada pengidentifikasian bentuk sesuai tampilan bentuk tanpa peserta didik mengidentifikasikan sifat-sifat masing-masing bangun tersebut.

Dari dua pendapat para ahli di atas, tahap pengenalan dapat disintesiskan berupa tahapan peserta didik dalam mengenal suatu bentuk terbatas pada pengidentifikasian penampakan bentuk dan nama bentuk tanpa mengetahui sifat-sifat dari bentuk tersebut.

b) Tahap Analisis

Menurut Hoffer dalam Unaenah (2020: 368), tahap analisis bercirikan peserta didik mampu mengidentifikasikan sifat-sifat dari suatu bangun melalui proses analisis bagian bangun maupun pengamatan sifat bangun. Contohnya, peserta didik dapat menyebutkan bangun persegi panjang dengan alasan berupa “mempunya empat titik sudut, empat sisi, dan semua sudutnya siku-siku”. Sedangkan menurut Van de Walle (2008:152) dalam Unaenah (2020:368), tahap analisis berisikan objek pikiran peserta didik berupa model maupun gambaran bentuk yang terdiri dari beberapa bagian dalam bentuk.

Dari pendapat dua ahli diatas maka dapat disintesisikan bahwa tahap analisis yaitu tahapan dengan ciri peserta didik mulai dapat membedakan bentuk bangun dengan sifat-sifat dari setiap bangun tersebut dikarenakan peserta didik sudah mulai dapat berpikir mengenai model maupun gambaran bentuk bangun melalui proses analisis bagian bangun.

c) Tahap Pengurutan

Tahap ini disebut juga tahap deduksi informal atau relasional. Menurut Ruseffendi (1991:162) dalam Unaenah (2020:368), pada tahap pengurutan peserta didik telah mengenal berbagai bentuk bangun dan mampu menyebutkan sifatnya serta mengurutkan dan menghubungkan antara bangun yang satu dengan yang lainnya. Contohnya yaitu peserta didik mampu mengatakan bahwa dalam bangun persegi terdapat sisi yang berhadapan sejajar dan sama panjang. Selain itu, peserta didik juga telah memahami hubungan bangun satu dengan yang lainnya seperti persegi merupakan persegi panjang, dikarenakan sifat persegi panjang juga dimiliki oleh persegi. Namun, dikarenakan masih tahapan awal peserta didik hanya memberikan simpulan belum mencapai tahap memberikan alasan yang sesuai dan terperinci.

Menurut Van de Walle (2007:151) dalam Farah (2018:375), tahap deduksi informal merupakan tahapan dengan peserta didik memiliki objek pemikiran berupa sifat-sifat dari bentuk sehingga peserta didik mulai menyadari adanya hubungan antara sifat-sifat bangun dalam obyek geometri. Contohnya yaitu peserta didik dapat memahami bahwa jajargenjang merupakan trapesium maupun belah ketupat maupun balok.

Dua pendapat para ahli dapat di sintesiskan bahwa tahap pengurutan atau tahap deduksi informal yaitu tahapan lanjutan dari peserta didik memahami sifat-sifat bangun menjadi obyek pemikiran peserta didik dalam menghubungkan sifat-sifat satu bangun dengan bangun lainnya yang saling berkaitan tetapi peserta didik belum dapat memberikan alasan dalam hubungan bangun tersebut secara rinci maupun mendetail.

d) Tahap Deduksi

Menurut Hoffer dalam Unaenah (2020:368), peserta didik pada tahap deduksi ini mampu memahami makna dan teorema dalam geometri. Dalam tahapan ini, peserta didik telah menggunakan proses berpikir sehingga mampu menyusun bukti-bukti secara deduktif dengan disertai alasan yang rinci. Contohnya yaitu pada saat akan membuktikan secara deduktif jika jumlah keseluruhan sudut segitiga yaitu 180° maka dapat menggunakan teori kesejajaran. Sedangkan, secara induktif dapat dilakukan pembuktian dengan cara segitiga dipotong sudutnya hingga membentuk sudut lurus, namun hasilnya tentu belum konkret. Oleh karena itu, langkah yang tepat untuk membuktikan teori matematika yaitu dengan menggunakan tahap deduktif.

