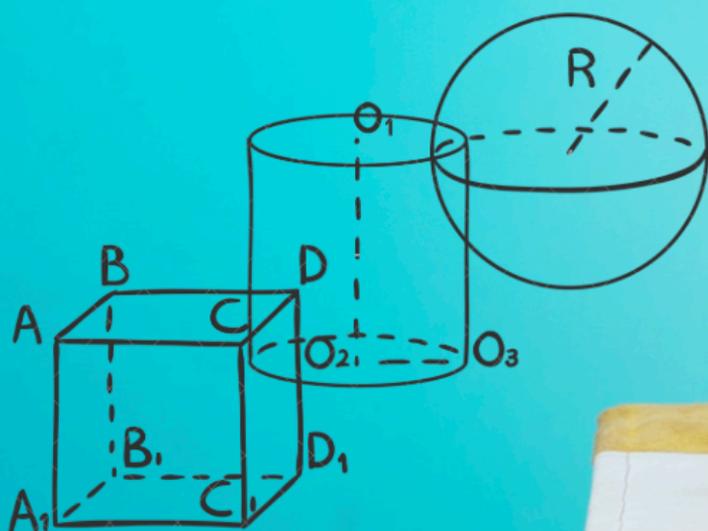




# PERINGKAT BERPIKIR GEOMETRI SISWA BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

(Suatu Disain Video Pembelajaran Geometri)



ZAID ZAINAL

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 28 TAHUN 2014  
TENTANG HAK CIPTA  
PASAL 113  
KETENTUAN PIDANA

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah)

**PERINGKAT BERPIKIR GEOMETRI SISWA  
BERDASARKAN TEORI VAN HIELE  
(Suatu Disain Video Pembelajaran Geometri)**

**Zaid Zainal, S.Pd., M.Pd., Ph.D**

Global Research and Consulting Institute (Global-RCI)



**Judul** : Peringkat Berpikir Geometri Siswa Berdasarkan Teori Van Hiele:  
Suatu Disain Video Pembelajaran Geometri

**Penulis** : Zaid Zainal

---

**ISBN: 978-602-5920-82-0**

Penyunting : Agusalm Juhari

Perancang Sampul : Alif Rezky

Penata Letak : Izzad Kaisar

Isi : Sepenuhnya tanggung jawab penulis

Anggota IKAPI : No. 020/SSL/2018

Diterbitkan Oleh:



**Global Research and Consulting Institute (Global-RCI)**

Kompleks Perumahan BTN Saumata Indah blok B/12 Lt.3

Jl. Mustofa Dg. Bunga, Romang polong, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia.

92113. Email:globalresearchmakassar@gmail.com, Telp.

081355428007/085255732904

Cetakan Pertama, September 2020

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta ©2020 pada penulis

Hak penerbitan pada Global RCI. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapat izin tertulis dari penulis dan Penerbit Global RCI

*All Rights Reserved*

---

**Peringkat Berpikir Geometri Siswa Berdasarkan Teori Van Hiele: Suatu Disain  
Video Pembelajaran Geometri / Zainal, Zaid: – cetakan I – Makassar: Global RCI,  
2020**

Xii + 170 hal.; 17,6 x 25 cm

---



# UCAPAN TERIMA KASIH



Buku Ini saya persembahkan sebagai ucapan terimakasihku buat ...  
Ayahanda dan Ibunda tercinta

**ZAINAL ABIDIN (Alm) DAN SITTI ASIA(Alm)**

Istri tercinta...

**PUJIASTUTI**

Anak-anak yang dikasihi...

**AHMAD FAUZAN & AHMAD FARHAN**

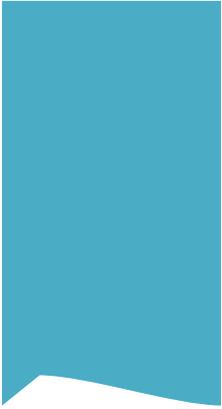
Saudara-saudaraku...

**MUHLISA, KHURRIYAH, NURUL HILALIA, HAOLA**

Semoga doa dan restu kalian menjadi pendorong kuat serta pemacu  
buat diri ini meneruskan perjuangan untuk mencapai kejayaan di  
dunia dan di akhirat kelak. Doaku moga redha-Nya mengiringi setiap  
amal perbuatan yang kita lakukan.

Amin yaa Rabbal Alamin...





# PRAKATA

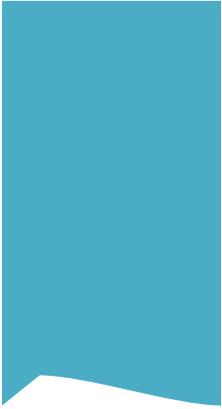
**S**yukur Alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan ridha-Nya sehingga buku ini dapat diterbitkan, meskipun masih terdapat beberapa kekurangan baik dari segi bahasa, tulisan maupun dari segi kekurangan atas beberapa informasi yang belum dapat termuat dalam bentuk tulisan.

Buku ini merupakan hasil konversi disertasi penulis yang dalam Bahasa Malaysia yang berjudul “*Mempertingkatkan Peringkat Berfikir Geometri Pelajar Lulusan SMP Menggunakan Model Video Pembelajaran Geometri Berasaskan Teori van Hiele*” atau setelah diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia Menjadi “Meningkatkan Peringkat Berpikir Geometri Siswa SMP Menggunakan Model Video Pembelajaran Geometri Berasaskan Teori Van Hiele”. Buku Ini membahas tentang beberapa hal; Perancangan dan pengembangan alat belajar disebut Video Pembelajaran Geometri (VPG); Peringkat Berpikir Geometri (PBG) van Hiele; Sebuah quasi-eksperimental dari pendekatan pre dan post-test yang dilakukan untuk mengukur efektivitas VPG; Van Hiele Geometry Test (vHGT); serta beberapa solusi yang ditawarkan untuk menaikkan/meningkatkan PBG Van Hiele peserta didik dari suatu level ke level selanjutnya.

Penulis menyadari buku ini mengandung banyak kelemahan yang menuntut penggalan lebih jauh dan dalam untuk penyempurnaannya. Dalam segala keterbatasan itu, kami mengharapkan kritik dan saran serta permohonan maaf.

Parepare, September 2020

**Penulis**



# PRAKATA GURU BESAR UNM

**Prof. Dr. Hamzah Upu, M.Ed.**

**(Guru Besar Pendidikan Matematika Universitas Negeri Makassar)**

**G**eometri adalah bahagian penting dalam matematika, yang harus diajarkan pada semua jenjang sekolah. Mengajarkan geometri terhadap peserta didik memerlukan startegi khusus dalam mempermudah pemahaman terhadap materi yang disajikan. Salah satu yang perlu diketahui oleh seorang tenaga pengajar matematika adalah peringkat berfikir geometri siswa. Pemahaman terhadap hal ini dapat mempermudah dalam memilih metode mengajar serta memilih materi/modul yang akan diberikan kepada peserta didik dalam rangka meningkatkan prestasi belajar matematikanya khususnya bidang geometri.

Pemenuhan akan kebutuhan itu diperlukan bahan bacaan atau referensi yang baik dan terbaru. Buku” Peringkat Berpikir Geometri Siswa Berdasarkan Teori van Hiele” yang ditulis oleh saudara Zaid Zainal, ini sangat mungkin membantu guru dan calon guru untuk memahami peringkat berpikir geometri siswa sebelum Menyusun startegi, model dan materi pembelajaran.

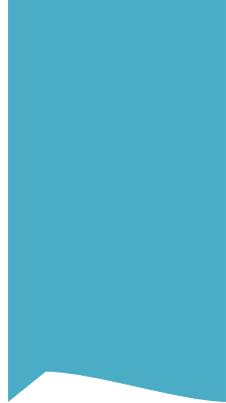
Saya ucapkan selamat dan terimakasih kepada penulis atas kontribusi yang besar ini terhadap upaya peningkatan pengajaran Matematika.

Semoga buku ini dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh para guru dan calon guru matematika dimana saja berada.

Makassar, September 2020

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'Z' shape with a horizontal line extending to the right from the bottom of the 'Z'.

Prof. Dr. Hamzah Upu, M.Ed.