Menurut Van de Walle (2007:151) dalam Farah (2018:375), tahap deduksi merupakan tahapan peserta didik dalam meneliti lebih mendetail dan mendasar dengan adanya pernyataan-pernyataan abstrak mengenai sifat-sifat geometris suatu bangun bahkan peserta didik mampu menghasilkan kesimpulan berdasarkan pada bernalar kritis daripada naluri dalam dirinya. Contohnya yaitu peserta didik dapat meneliti sifat bangun bujursangkar dengan memberikan alasan dan pembuktian melalui alasan yang logis dan matematis mengenai diagonal-diagonal bujursangkar saling membagi sama.

Dari dua pendapat ahli tersebut, dapat dikatakan bahwa tahap deduksi berarti tahapan peserta didik memahami makna dan teorema dalam geometri melalui pembuktian yang logis dan matematis berdasarkan penelitian yang mendetail dan mendasar mengenai sifat-sifat bangun geometri.

e) Tahap Keakuratan (Rigor)

Keakuratan merupakan tahap yang penting dalam proses pembuktian. Oleh karena itu, tahap keakuratan ini membutuhkan tingkat berpikir *higher order thinking skills*.

Menurut Ruseffendi (1991:162) dalam Unaenah (2020:368), pada tahap ini peserta didik mampu memahami pentingnya adanya ketepatan. Dikarenakan tahap ini membutuhkan tingkat pemikiran yang kompleks, maka biasanya tahap ini dilalui oleh seorang mahasiswa ilmu matematika.

Menurut Van de Walle (2007:151) dalam Farah (2018:375), tahap rigor dikatakan juga tahap keakuratan dengan bercirikan peserta didik memiliki obyek pikiran berupa sistem deduksi dasar dari geometri yang menghasilkan perbandingan maupun perbedaan antara sistem geometri dasar. Tahap ini memiliki contoh berupa peserta didik dapat menjelaskan dengan pernyataan logis mengenai alasan sesuatu hal dijadikan dalil dalam matematika maupun memahami pentingnya ketepatan prinsip dasar dalam menjadi dasar suatu pembuktian.

Menurut Van Hiele, selain tahapan kognitif yang diperlukan, terdapat pula teori mengenai tiga unsur penting dalam proses belajar mengajar materi geometri, yaitu: alokasi waktu, materi serta metode yang apabila ketiga unsur tersebut disusun secara baik dan saling berhubungan maka kemampuan tingkat berpikir peserta didik dapat meningkat. Contohnya, peserta didik tidak akan memahami mengapa dalam pembuktian jumlah sudut segitiga harus menggunakan tahap pengurutan, sedangkan menurut peserta didik tersebut sudah jelas bahwa jumlah sudut sebuah segitiga pastinya yaitu 180° . Jika hal tersebut terjadi maka peserta didik memang tidak dapat dipaksakan tingkat berpikirnya, jika dipaksakan maka peserta didik hanya mengingat dan menghafal bukan benar-benar paham. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran geometri harus melalui tahapan tersebut agar peserta didik mampu berpikir sesuai tahapnya dalam siap untuk berpikir tahap selanjutnya.

3. Geometri

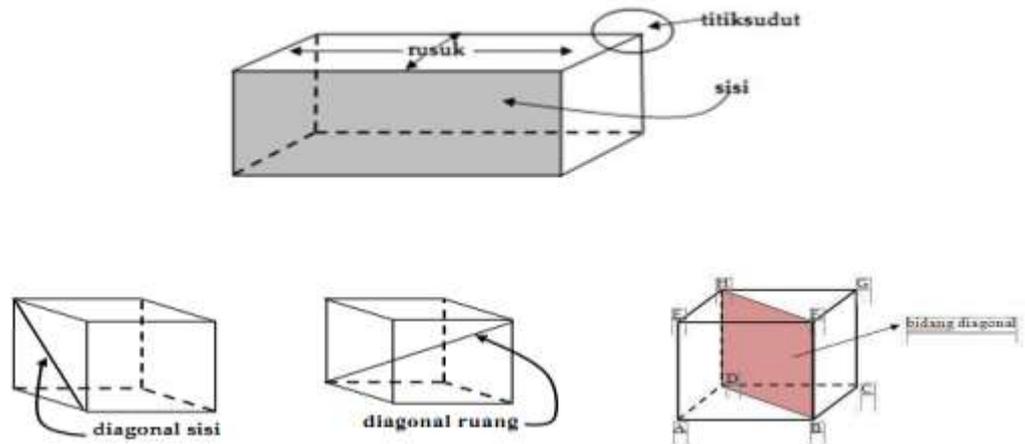
Materi geometri merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang mulai diajarkan pada jenjang sekolah dasar. Persentase materi geometri dalam matematika menempati posisi yang cukup besar yaitu 40%-50% pada jenjang sekolah dasar menurut Permendikbud nomor 37 Tahun 2018. Oleh karena itu, geometri merupakan bagian penting dalam matematika dan kehidupan sehari-hari serta sangat erat kaitannya dengan konsep abstrak. Menurut Nurhasanah (2017) dalam Fauzi (2020:27-35), pembelajaran geometri harus dilakukan dengan kegiatan di dunia nyata oleh peserta didik tidak hanya melalui metode ceramah dan transfer ilmu pengetahuan saja.

Menurut Coopeland (1967:241) dalam Farah (2018:375), materi geometri dalam sekolah dasar memiliki sifat intuitif yang berarti mengandung konsep pengembangan dari pengalaman pribadi peserta didik maupun intuisi peserta didik yang ditekankan dalam pandangan spasial peserta didik bahkan obyek-obyek di antara peserta didik. Sehingga materi geometri di sekolah dasar berisikan obyek visual seperti bangunan rumah maupun alam sekitar.

Konsep yang matang perlu dimiliki oleh peserta didik dalam mempelajari materi geometri sehingga keterampilan geometri seperti memvisualisasikan, mengetahui berbagai bangun ruang dan datar, mengetahui perbedaan dan persamaan dan menggambar dapat diterapkan oleh peserta didik.

Bangun ruang merupakan salah satu dari bagian geometri yang berbentuk tiga dimensi. Terdapat unsur dalam bangun ruang, yaitu berupa titik sudut, rusuk, sisi, diagonal, dll.

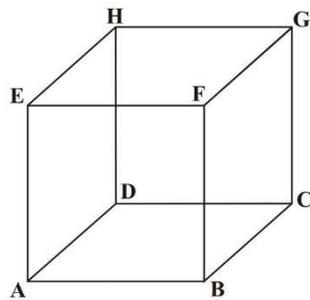
Gambar 2. Unsur-unsur bangun ruang



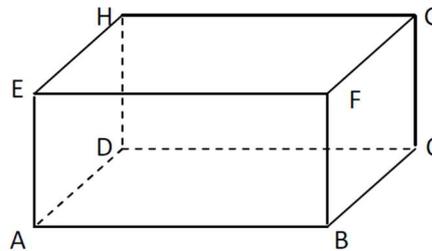
- Bagian bangun ruang dibatasi oleh suatu permukaan yang disebut bidang/sisi
- Garis yang memotong dua buah sisi disebut rusuk
- Tiga buah rusuk atau lebih potongannya disatukan oleh titik sudut
- Garis penghubung antar dua titik sudut dengan sebuah sisi disebut diagonal sisi/ruang
- Garis penghubung antara dua titik sudut yang berhadapan di sebuah ruang disebut diagonal ruang.
- Dua buah bidang diagonal sisi yang sejajar apabila dihubungkan membentuk bidang diagonal

Jenis bangun ruang dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu prisma, limas, dan bola. Pada pembahasan kali ini peneliti akan menguraikan mengenai bangun ruang kubus dan balok.