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	iii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vii
<b>PRAKATA GURU BESAR UNM</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>BAB 2 PEMBELAJARAN GEOMETRI</b> .....	13
<b>BAB 3 PEMBELAJARAN GEOMETRI BERDASARKAN TEORI VAN HIELE</b> .....	23
<b>BAB 4 VISUALISASI DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI</b> .....	33
<b>BAB 5 POTRET RANCANGAN PBG BERDASARKAN TEORI VAN HIELE</b> .....	39
<b>BAB 6 DISAIN DAN PEMBUATAN VPG</b> .....	49
<b>BAB 7 EVALUASI VPG</b> .....	81

<b>BAB 8</b>	<b>ANALISIS HASIL RISET PBG BERDASARKAN TEORI VAN HIELE</b>	105
<b>BAB 9</b>	<b>IMPLEMENTASI HASIL RISET: DISKUSI DAN REKOMENDASI</b>	149
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	159
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS</b>	.....	169

## PENDAHULUAN

**G**eometri berada di posisi utama dalam kurikulum matematika sekolah menengah. Ini karena ada banyak konsep geometri yang terkandung dalam kurikulum. Dari sudut pandang psikologis, geometri adalah presentasi abstrak dari pengalaman visual dan spasial, seperti pola lapangan, pengukuran dan pemetaan. Sedangkan dari sudut pandang matematika, geometri memberikan solusi untuk pemecahan masalah seperti gambar, diagram, sistem koordinat, vektor dan transformasi. Battista (1999) dan Michelemore (2002) berpendapat bahwa pembelajaran geometri tidak mudah dan sebagian besar siswa gagal untuk memahami konsep-konsep geometri, argumen geometri dan keterampilan memecahkan masalah geometri.

Kesulitan belajar siswa dalam geometri telah dijelaskan oleh temuan studi van Hiele, bahwa kesulitan pembelajaran geometri terkait erat dengan pengembangan tingkat berpikir seseorang dalam pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep geometri (van Hiele, 1959). Berdasarkan pengalaman mengajar sebagai pendidik matematika, teori yang disajikan di atas sangat mungkin menjadi penyebab utama kesulitan yang dihadapi oleh siswa Indonesia dalam belajar geometri.

Kemajuan teknologi saat ini telah berkontribusi pada manfaat matematika dan pendidik maupun siswa dalam mengurangi berbagai bentuk kesulitan dalam pembelajaran matematika termasuk geometri. Teori van Hiele telah banyak digunakan sebagai kerangka kerja dalam desain dan pengembangan berbagai aplikasi pembelajaran geometri berbasis teknologi. Ini dirancang untuk membantu siswa belajar geometri secara efektif. Namun, kesesuaian dan efektivitas aplikasi belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh sebagian besar siswa Indonesia karena kurangnya infrastruktur dan penekanan kurikulum yang tidak sejalan dengan praktik pendidikan yang sudah dilaksanakan.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat pembelajaran berbasis teknologi yang dirancang untuk meminimalkan kesulitan yang dihadapi oleh siswa Indonesia dalam belajar geometri, terutama siswa SMP di Parepare. Penemuan dari peneliti sebelumnya telah menemukan berbagai alat pembelajaran pendukung (APP) yang dirancang dan dibuat untuk siswa sekolah di negara maju. APP yang ada (terutama dalam hal aplikasi teknologi) tidak dapat sepenuhnya dimanfaatkan oleh siswa Indonesia karena berbagai alasan dan kendala. Oleh karena itu, perdebatan tentang APP perlu dilakukan untuk mengatasi masalah pembelajaran geometri yang sedang dialami oleh siswa Indonesia dengan memanfaatkan infrastruktur yang ada. Kerangka kerja konseptual berdasarkan model van Hiele akan dibahas lebih lanjut di bagian selanjutnya. Selain itu, pengajaran dalam bentuk video akan dirancang dan dikembangkan untuk membantu siswa sekolah menengah pertama di Parepare dalam memahami materi geometri yang telah mereka pelajari pada tingkatan sebelumnya.

## **Prestasi Geometri Rendah**

Laporan dari Trend International Mathematics and Science Study (TIMSS, 2007) melaporkan bahwa siswa di negara maju seperti; AS, Cina, Belanda dan Singapura memiliki tingkat pencapaian yang rendah

dalam pertanyaan tentang geometri. Usiskin (1987) juga menyatakan bahwa dari semua siswa yang terdaftar di sekolah menengah atas di Amerika Serikat hanya 63% yang dapat mengidentifikasi dengan benar berbagai segitiga dan 30% dapat menjawab soal tentang pembuktian. Selain itu, Penilaian Nasional Kemajuan Pendidikan (NAEP), (2009) melaporkan bahwa siswa kelas 4 dan 8 di AS memiliki kemampuan yang rendah dalam menguasai konsep-konsep dasar geometri. Temuan NAEP juga mengungkapkan bahwa siswa kelas 4 berada di level rendah dalam mengidentifikasi dandalam pengenalan segitiga kongruen. Siswa kelas 8 mengalami kesulitan mengidentifikasi hasil gabungan dari dua bentuk dan berada di posisi bawah di bidang pemodelan situasi geometri dalam keadaan tertentu (Lee, Grigg & Dion, 2007).

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Madja (1992) yang menemukan bahwa tingkat prestasi geometri siswa sekolah menengah tidak memuaskan, terutama dalam kaitannya dengan pemahaman konsep geometri. Beberapa peneliti lain juga telah membuktikan ini, seperti: Noraini (1998), Baynes (1999), Tay (2003) dan Atebe (2008).

Sebagian besar siswa Indonesia juga mengalami kesulitan dalam belajar geometri. Data dari TIMSS (2007) menunjukkan bahwa siswa kelas 8 Indonesia berada di peringkat 397 dan memperoleh skor kurang dari rata-rata pencapaian 500. Selanjutnya, prestasi siswa Indonesia rendah dalam materi geometri dibandingkan dengan konten matematika lainnya, seperti bilangan (399), Aljabar (433), Data dan Probabilitas (402), dan Geometri (395). Selain itu, keterlibatan siswa Indonesia dalam Olimpiade matematika internasional masih berada di posisi terbawah pada tahun 2008, 2009 dan 2010, yang menempati peringkat 31, 28 dan 39 dari 51 negara yang berpartisipasi (International Mathematics Olympiad, 2010).

Ada beberapa studi tentang prestasi geometri yang dilakukan untuk siswa sekolah Indonesia, terutama untuk siswa sekolah dasar dan sekolah menengah. Sebagai contoh, Nurhayati (2007) menemukan bahwa banyak siswa sekolah menengah pertama yang tidak memahami konsep dasar geometri dan memiliki kesulitan dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan garis paralel. Situasi ini akan menjadi hambatan besar jika siswa sekolah menengah pertama (SMP) ingin melanjutkan pendidikan tinggi, yaitu di sekolah menengah atas (SMA). Berbagai mata pelajaran geometri di SMA seperti bangun ruang, vektor, dan trigonometri membutuhkan penguasaan konsep-konsep dasar geometri yang dipelajari di sekolah menengah pertama.

Untuk mendapatkan gambaran awal tentang kemampuan geometri siswa di Parepare, peneliti melakukan penelitian awal yang dilakukan pada bulan Juli 2010 untuk siswa kelas 9. Pengambilan sampel dilakukan dengan memilih secara acak 10 sekolah dari 16 SMP negeri dan swasta yang ada. satu kelas siswa diambil dari masing-masing sekolah yang terpilih menjadi sampel, sehingga diperoleh 277 siswa. Masalah geometri dasar diberikan kepada sampel yang dilakukan dalam waktu 45 menit. Temuan menunjukkan bahwa skor rata-rata untuk masalah geometri dasar yang diperoleh adalah 54,0 dari skor maksimum 100. Temuan lain menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang belum mampu mengidentifikasi jenis bentuk geometri dan sifat garis paralel. Hanya 12,6% siswa menjawab dengan benar pertanyaan yang berkaitan dengan identifikasi benda geometri dan 16,2% pertanyaan yang berkaitan dengan garis paralel dan sifat-sifatnya

Pernyataan di atas mengungkapkan rendahnya prestasi geometri siswa baik di negara maju maupun di negara berkembang, terutama di Indonesia khususnya di Parepare Sulawesi Selatan. Prestasi geometri yang rendah di sekolah menengah pertama hanya akan menyulitkan

siswa untuk belajar geometri di sekolah menengah atas, karena geometri di sekolah menengah pertama adalah dasar untuk beberapa materi geometri di sekolah menengah atas seperti bangunan ruang, vektor, dan trigonometri.

### **Pentingnya pembelajaran geometri berdasarkan Teori van Hiele**

Saat ini, pengajaran dan pembelajaran geometri di Parepare dilakukan dengan cara konvensional, dengan metode siswa menggambar bangun geometri di papan tulis kemudian mencari dan menyelesaikan ukuran dari bangun tersebut. Bahkan, berdasarkan penelitian awal yang dilakukan oleh peneliti, guru matematika di Parepare mengajarkan geometri dengan tidak memperhatikan tingkat berpikir geometri siswa (PBG) dan fase pembelajaran sesuai dengan model pembelajaran van Hiele. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya pemahaman guru tentang teori dan model pembelajaran van Hiele.

Menurut Casbari (2007), penggunaan model van Hiele dalam pembelajaran geometri dapat meningkatkan prestasi akademik siswa, memotivasi siswa, memberikan pembelajaran yang lebih mudah dan lingkungan pengajaran matematika. Selain itu, Mayberry (1981) telah menyarankan bahwa guru sekolah menengah harus dilatih untuk memahami tingkat pemikiran van Hiele untuk meningkatkan pembelajaran siswa. Sejalan dengan ini, beberapa peneliti telah menemukan tentang pentingnya teori van Hiele dalam menjelaskan pembelajaran geometri siswa sekolah, seperti Brown (1999), Baynes (1999), Chong (2001), Tay (2003), dan Noraini & Tay (2004).

Berbagai temuan penelitian menunjukkan pentingnya teori van Hiele dalam proses belajar mengajar geometri di kelas, misalnya:

- (a) Ini adalah kerangka kerja terbaik untuk mengevaluasi pemikiran geometri siswa (Atebe & Schafer, 2008)

- (b) Ini mampu memberikan struktur untuk mengembangkan konsep-konsep geometri melalui pengalaman belajar siswa (Genz, 2006)
- (c) Ini adalah kerangka kerja untuk mengakses dan mengekspos kesulitan siswa dalam geometri sekolah (Hofer, 1983)
- (d) Digunakan untuk mengantisipasi kinerja siswa dalam standar konsep konsep geometri (Usiskin, 1982)

Pengajaran geometri menggunakan modul berbasis van Hiele telah terbukti efektif oleh beberapa peneliti pendidikan, misalnya: Mayberry (1981), Geddes et al. (1982), Usecchiin (1982), Burger & Shaughnessy (1985). Bahkan sejak tahun 1988 Fuys et al. telah memiliki tiga set modul pembelajaran yang menekankan tentang fase/tahapan pembelajaran berdasarkan teori van Hiele (Fuys et al., 1988). Investigasi mereka terhadap pembuatan modul ini menggambarkan elemen-elemen kunci dari fase van Hiele untuk pengembangan peserta didik dari satu tahap ke tahap berikutnya. Oleh karena itu, penelitian ini bermanfaat dalam menggunakan beberapa bagian modul berbasis van Hiele dan menyatukan semua konten penting dari geometri sekolah menengah dalam satu modul sehingga dapat diajarkan dalam waktu singkat.

Untuk meningkatkan prestasi belajar geometri siswanya, berbagai negara maju seperti AS, Inggris dan Rusia telah menggunakan model van Hiele sebagai kerangka kerja untuk kurikulum pembelajaran geometri di sekolah serta merancang dan mengembangkan aplikasi teknologi untuk membantu siswa belajar geometri secara efektif (Atebe, 2008). Namun, kesesuaian dan efektifitas tersebut mungkin tidak efektif untuk sebagian besar sekolah SMP di Parepare, karena kurikulum pendidikan yang digunakan belum menekankan metode pembelajaran van Hiele.

## Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran Matematika

Di abad ini, teknologi telah dirancang untuk memfasilitasi setiap pekerjaan, termasuk alat pengajaran dan pembelajaran di kelas. Beberapa alat belajar dalam bentuk perangkat lunak pembelajaran untuk mempelajari matematika, terutama geometri melalui internet, perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membantu pengajaran dan pembelajaran geometri dengan lebih baik. Misalnya, perangkat lunak *geometri Sketchpad* (GSP) digunakan untuk memfasilitasi proses pengajaran dan pembelajaran geometri. Selain itu, *Geosupposer*, *GeoExplorer*, *Cinderella* dan *CABRI 3D* dapat memberikan siswa pengalaman dalam menganalisis properti induktif dan argumen geometri (Liang & Sedig, 2010).

Berbagai aplikasi biasanya dikembangkan sesuai dengan persyaratan mata pelajaran dan kurikulum sekolah. Bahkan ada perangkat lunak yang dikembangkan untuk mempelajari mata pelajaran geometri dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas. Keberhasilan aplikasi teknologi terkait sangat tergantung pada penyediaan infrastruktur yang tepat, kemampuan guru untuk menggunakan teknologi yang ada, penekanan pada pendidikan dan praktik, kebijakan pendidikan, dan lainnya.

Temuan Alagic (2003) mengatakan bahwa teknologi dapat menyediakan infrastruktur pembelajaran yang memfasilitasi siswa dalam belajar matematika, karena mereka dapat bersifat interaktif, memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan gambar instan, serta memahami apa yang terjadi ketika beberapa dimensi gambar diubah. Lebih lanjut, Alagic (2003) juga mencatat bahwa keberhasilan dalam belajar geometri sangat tergantung pada kemampuan guru dalam menguasai aplikasi teknologi terapan.

Berbagai aplikasi teknologi yang dijelaskan di atas tidak dapat sepenuhnya digunakan untuk meningkatkan proses belajar mengajar

di Parepare karena sangat dipengaruhi oleh infrastruktur yang ada. Penelitian awal telah mengungkapkan bahwa di antara 16 sekolah menengah pertama negeri dan swasta di Parepare, hanya 10 sekolah (62,5%) yang memiliki tautan internet. selain itu, angka antara jumlah komputer di sekolah dengan ukuran siswa adalah sekitar 1:50. Ini berarti bahwa satu komputer akan digunakan oleh 50 siswa.

Temuan ini juga untuk mengetahui kemampuan guru matematika SMP di Parepare dalam menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TMK) dalam proses pengajaran di kelas. Hasil survei menunjukkan bahwa 17,3% dari 52 guru matematika sudah terampil menggunakan komputer. Selain itu, 44,2% dari mereka menyatakan bahwa mereka tidak pernah menggunakan komputer dalam pengajaran matematika di kelas, dan hanya satu guru yang tahu tentang keberadaan perangkat lunak geometri di internet.

Dari survei awal ditemukan bahwa infrastruktur pendidikan dan kemampuan guru matematika di Kota Parepare adalah:

- (a) Sebagian besar sekolah masih tidak memiliki koneksi Internet, tetapi telah dilengkapi dengan perangkat televisi (TV) dan video compact disk (VCD).
- (B) Sekolah masih kurang dalam hal fasilitas komputer
- (c) Masih ada guru matematika yang tidak mahir komputer
- (d) Masih banyak guru matematika yang tidak pernah menggunakan komputer dalam pembelajaran
- (e) Masih banyak guru matematika yang tidak mengetahui keberadaan perangkat lunak pembelajaran geometri di internet

Karena aplikasi teknologi yang berorientasi pada sumber daya terkait dan kemampuan guru untuk menggunakan TIK terbatas, pengajaran

geometri dilakukan secara konvensional. Mereka biasanya menunjukkan bentuk atau ruang geometri di papan tulis menggunakan kapur atau spidol, dan kadang-kadang mereka menggunakan TV dan VCD untuk judul tertentu yang sudah tersedia. Situasi ini mengurangi proses visual dalam proses pengajaran. Menurut Guzman (2008) visualisasi sangat membantu dalam pengajaran dan pembelajaran dari beberapa aspek paling dasar dari analisis matematika. Visualisasi dalam matematika menurut Gusman (2008) adalah cara intuitif untuk memahami dan memanipulasi konsep atau teori yang sulit untuk dipahami dengan menjelaskan fakta secara fleksibel, analitis dan logis. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa kemampuan visualisasi mempengaruhi prestasi geometri siswa, misalnya, Noraini (1998), Yerushalmy & Chasan (1990), dan Kabanova & Meller (1970).

Dalam memanfaatkan infrastruktur yang ada di setiap sekolah (TV dan VCD) dan masih menekankan pentingnya visualisasi dalam proses pembelajaran, pembelajaran alat video-learning menjadi alternatif yang tepat di wilayah Parepare. Hal ini sejalan dengan pernyataan Jamaluddin & Zaidatun (2003) bahwa video adalah salah satu elemen multimedia yang paling dinamis, kombinasi dari beberapa media (teks, grafik, audio dan sebagainya) serta realistis dibandingkan dengan elemen lainnya. Efektivitas menggunakan pembelajaran video dalam meningkatkan prestasi matematika telah dibuktikan oleh beberapa peneliti seperti; Comeux (2003), Seago (2004), Choi & Johnson (2005) dan Widodo, (2007).