Sisi, titik sudut dan rusuk dalam bangun ruang kubus dan balok



Gambar 3. Kubus dan balok



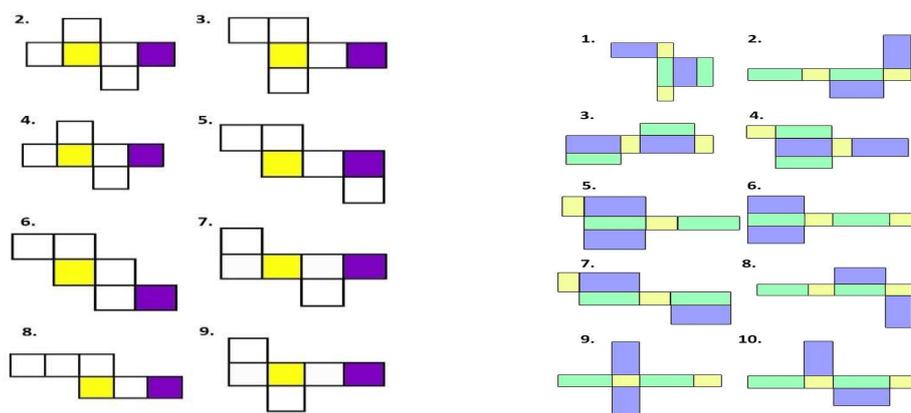
Tabel 2. Unsur kubus dan balok

Bagian	Jumlah	Keterangan
Rusuk	12	AB, BC, CD, AD, AE, BF, CG, DH, EF, FG, GH, EH
Sisi/bidang	6	ABCD, EFGH, ABFE, DCGH, BCGF, ADHE
Titik sudut	8	A, B, C, D, E, F, G, H
Diagonal sisi	12	AF, EB, DG, HC, AC, BD, EG, HF, BG, CF, AH, DE
Diagonal ruang	4	AG, HB, EC, DF
Bidang diagonal	6	ABGH, DCFE, AEGC, BFHD, BCHE, ADGF

Jaring-jaring kubus dan balok

Apabila suatu bangun ruang di belah maka bangun yang berkaitan tersebut apabila digabungkan Kembali akan membentuk bangun ruang tertentu.

Gambar 3. Jaring-jaring kubus dan balok



4. Implementasi Model PjBL dalam Materi Geometri Kelas 6 SD Berbasis Teori Van Hiele

Langkah awal sebelum mengimplementasikan model *Project Based Learning* pada materi geometri adalah menyampaikan materi terkait bangun ruang yang akan dibahas. Penyampaian materi dilakukan dengan memanfaatkan teori belajar van Hiele. Teori van Hiele memiliki lima tahap perkembangan kognitif peserta didik dalam pemahaman geometri. Dari kelima tahapan tersebut, rigor merupakan tahap yang sulit untuk dicapai siswa sekolah dasar karena pada dasarnya diperuntukkan mahasiswa ilmu matematika. Oleh karena itu, selama proses pemberian materi hanya sampai proses deduksi jika siswa memang dirasa mampu.

Peneliti mengambil materi geometri berdasarkan capaian pembelajaran matematika fase C elemen geometri, yaitu “pada akhir fase C, peserta didik dapat mengonstruksi dan mengurai bangun ruang (kubus, balok, dan gabungannya) dan mengenali visualisasi spasial (bagian depan, atas, dan samping)”. Materi difokuskan pada bangun kubus dan balok serta seperti apa gabungan antara bangun kubus dan balok. Awal kegiatan belajar dilakukan sesuai dengan fase pembelajaran untuk membantu siswa dalam belajar geometri dengan bantuan dari guru. Fase pembelajaran yang dimaksud adalah fase informasi, fase orientasi, fase eksplorasi, fase orientasi bebas, dan fase integrasi (Kusnadi & Nanna, 2020: 20).