Penelitian ini mengambil populasi siswa kelas 9 SMP yang telah mengikuti proses pembelajaran geometri selama 3 tahun dan telah mengikuti Ujian Akhir Nasional. Mereka masih memiliki sekitar empat minggu menunggu hasil ujian akhir. Waktu ini baik untuk pengajaran perbaikan untuk mempersiapkan siswa sebelum masuk sekolah menengah. Menurut Ischak & Wardji (1982) pengajaran remedial

merupakan kegiatan peningkatan, bertujuan untuk memberikan bantuan berupa instruksi ulang atau bimbingan dalam mengatasi masalah yang dihadapi siswa yang mungkin disebabkan oleh faktor internal atau faktor eksternal yang dapat diajarkan dalam waktu singkat. Studi ini diharapkan bermanfaat dalam membangun alat pembelajaran yang dapat membantu mereka (siswa sekolah menengah pertama) untuk meningkatkan PBG mereka dengan modul pembelajaran lintas topik yang telah dipelajari.

Skenario di atas menunjukkan bahwa pemulihan kesulitan belajar geometri di kalangan siswa Indonesia, khususnya sekolah menengah pertama di Parepare yang akan melanjutkan pembelajaran di sekolah menengah atas diharapkan dapat diselesaikan dengan menggunakan alat belajar menggunakan teknologi yang ada (TV dan VCD), dapat diajarkan dalam waktu yang ringkas dan fokus pada PBG siswa. Studi ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran teori van Hiele dapat digunakan sebagai dasar dalam desain dan konstruksi alat pembelajaran geometri yang menggunakan infrastruktur pendidikan terbatas.

### **Pernyataan Masalah**

Infrastruktur pendidikan yang terbatas dan kurangnya kemampuan guru untuk menguasai teknologi merupakan hambatan utama dalam aplikasi teknologi dalam proses belajar mengajar geometri di Parepare. Keadaan ini menyebabkan prestasi siswa sekolah menengah dalam pembelajaran matematika di Parepare sangat rendah dari tahun ke tahun. Akibatnya, kesulitan siswa dalam belajar matematika di tingkat yang lebih tinggi atau di sekolah menengah atas terjadi, terutama tentang geometri. Masalah utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (a) Prestasi geometri yang rendah terutama siswa SMP
- (b) Belajar tidak didasarkan pada teori van Hiele
- (c) Pembelajaran belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi tinggi, karena keterbatasan infrastruktur pendidikan.

Untuk mengatasi masalah ini, peneliti setuju bahwa perlu untuk mengembangkan alat pembelajaran suportif (APS) dalam pembelajaran geometri terutama untuk siswa sekolah menengah pertama untuk meningkatkan PBG siswa. APS didasarkan pada teori van Hiele yang menekankan visualisasi dan fase pembelajaran, yang dapat dimanfaatkan di Parepare dengan memanfaatkan fasilitas yang ada dan berjalan dalam waktu singkat.

### **Permasalahan yang segera dijawab**

Dari Gambaran penjelasan, beberapa hal yang segera untuk dijawab adalah sebagai berikut:

- i. Bagaimana gambaran PBG van Hiele siswa SMP? Bagaimana tingkat pemikiran van Hiele diukur?
- ii. Bagaimana merancang model pembelajaran berbasis VPG yang praktis dan sesuai untuk membantu meningkatkan PBG van siswa SMP?
- iii. Bagaimana struktur dan konten yang sesuai untuk VPG?
- iv. Apakah VPG yang dikembangkan bekerja secara efektif dalam membantu siswa meningkatkan PBG nya?
- v. Bagaimana VPG berfungsi meningkatkan PBG siswa SMP?



## PEMBELAJARAN GEOMETRI

**G**eometri mengacu pada salah satu cabang matematika yang mencakup beberapa hukum matematika yaitu "hukum titik, garis, luas permukaan dan volume atau dengan makna lain yang berkaitan dengan hukum Euclidean" (Kamus Cambers, 1998).

Definisi di atas sejalan dengan Borowski dan Borwein (1989), yang merupakan konsep geometri yang dianggap sebagai dasar pembelajaran pada aspek hukum dan relevansi bentuk-bentuk geometri. Secara umum, ini dapat dianggap sebagai aksioma matematika yang mencakup aspek hukum dan relevansi bentuk-bentuk geometri sederhana, seperti geometri Euclidean. Mereka juga pelopor yang memulai metode pengajaran geometri melalui metode eksplorasi, konstruksi dan pemahaman konsep-konsep geometri, misalnya, konsep segitiga, bujur sangkar, belah ketupat, trapesium dan lingkaran.

Clements dan Battista (1992) mendefinisikan geometri sebagai "belajar tentang objek spasial, relevansi dan transformasi yang telah diformalkan dan melibatkan penggunaan aksioma sistem matematika untuk membangunnya". Dalam kaitannya dengan geometri dalam bentuk argumen spasial, mereka menyatakan bahwa argumen spasial melibatkan proses intelektual, misalnya representasi mental dari objek spasial dan hubungan antara hukum objek yang telah dibangun

atau dimanipulasi. Dengan kata lain, argumen geometri dan spasial adalah dua bentuk konsep matematika yang memiliki hubungan satu sama lain. Dalam penelitian ini, pemahaman siswa tentang objek geometri / spasial dan relevansinya antara hukum setiap objek akan dieksplorasi menggunakan beberapa instrumen yang telah dirancang.

### **Pentingnya Geometri**

Dewan Nasional Guru Matematika (NCTM, 1989) telah mempertimbangkan topik geometri sebagai topik yang sangat luas dan memiliki banyak kegunaan. Kemampuan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi tertentu dan menjelaskan hubungan spasial yang digunakan dalam teknik navigasi terutama teknik pengiriman, transportasi dan konstruksi. Analisis bentuk geometri dua dan tiga dimensi digunakan dalam topik-topik tertentu seperti topik arsitektur dan pemndangan. Oleh karena itu, topik geometri memiliki hubungan yang erat dengan berbagai topik matematika, terutama yang bersifat internal. Berikut adalah beberapa poin utama untuk mempelajari topik-topik geometri (NCTM, 1989), misalnya: (1) Dapat diterapkan secara komprehensif dalam topik-topik matematika, (2) Ini adalah salah satu kunci untuk belajar matematika dan (3) Eksplorasi geometri dapat mengembangkan keterampilan siswa pemecahan masalah. Argumen spasial adalah salah satu bentuk keterampilan pemecahan masalah. Ini karena keterampilan memecahkan masalah adalah salah satu aspek penting dalam pembelajaran matematika, (4) Topik geometri digunakan oleh berbagai individu seperti ilmuwan, arsitek dan insinyur dan (5) Topik geometri adalah topik yang menarik, sehingga dapat membantu meningkatkan kemampuan siswa dalam belajar matematika.

Sherard (1981) menjelaskan pentingnya mempelajari topik-topik geometri di tingkat sekolah menengah, yaitu: (1) Topik-topik geometri adalah salah satu keterampilan dasar dalam belajar matematika

karena membantu siswa untuk berkomunikasi tentang matematika. Sebagai contoh, sebagian besar kosa kata dalam pidato dan tulisan kita sehari-hari meliputi berbagai bentuk geometri seperti titik, garis, sudut, paralel, bidang, lingkaran, kotak, segitiga dan segi empat. Bentuk terminologi geometri ini dapat membantu kita berkomunikasi secara efektif, (2) Topik geometri memiliki banyak aplikasi penting dalam konteks kehidupan nyata. Pengukuran objek tertentu memerlukan penggunaan aplikasi geometri, (3) Topik geometri adalah aplikasi penting untuk beberapa topik matematika dasar seperti topik yang berkaitan dengan konsep aritmatika, aljabar dan statistik.

### **Kesulitan Belajar Geometri**

Topik geometri mencakup ruang lingkup yang sangat luas dan memiliki banyak aplikasi seperti kemampuan untuk menemukan dan menggambarkan hubungan spasial (digunakan dalam navigasi, pengiriman dan topik transportasi), transformasi dan simetri (digunakan dalam topik pemrograman grafik komputer). Battista (1999) dan Michelemore (2002) menemukan bahwa pembelajaran geometri sulit dan kebanyakan siswa gagal mengembangkan pemahaman yang cukup tentang konsep-konsep geometri, argumen geometri dan keterampilan pemecahan masalah geometri.

Salah satu lembaga internasional non-pemerintah yang sedang menjajaki kemampuan matematika dan sains siswa di seluruh dunia-sekali dalam 4 tahun adalah TIMSS. Laporan dari TIMSS pada tahun 2007 menunjukkan bahwa siswa di negara maju seperti; AS, Cina, Belanda dan Singapura memiliki tingkat pencapaian yang rendah dalam pertanyaan geometri. Usiskin (1987) juga menyatakan bahwa dari semua siswa yang terdaftar di sekolah menengah di AS hanya 63% dapat mengidentifikasi dengan benar berbagai jenis segitiga dan 30% dapat menulis bukti. Selain itu, lembaga pemerintah AS yang

disebut Penilaian Perkembangan Pendidikan Nasional (NAEP) atau penilaian kemajuan pendidikan nasional pada tahun 2009 menunjukkan bahwa siswa kelas 4 dan 8 di AS memiliki kemampuan yang rendah dalam menguasai konsep dasar geometri. Temuan NAEP juga mengungkapkan bahwa siswa kelas 4 berada di level rendah dalam mengidentifikasi foto dengan sangat rendah dan sangat rendah dalam pengenalan segitiga kongruen. Siswa kelas 8 mengalami kesulitan mengidentifikasi hasil gabungan dari dua bentuk dan berada di posisi bawah di bidang pemodelan situasi geometri dalam keadaan tertentu (Lee, Grigg & Dion, 2007).

Yerushalmy dan Chazan (1990) menemukan bahwa ada beberapa bentuk kesulitan yang dihadapi oleh siswa dalam topik geometri, yaitu; (1) Ketidakmampuan siswa dalam mengidentifikasi sudut siku-siku yang benar dalam bentuk orientasi yang tidak standar, (2) Ketidakmampuan siswa dalam menentukan bentuk segitiga yang sama kaki jika situs segitiga tidak pada garis horizontal, dan (3) ketidakmampuan siswa untuk menentukan sudut eksternal dari suatu segitiga yang diberikan. Ini terjadi karena siswa tidak memiliki kemampuan untuk menafsirkan diagram yang diberikan dengan benar dan mereka dikenal sebagai kesulitan visualisasi dalam belajar geometri.

Noraini & Tay (2004) juga menjelaskan beberapa faktor yang menyebabkan kesulitan dalam mempelajari topik-topik geometri; (1) Bahasa geometri, (2) Kemampuan visualisasi, dan (3) Metode pengajaran geometri tradisional. Berkenaan dengan kemampuan visualisasi, Noraini & Tay (2004) menekankan bahwa ada beberapa konsep geometri yang memerlukan kemampuan siswa untuk menafsirkan konsep geometri secara visual, misalnya konsep geometri dua dimensi dan konsep geometri tiga dimensi.

Hauptman (2010) juga mengkategorikan beberapa faktor yang menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami konsep-konsep geometri, yaitu: (1) Transisi dari konsep geometri dua dimensi ke konsep geometri tiga dimensi, (2) Ketidakmampuan untuk melukis objek spasial secara akurat, kosakata tentang geometri spasial, (4) kurangnya interaksi antara objek tiga dimensi dan (5) kurangnya keterlibatan proses verbal dalam belajar geometri tiga dimensi.

### **Kesulitan Belajar Geometri di Sekolah**

Selama dua belas tahun peneliti telah menjadi guru matematika SMA, menemukan bahwa siswa baru yang memasuki SMA untuk pertama kalinya memiliki masalah dalam mempelajari topik-topik geometri. Misalnya, seorang siswa yang tahu nama untuk bentuk geometri masih memiliki masalah dalam menjelaskan definisi dan hukum bentuk geometri. Temuan ini didukung oleh temuan Atabe (2008) yang menemukan bahwa pemahaman konsep geometri yang salah siswa disebabkan oleh faktor-faktor tertentu, yaitu: (1) Salah satu konsep geometri, (2) Ketidaktepatan terminologi geometri, (3) Ketidaktepatan klasifikasi geometri dasar dan (4) Pelanggaran hukum dari bentuk bentuk geometri. Clements dan Battista (1992) mencatat bahwa sebagian besar siswa AS yang pindah dari sekolah dasar ke sekolah menengah tidak cukup untuk mengidentifikasi dan memberi nama bentuk-bentuk geometri, secara akurat menulis simbol-simbol geometri, secara akurat mengukur dan menggambar bentuk-bentuk geometri dan menggunakan rumus-rumus geometri secara akurat. Clements dan Battista (1992) juga menekankan bahwa sebagian besar kurikulum matematika yang digunakan tidak mempertimbangkan aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan aspek pemecahan masalah konsep geometri.

### - Kurikulum dan Pelaksanaannya

Bentuk pendidikan di Indonesia terbagi menjadi tiga jenis tingkatan, yaitu pendidikan dasar (SD dan SMP), pendidikan menengah (SMA) dan Pendidikan Tinggi (PT). Sekolah Dasar dilaksanakan selama enam tahun (Kelas 1- Kelas 6), Sekolah Menengah Pertama dilaksanakan selama tiga tahun (Kelas 7 Kelas 9) dan SMA diadakan selama tiga tahun (Kelas 10-Kelas 12). Selanjutnya, pendidikan tinggi dibagi menjadi beberapa bentuk utama akademik (tiga tahun), politeknik (tiga tahun), sekolah menengah (empat tahun), institut (empat tahun) dan universitas (empat tahun untuk gelar pertama).

Menurut Nasution (2008), kurikulum adalah suatu bentuk perencanaan dan pengorganisasian tujuan, isi, metode dan alat bantu pengajaran yang digunakan sebagai salah satu pedoman untuk melakukan kegiatan mengajar untuk mencapai tujuan pendidikan yang dinyatakan. Sasaran ditetapkan sejalan dengan sasaran pendidikan nasional, bidang keahlian, potensi kabupaten dan negara, satuan pendidikan dan siswa. Oleh karena itu, bentuk kurikulum yang disediakan oleh unit pendidikan memungkinkan pemeliharaan program pendidikan sesuai dengan potensi dan kebutuhan daerah tertentu. Sejak Indonesia merdeka, kurikulum yang ada di Indonesia telah mengalami beberapa perubahan (Nasution, 2008), yaitu:

- (a) Kurikulum 1947 (Lesson Planner)
- (B) Kurikulum 1952 (Rencana Pelajaran Diabaikan)
- (c) Kurikulum 1964 (Rencana Pendidikan)
- (d) Kurikulum 1968
- (e) Kurikulum 1975

(f) Kurikulum 1984 (Cara Belajar Siswa Aktif atau CBSA)

(g) Kurikulum 1994

(h) Kurikulum 2002 (Kurikulum Berbasis Kompetensi atau KBK)

(i) kurikulum 2005 (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan atau KTSP)

(j) Kurikulum 2013

Kurikulum 2013 adalah penyempurnaan dari kurikulum KTSP, dan kini telah diterapkan di seluruh Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Tahun 2016. Meskipun implementasi Kurikulum 2013 dalam sistem pendidikan Indonesia tidak memberikan perubahan pada kurikulum sebelumnya, itu menekankan perubahan mendasar dalam sistem pendidikan. Kurikulum 2013 membutuhkan perubahan paradigma pengajaran dan pembelajaran yang tidak hanya melibatkan perubahan dalam pengajaran dan sekolah, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek pemikiran, filosofi, komitmen guru, sekolah dan pemangku kepentingan pendidikan.

Kurikulum 2013 menganggap guru sebagai fasilitator dan mediator bagi pembelajaran siswa. Perhatian utama dalam pembelajaran siswa tidak dilihat dari sudut pandang guru dan siswa. Di antara fungsi fasilitator dan mediator adalah, (1) memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa, (2) memberikan kegiatan yang dapat merangsang rasa ingin tahu siswa, (3) membantu siswa dalam menyumbangkan ide dan (4) meninjau dan mengevaluasi kelulusan siswa.

Berikut adalah topik-topik geometri yang telah diajarkan di setiap tingkat pendidikan di Indonesia berdasarkan kurikulum 2013:

(a) SD (Kelas 1-6); Menghitung panjang ,lebar dan luas bangun datar, mengidentifikasi bentuk-bentuk geometri sederhana, menemukan rumus-rumus bangun datar sederhana, menentukan luas dan volume bangun ruang.

(b) SMP (Kelas 7-9); mengidentifikasi hubungan antara garis dan sudut, segitiga dan segiempat, teorema Pitagoras, elemen lingkaran, rumus kubus,balok, silinder, prisma dan prisma dan menentukan luas dan volume bangun ruang.

(c) SMA (Kelas 10-12); posisi, jarak, dan ukuran sudut untuk titik, garis, dan bentuk jaring-jaring bangun tiga dimensi, vektor, dan transformasi geometri.

Meskipun kurikulum matematika yang digunakan di Indonesia berorientasi pada pendekatan yang berpusat pada siswa, itu masih merupakan pendekatan berorientasi tes. Oleh karena itu, ada kesulitan dalam mengajar siswa tentang memahami konsep dengan benar. Ini karena para guru lebih cenderung memperhatikan ujian tahun terakhir.