Tabel 2. Fase Pembelajaran Teori van Hiele

Teori van Hiele	Fase Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Pengenalan	Fase informasi	Siswa bersama guru mempelajari konsep dasar bangun ruang kubus dan balok. Guru memberikan stimulus berupa pertanyaan pemantik kemudian siswa diarahkan untuk menjawab pertanyaan.
Analisis	Fase orientasi terbimbing	Siswa diajak untuk mengeksplorasi lingkungan sekitar dan menganalisis benda-benda apa saja yang berbentuk kubus dan balok.
	Fase eksplorasi	Siswa mengerjakan LKPD secara berkelompok berdasarkan hasil pengamatan dengan menganalisis benda-benda berbentuk kubus dan balok beserta fungsi, ciri-ciri, dan hubungannya dengan konsep bangun datar persegi dan persegi panjang.
Pengurutan	Fase orientasi bebas	Siswa diarahkan untuk mengerjakan latihan

		soal pengukuran volume kubus dan balok.
Deduksi	Fase integrasi	Selesai mengerjakan latihan soal, siswa bersama guru menyimpulkan konten pembelajaran yang telah dipelajari.

Berdasarkan tabel tersebut, fase pembelajaran yang dilalui dengan menerapkan tahapan teori van Hiele yang relevan akan memperdalam pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. Pertemuan selanjutnya adalah pelaksanaan model PjBL yang harus melalui beberapa langkah, yaitu menentukan pertanyaan mendasar, menyusun perencanaan proyek, menyusun jadwal, monitoring peserta didik dan perkembangan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi. Siswa akan selalu dipantau dan dibimbing oleh guru selama proses menyusun proyek yang akan dibuat.

Tahap awal merupakan menentukan pertanyaan mendasar. Guru membantu siswa dengan memberikan pertanyaan mengenai apa permasalahan yang ada, apa proyek yang akan dibuat, apa saja alat dan bahan yang dibutuhkan, dan sebagainya. Di sini guru memberikan kata kunci proyek yang akan dibuat siswa, yaitu membuat miniatur bangunan dari kubus, balok, dan gabungannya yang kemudian memberikan sebuah permasalahan seperti “jika miniatur dicat, berapa total luas permukaan kubus dan balok yang dicat?”. Dilanjutkan dengan menyusun perencanaan proyek yang terdiri atas pembagian tugas kerja, menentukan peralatan yang diperlukan, dan membatasi uang yang dikeluarkan untuk membeli peralatan tersebut.

Tahap selanjutnya adalah menyusun jadwal pembuatan miniatur yang efektif dan efisien mulai dari waktu, biaya, dan tenaga. Monitoring peserta didik dan perkembangan proyek merupakan tahap selanjutnya. Di sini guru membantu siswa untuk membatasi biaya yang dikeluarkan siswa agar tidak berlebihan. Pengujian hasil proyek dan evaluasi dilakukan pada akhir kegiatan. Siswa bersama guru menilai kerapian, katahanan, dan kreativitas yang telah disalurkan masing-masing kelompok. Guru memberikan umpan balik yang membangun bagi siswa agar dapat memotivasi refleksi diri. Siswa diajak untuk bertanya pada diri sendiri apa yang kurang memuaskan dan bagaimana cara mereka untuk mengatasinya. Siswa nantinya akan lebih mampu memahami kemampuan dirinya sendiri dan di sisi lain tetap berusaha untuk meningkatkannya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari studi literatur dapat disimpulkan bahwa: (1) Pembelajaran berbasis project atau *Project Based Learning* tentunya sangat berbeda dengan model konvensional/monoton yang biasanya hanya mementingkan hasil saja tanpa melihat proses atau suasana belajar yang terkesan sangat individual. (2) Teori van Hiele lahir karena banyaknya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam pembelajaran geometri. Teori van Hiele mengembangkan teori tingkatan pikiran peserta didik dalam geometri dimulai dari pengenalan sebuah gambar sampai penulisan bukti geometrik formal. (3) Fase pembelajaran yang dilalui dengan menerapkan tahapan teori van Hiele yang relevan akan memperdalam pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. (4) Guru dapat mengadopsi model pembelajaran inovatif seperti contohnya yaitu PjBL agar sesuai dengan pembelajaran abad 21 di mana ilmu pengetahuan dan teknologi sangat ditekankan agar siswa dapat bersaing dan menjadi SDM yang berkualitas di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan puji dan syukur atas rahmat yang telah diberikan oleh Allah SWT sehingga peneliti dapat menyelesaikan artikel ini dengan sebaik-baiknya. Peneliti juga