#### - **Penggunaan Buku Teks**

Secara umum di Indonesia, isi kurikulum matematika terdapat pada buku teks matematika. Biasanya, ini digunakan sebagai panduan pengajaran untuk guru dan tugas untuk siswa. Oleh karena itu, buku teks yang digunakan oleh siswa Indonesia belum didasarkan pada teori yang diajukan oleh van Hiele. Buku-buku teks geometri yang unggul perlu menjadi pengulangan utama masalah-masalah utama sejak topik tersebut diperkenalkan (van Hiele, 1986). Implementasi siklus kurikulum serta pengamatan tingkat pemikiran siswa juga harus ditekankan dalam penyusunan buku teks.

Perumusan buku teks khususnya geometri yang memperhatikan teori van Hiele (1986) telah digunakan oleh sebagian besar negara ,terutama negara yang telah mengadaptasi kurikulum mereka dengan teori yang diajukan oleh van Hiele.

Berdasarkan pengalaman peneliti, mengandalkan sepenuhnya pada buku teks yang ada sekarang harus dihindari oleh guru. Ini karena buku teks yang ada sekarang belum sepenuhnya disusun berdasarkan teori van Hiele, seharusnya guru harus lebih menekankan pada aspek dan metodologi kunci yang disarankan van Hiele.

### **Pelaksanaan Pengajaran dan Pembelajaran**

Dalam konteks ruang kelas, isi kurikulum harus diterjemahkan ke dalam pengalaman belajar siswa. Ini karena guru biasanya menerjemahkan isi kurikulum melalui pemilihan, persiapan dan pengungkapan berbagai kegiatan pengajaran kepada siswa (Cogan & Schmidt, 1999; Kilpatrick, Swafford & Findell, 2001). Penemuan Evans sebelumnya(1959) juga mendukung temuan ini dengan menekankan bahwa "individu-individu penting yang dapat mewujudkan sistem pendidikan yang diharapkan secara efektif adalah guru." Ini berarti bahwa pengalaman belajar seorang siswa tergantung pada pengetahuan isi kandungan pedagogi (Pedagogical Content Knowledge atau PCK) guru.

Sebagian besar peneliti menemukan bahwa metode pengajaran di kelas sangat tergantung pada PCK mereka (Cogan & Schmidt, 1999; van der Sandt & Nieuwoudt, 2003). Sebagai contoh, kesulitan dalam belajar matematika untuk topik-topik geometri adalah karena guru memiliki pengetahuan yang rendah. Pengetahuan yang diperoleh siswa dan pemahaman guru tentang pengetahuan memengaruhi bentuk pengajaran yang dilakukan di kelas (Vacc & Bright, 1999). Sayangnya, strategi pengajaran tradisional tidak menekankan pada

aspek pemahaman guru tentang aspek pemikiran matematika siswa (Mansfield & Happs, 1996).

Sebuah survei awal oleh para peneliti pada tahun 2010 menemukan bahwa sebagian besar matematikawan masih menggunakan pola pengajaran tradisional dalam pengajaran topik-topik geometri. Para guru ditemukan tidak memiliki penekanan pada pemikiran logis, argumen dan pemahaman dalam pengajaran topik-topik geometri. Penggunaan argumen deduktif biasanya digunakan dalam mempelajari konsep geometri Euclidean. Siswa jarang diberi kesempatan untuk mengeksplorasi konsep geometri secara mandiri. Pendekatan ini yang menyebabkan siswa memiliki perasaan fobia dalam mempelajari topik-topik geometri.

# PEMBELAJARAN GEOMETRI BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

**T**eori van Hiele dikembangkan oleh dua pendidik Belanda, Piere Marie van Hiele dan Dina van Hiele-Geldof di Universitas Utrecht pada tahun 1957. Pada tahun 1973, Freudenthal menerbitkan teori ini dalam bukunya yang berjudul *“Mathematics as an Educational Task”*, kemudian pada 1976 Wirszup menerbitkan artikel perbaikan tentang teori ini. Selanjutnya pada tahun 1979 Hoffer menulis tentang teks-teks geometri sekolah menengah yang kemudian memperkenalkan PBG pada tahun 1981 (Usiskin, 1982).

Usiskin (1982) menyatakan bahwa teori van Hiele dapat dibagi menjadi tiga aspek utama yaitu adanya peringkat, sifat tiap peringkat dan pergerakan dari satu peringkat ke peringkat berikutnya.

## **PBG van Hiele**

Berdasarkan teori van Hiele, ada lima tahapan/peringkat utama dalam memahami topik geometri, yaitu: Pengenalan (L0), Analisis (L1), pengurutan (L2), deduksi(L3) dan Akurasi (L4). Deskripsi lima pemikiran ini adalah sebagai berikut (Usikin, 1982):

#### (a) Tingkatl Pengenalan (L0)

Tahap ini juga dikenal sebagai tingkat dasar, tahap holistik, dan tingkat visual. Pada tahap ini, siswa hanya mengidentifikasi bentuk geometri berdasarkan karakteristik dan fitur visual. Siswa tidak hanya fokus pada objek geometri yang mereka lihat, tetapi mereka juga lebih cenderung melihat objek secara keseluruhan. Dengan demikian, siswa tidak dapat memahami dan menentukan sifat dasar dari bentuk-bentuk geometri yang diberikan pada tahap ini.

#### (B) Tingkat Analisis (L1)

Level ini dikenal sebagai level deskriptif. Peringkat ini melibatkan proses menganalisis konsep dan hukum untuk bentuk geometri yang diberikan. Sebagai contoh, siswa dapat mempelajari bentuk-bentuk geometri dengan mengamati, mengukur, bereksperimen, melukis dan membuat model. Namun, siswa masih belum dapat menjelaskan hubungan antara objek geometri yang berbeda.

#### (c) Tingkat Pengurutan (L2)

Peringkat ini dikenal sebagai peringkat abstrak / rasional, peringkat teoretis, peringkat relevansi, dan peringkat deduksi informal. Pada tahap ini, siswa dapat membuat koneksi antara berbagai bentuk geometri. Selain itu, siswa juga dapat mendeteksi sifat umum dari bentuk geometri tertentu dan mengklasifikasikannya dalam bentuk hirarkis.

#### (d) Tingkat Deduksi (L3)

Peringkat ini juga dikenal sebagai deduksi formal. Siswa memahami deduksi secara signifikan dan peran postulat, teorema dan bukti. Secara khusus, bukti dapat ditulis melalui pemahaman yang benar.

#### (e) Tingkat Akurasi (L4)

Siswa memiliki kemampuan untuk berdebat melalui penjelasan dan perbandingan yang dibuat dengan sistem aksiomatik geometri. Mereka menunjukkan kemampuan untuk berdebat dalam pembentukan model yang diinginkan.

### **Sifat-sifat pada PBG van Hiele**

Van Hiele telah merinci karakter modelnya agar pendidik mudah memahami bentuk pemikiran PBG dalam memahami materi geometri (Crowley, 1987):

#### (a) Terurut

Siswa harus melalui setiap peringkat secara berurutan. Agar siswa mampu pada peringkat atas, mereka harus menguasai peringkat-peringkat sebelumnya.

#### (b) Kemajuan

Kemajuan di setiap tingkat dipengaruhi oleh materi dan metode pengajaran yang diterima oleh siswa. Tak satu pun dari metode pengajaran yang memungkinkan penghilangan bagian materi yang seharusnya dipelajari. Ini karena ada beberapa bagian yang nanti akan mengalami kesulitan sehingga menyebabkan tidak menemukan sesuatu yang baru. Misalnya, kaedah pengajaran geometri yang hanya mengkehendaki pelajar untuk menghafal semata-mata tidak akan menjurus kepada pemahaman konsep geometri yang dikehendaki.

#### (c) Intrinsik dan ekstrinsik

Bentuk geometri yang dipelajari pada level sebelumnya memiliki hubungan yang dekat pada level berikutnya. Sebagai contoh, bentuk geometri pada level L0 akan digunakan untuk memahami sifat-sifat geometri pada level L1.

#### (d) Linguistik

Setiap level memiliki simbol atau bentuk bahasa yang digunakan untuk mewakili bentuk geometri tertentu. Oleh karena itu, bentuk bahasa yang telah digunakan pada level sebelumnya akan dimodifikasi dan digunakan pada level berikutnya. Sebagai contoh, setiap bentuk geometri tertentu memiliki lebih dari satu nama seperti persegi dan persegi panjang. Pada tahap pertama, siswa dapat mengasumsikan bahwa kuadrat sama dengan persegi panjang. Namun, pada tahap selanjutnya siswa dituntut untuk memahami perbedaan yang ada antara persegi dan persegi panjang.

#### (e) Ketidakcocokan

Jika metode pengajaran yang diterima oleh siswa tidak sejalan dengan tingkat yang telah dikuasai siswa, maka pembelajaran tidak mungkin dilakukan. Secara khusus, jika metode pengajaran, alat bantu pengajaran, konten dan kosakata geometri yang digunakan lebih tinggi dari kemampuan siswa, situasinya tidak akan memungkinkan pembelajaran apa pun terjadi.

### **Tahap Pembelajaran van Hiele**

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, PBG van Hiele tidak tergantung pada usia dan kematangan seorang siswa. Oleh karena itu, metode dan pengaturan pengajaran adalah aspek yang perlu diperhatikan dalam mengimplementasikan pengajaran di kelas. Ada lima urutan fase pembelajaran yang akan terjadi berdasarkan van Hiele (Usiskin, 1982): (a) Fase Informasi (F1)

Pada tahap ini, interaksi dua arah antara guru dan siswa perlu dikembangkan untuk memahami bentuk-bentuk geometri tertentu seperti observasi, pemecahan masalah dan memahami kosa kata bentuk geometri.

#### (b) Fase Orientasi (F2)

Siswa mengeksplorasi topik-topik geometri yang telah disusun oleh para guru. Kegiatan ini harus dapat memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi bentuk geometri untuk belajar. Oleh karena itu, bentuk tugas sederhana memungkinkan siswa untuk menguasai tingkat ini.

#### (c) Fase Penjelasan (F3)

Berdasarkan pengalaman masa lalu, siswa mengekspresikan dan bertukar pikiran tentang bentuk geometri yang telah diamati. Pada tahap ini, guru hanya bertindak sebagai fasilitator / fasilitator.

#### (d) Fase Orientasi Independen (F4)

Siswa bekerja untuk memecahkan masalah yang lebih kompleks, seperti masalah terbuka. Siswa sedang bekerja untuk menyelesaikan masalah. Dengan re-orientasi, siswa dapat memahami hubungan yang ada antara berbagai bentuk geometri secara eksplisit.

#### (e) Fase Integrasi (F5)

Siswa meninjau dan merangkum apa yang telah mereka pelajari dengan membuat hubungan antara bentuk-bentuk geometri yang telah dipelajari. Guru memainkan peran mereka dalam membantu siswa untuk mensintesis setiap bentuk geometri yang telah mereka pelajari. Namun, bentuk sintesis yang dilakukan di sini tidak memberikan perubahan pada konsep geometri yang telah dipelajari.

Setelah fase 5 ini, siswa telah mampu mengembangkan pemikiran baru tentang konsep geometri tertentu. Misalnya bentuk pemikiran baru yang telah dikonstruksikan akan menggantikan pemikiran lama yang telah digunakan pada peringkat sebelumnya.

Studi ini hanya berfokus pada tiga tahap pertama, karena beberapa peneliti sebelumnya menyatakan bahwa kegiatan belajar di sekolah dasar dan menengah dimulai dari tingkat L0 hingga L2, misalnya; Crowley (1987), Teppo (1991) dan van de Walle (2004).

### **Pengajaran Geometri Menggunakan Modul Pembelajaran**

Widdiharto (2004) menyatakan bahwa ada banyak model pembelajaran matematika yang berbeda, seperti; model penemuan, pemecahan masalah, model kooperatif, model kontekstual, model konstruktivisme dan model pengajaran langsung. Penggunaan modul dalam pembelajaran dapat menggabungkan beberapa model pembelajaran di atas. Misalnya Mohini Muhammad & Esmawahida Multar (2012) yang telah menggabungkan model penemuan, kooperatif dan konstruktivisme dalam pengembangan modul pembelajaran geometri berbasis web.

The Rice University School Mathematics Project atau RUSMP (2004) telah menggambarkan efektivitas modul geometri dalam membantu para guru mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep geometri yang akan diajarkan kepada siswa. Ini juga dapat digunakan untuk membantu guru dalam mengembangkan metode pedagogis yang digunakan untuk mengajarkan konsep-konsep geometri kepada siswa sesuai dengan keinginan dan aspirasi dari kurikulum matematika. RUSMP juga menjelaskan pentingnya modul geometri dalam memamerkan perilaku geometri yang diperlukan sesuai dengan teori van Hiele. Ini karena dapat digunakan sebagai dasar kesuksesan bagi siswa dalam mempelajari konsep geometri dengan baik.

Fuys et al. (1988) telah mengembangkan tiga bentuk modul pengajaran geometri berdasarkan teori van Hiele. Para peneliti ini telah membuat modul pengajaran yang mencakup level van Hiele.

Untuk menilai modul ini, setiap level yang dijelaskan sebelumnya dalam teori van Hiele telah dimasukkan (Fuys et al., 1988).

Dalam Modul 1, Fuys et al. (1988) menggabungkan konsep dasar geometri (paralelisme, bentuk sudut dan kongruen) dan hukum segi empat. Pengukuran sudut seperti hukum segitiga dan segiempat dimasukkan dalam Modul 2. Modul 3 mencakup bidang bentuk geometri dua dimensi. Beberapa bentuk kegiatan pengajaran telah dikembangkan untuk menggunakan modul pengajaran. Misalnya, kegiatan Modul 1 melibatkan klasifikasi, identifikasi, dan kategorisasi bentuk hukum geometri dua dimensi. Peneliti menemukan bahwa konten dan kegiatan modul di atas secara khusus terkait dengan penelitian ini, karena mereka sepenuhnya menggunakan instrumen yang tepat untuk penilaian geometri pemahaman siswa. Meskipun Fuys et al. (1988) tidak menyusun daftar apa yang bisa digambarkan oleh van Hiele, desain pengajaran modul yang sederhana memungkinkan para peneliti untuk mengisolasi dan mengartikulasikan apa yang menjadi bukti dari fase-fase van Hiele yang dapat digunakan untuk menganalisis kegiatan dalam pengaturan pengajaran sesuai dengan teori van Hiele. McInerney & Melnerney (2002) menyatakan bahwa tidak ada metode pengajaran khusus pada topik geometri yang sesuai untuk setiap siswa. Ini karena setiap metode pengajaran hanya cocok untuk digunakan dalam konteks tertentu. Gagasan ini menuntut pemikiran yang luas dalam upaya membangun kerangka kerja di mana praktik pembelajaran guru dapat dianalisis. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan modul dalam membangun VPG, menerapkan berbagai model pembelajaran matematika dan model untuk modul yang dikembangkan oleh Fuys et al. (1988).

## **Penelitian tentang Penggunaan Teori Van Hiele dalam Pembelajaran**

Usiskin (1982) menggunakan teori van Hiele untuk menjelaskan kesulitan yang dialami siswa dalam belajar dan menguasai topik-topik geometri di kelas. Temuan Usiskin (1982) menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan siswa dalam topik-topik geometri dipengaruhi oleh PBG van Hiele milik mereka.

Mayberry (1983) melakukan penelitian pada 19 guru sekolah dasar pra-jabatan. Temuan Mayberry (1983) menunjukkan bahwa 70% dari mereka yang memiliki masalah dalam menguasai tingkat L4 dari tingkat berpikir (kesombongan) van Hiele. Ini berarti bahwa guru masih menunjukkan ketidakmampuan yang signifikan dalam mempelajari tingkat L4 van Hiele. Penelitian ini telah memperkuat pernyataan sebelumnya bahwa siswa tidak memiliki kemampuan untuk menguasai PBG van Hiele yang lebih tinggi jika mereka belum menguasai PBG van Hiele sebelumnya.

Burger dan Shaughnessy (1986) telah menilai pertanyaan spesifik tentang teori van Hiele dalam pembelajaran geometri. Pertama, membahas keutamaan tahap van Hiele dalam menjelaskan proses berpikir siswa untuk topik-topik geometri. Kedua, ia mencoba menjelaskan bentuk perilaku siswa yang dipengaruhi oleh PBG van Hiele yang relevan. Ketiga, buat prosedur wawancara untuk menunjukkan tingkat argumen yang mendominasi penugasan geometri tertentu. Temuan Burger dan Shaughnessy (1986) mendukung deskripsi dan fitur yang terkandung dalam teori van Hiele, yang merupakan teori van Hiele paling cocok untuk penggunaan argumen siswa tentang poligon.

Fuys et al. (1988) menekankan bahwa siswa harus melalui tahap van Hiele secara berurutan. Jika tidak, kondisi ini akan menyebabkan siswa tidak dapat menyelesaikan masalah geometri pada tingkat yang

lebih tinggi. Ini karena setiap level van Hiele memiliki simbol / bentuk bahasa khas yang harus dikuasai siswa.