berterima kasih kepada orang tua, pembimbing, dan penerbit yang telah menerbitkan artikel ini secara professional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, A., Ruhyadi, S. G. S. A., & Binasdevi, M. (2022). Implementasi Model Project Based Learning (PJBL) Dalam Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar Di Kelas Tinggi MI/SD. *AL-IBANAH*, 7(2).
- Culclasure, B. T., Longest, K. C., & Terry, T. M. (2019). Project-based learning (Pjbl) in three southeastern public schools: Academic, behavioral, and social-emotional outcomes. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(2), 5.
- Farah, Rizky Amelia., Budiyono. (2018). Pembelajaran Matematika Materi Geometri di SD Al Hikmah Surabaya. *JPGSD Volume 06 Nomor 03 Tahun 2018, Halaman 373-383*.
- Fauzi, I., & Arisetyawan, A. (2020). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi geometri di Sekolah Dasar. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(1), 27-35.
- Hasriyani, A., Baharullah, B., & Agustan, S. (2022). Perbedaan Model Problem Based Learning (PBL) Dengan Model Project Based Learning (PBL) Mengacu Pada Pendekatan Saintifik Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Siswa Kelas V SD Wilayah II Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa. *NATURALISTIC: Jurnal Kajian Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(2), 1173-1184.
- Kim, Yangsoon. (2021). The Problem/Project-Based Learning (PBL/PjBL) at Online Classes. *International Journal of Advanced Culture Technology*, 9(1), 162-167.
- Kusnadi, D., & Nanna, A. I. (2020). Penerapan Teori Van Hiele Sebagai Dasar Pengenalan Geometri Pada Siswa di SDN 045 Tarakan. *Jurnal Mathematic Paedagogic*, 5(1), 20.
- Martati, Badruli (2022). Penerapan Project Based Learning dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Proceeding UMSURABAYA*, 1(1).
- OECD (2019), *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- Panjaitan, Jelita. (2019). Peningkatan Hasil Belajar dengan Model Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Penelitian Fisikawan Volume 2 Nomor 2 Edisi Agustus 2019*.
- Pasani, Chairil Faif. (2019). Analyzing elementary school students geometry comprehension based on Van Hiele's theory. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 54(5).
- Sari, S. P., Manzilatusifa, U., & Handoko, S. (2019). Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi*, 5(2), 129.
- Sholihah, S. Z., & Afriansyah, E. A. (2017). Analisis kesulitan siswa dalam proses pemecahan masalah geometri berdasarkan tahapan berpikir Van Hiele. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 287-298.
- Siew, N. M., & Ambo, N. (2020). The Scientific Creativity of Fifth Graders in a STEM Project-Based Cooperative Learning Approach. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(4), 627-643.
- Unaenah, E., Anggraini, I. A., Aprianti, I., Aini, W. N., Utami, D. C., Khoiriah, S., & Refando, A. (2020). Teori Van Hiele Dalam Pembelajaran Bangun Datar. *NUSANTARA*, 2(2), 365-368.