Senk (1989) telah menilai hubungan antara pencapaian penulisan bukti geometri dan peringkat van Hiele. Temuan Senk (1989) menunjukkan bahwa ada korelasi positif antara pencapaian penulisan bukti geometri dan siswa SMA PBG van Hiele.

Gutiérrez et al. (1991) melakukan penelitian terhadap 9 siswa kelas 8 dan 41 guru sekolah dasar pra-jabatan. Tujuan utama dari studi mereka adalah untuk menemukan metode alternatif pada siswa PBG van Hiele yang terletak di antara dua tingkat berturut-turut van Hiele. Temuan mereka membuktikan bahwa PBG van Hiele adalah bentuk berkelanjutan.

Mason (1998) melakukan penelitian tentang pemahaman dan argumen geometri terhadap 120 siswa berprestasi kelas 6 dan kelas 8. Temuan Mason menunjukkan bahwa siswa memiliki prestasi yang lebih tinggi dalam tes geometri van Hiele meskipun siswa masih di kelas 6. Mason juga menemukan bahwa tes geometri van Hiele dapat membedakan orang yang berprestasi dan berprestasi rendah.

Siyepu (2005) melakukan penelitian tentang teori van Hiele untuk mengeksplorasi masalah geometri yang dihadapi oleh siswa kelas 11. Temuan Siyepu (2005) menunjukkan bahwa sebagian besar siswa kelas 11 masih tidak siap dengan konsep dan bukti geometri abstrak. Genz (2006) melakukan penelitian untuk menentukan pemahaman geometri siswa menggunakan tingkat van Hiele dan menjawab lebih lanjut apakah ada perbedaan antara kurikulum standar dan kurikulum non-standar. Temuan Genz (2006) menunjukkan bahwa siswa masih belum memahami konsep geometri meskipun mereka telah terkena konsep di sekolah menengah.

Atebe dan Schäfer (2008) melakukan penelitian untuk menjelaskan geometri PBG van Hiele untuk Kelas 10, Kelas 11 dan Kelas 12. Temuan mereka menunjukkan bahwa sebagian besar siswa sekolah menengah memiliki pemahaman yang rendah tentang konsep geometri level L0 dan L1 di PBG van Hiele.

## VISUALISASI DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI

**S**ejak kecil, anak-anak telah berusaha menemukan makna dalam kehidupan mereka. Anak-anak biasanya menggunakan pengalaman baru yang didapat untuk memberi makna pada kehidupan mereka. Cleaments (2004) menyatakan bahwa anak-anak telah berinteraksi dengan lingkungannya sejak lahir. Ini berarti bahwa anak-anak ini memiliki pengetahuan tentang bentuk geometri dalam kehidupan sehari-hari mereka. Metode pengajaran secara formal membatasi pemikiran siswa pada bentuk-bentuk geometri yang dipelajari. Biasanya, orang dewasa seperti guru berpendapat bahwa topik geometri adalah mata pelajaran akademik yang menekankan aspek bentuk dan formula. Jadi, topik geometri mencakup beberapa aspek kunci dari definisi, pembuktian, dan perhitungan. Oleh karena itu, kesan seperti itu adalah penyebab utama yang menyebabkan siswa menghadapi kesulitan dalam mempelajari topik-topik geometri.

Konsep, ide, dan metode matematika memiliki kaitan erat dengan bentuk visualisasi. Guzman (2008) membuktikan bahwa penggunaan bentuk visualisasi ini dapat membantu siswa dalam memahami konsep geometri dengan baik. Noraini & Tay (2004) melakukan

penelitian tentang kesulitan belajar geometri siswa. Temuan Noraini & Tay (2004) menunjukkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam mempelajari konsep geometri tiga dimensi jika mereka tidak menguasai konsep geometri dua dimensi sebelumnya.

Guzman (2008) menekankan bahwa ide dasar analisis matematika adalah melalui kemampuan visualisasi. Para ahli telah mengidentifikasi bahwa metode visualisasi penting digunakan untuk bentuk geometri abstrak. Oleh karena itu, penggunaan alat visual sangat penting untuk digunakan sebagai salah satu metode visualisasi karena memungkinkan siswa untuk memanipulasi dan mengendalikan konsep-konsep geometri yang dipelajari.

Metode visualisasi merupakan aspek penting dalam mempelajari konsep matematika yang dipelajari. Ini karena itu adalah dasar pembelajaran bagi setiap manusia. Setiap kegiatan matematika biasanya membutuhkan siswa untuk memiliki kemampuan visualisasi yang baik.

Guzman (2008) membagi beberapa bentuk metode visualisasi; (1) Visualisasi Isomorpisme (Visual Isomorfik atau hanya VI) dapat dilakukan dengan memanipulasi objek geometri secara visual karena mereka dapat mengubah bentuk objek geometri abstrak menjadi bentuk geometri konkret. (2) Visualisasi Homeomorpism (Visual Homeomorphism atau VH) mengacu pada metode untuk mendukung dan membimbing imajinasi siswa dalam membuat asumsi dan bukti. (3) Visualisasi Analogi (Visual Analogic atau hanya VA) mengacu pada metode visualisasi yang dapat membantu dalam membangun hubungan antara konsep-konsep geometri yang dipelajari. (4) Visualisasi Diagrammatic Visual (VR) mengacu pada metode visualisasi dalam bentuk diagram untuk membantu siswa dalam memvisualisasikan bentuk geometri yang dimaksudkan.

Studi telah menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara kemampuan spasial dan prestasi geometri siswa (Noraini, 1998). Selanjutnya Kabanova & Meller (1970) menyatakan bahwa penguasaan teorema geometri memiliki hubungan yang erat dengan pengembangan gambar spasial siswa. Sebagai contoh, seorang siswa telah menggunakan VR untuk mempelajari konsep pemeriksaan geometri.

Banyak peneliti menemukan bahwa ada korelasi positif antara kemampuan spasial dan prestasi matematika siswa dari semua tingkatan. Untuk guru sekolah dasar pra-jabatan, metode kunjungan berkaitan dengan metode pemecahan masalah (Battista et al., 1982). Metode visualisasi mampu meningkatkan lingkungan digital di antara yang berprestasi tinggi dan berprestasi rendah (Smith et al., 2009). Dixon (1995) sebelumnya telah menunjukkan bahwa metode visualisasi tidak hanya dapat membantu meningkatkan prestasi geometri siswa, tetapi juga dapat digunakan untuk menjembatani kesenjangan antara berprestasi tinggi dan berprestasi rendah. Olkun et al. (2005) mendukung pendapat Dixon (1995) yang menekankan bahwa metode visualisasi dapat membantu siswa dari berbagai status sosial ekonomi.

### **Media Pembelajaran**

Media adalah segala sesuatu yang menengah atau mengirim informasi dari pengirim pesan ke penerima pesan (Dadang, 2009). Untuk menyampaikan pesan pembelajaran guru kepada guru, guru biasanya menggunakan alat bantu mengajar dalam bentuk gambar, model, atau alat lain yang dapat memberikan pengalaman nyata, motivasi belajar, dan meningkatkan daya serap atau pengetahuan yang kita miliki sebagai alat bantu visual. Sejauh ini ada beberapa jenis media pembelajaran, yaitu: (a) Media auditive, adalah media yang hanya mengandalkan kemampuan suara, seperti radio, tape recorder, disc;

(B) Media visual, adalah media yang hanya mengandalkan indera penglihatan. Media visual ini menampilkan gambar diam seperti film strip (film), slide (bingkai foto), gambar atau lukisan, dan cetak. Ada juga media visual yang menampilkan gambar atau simbol yang bergerak seperti film bisu, dan film kartun; (c) Media audio visual, adalah media yang memiliki elemen suara dan elemen gambar bergerak seperti film dan kaset video.

### **Pembelajaran Multimedia**

Sejalan dengan perkembangan teknologi komunikasi dan informasi, media pembelajaran dapat dibuat dengan menggabungkan suara, gambar, teks dan multimedia pembelajaran interaktif. Menurut Smaldinio. et.al (2005) terdiri dari media tradisional dalam kombinasi atau digabungkan dalam komputer sebagai cara menampilkan teks gambar, grafik, suara dan video. Lebih lanjut, Munadi (2008) menyatakan bahwa pembelajaran multimedia adalah media yang dapat melibatkan banyak indera dan organ selama proses pembelajaran.

Dalam buku yang sama Munadi (2008), menampilkan beberapa keunggulan penggunaan multimedia, yaitu: 1) Mampu menampilkan objek yang tidak secara fisik hadir atau disebut dengan citra. 2) Memiliki kemampuan untuk menggabungkan semua elemen media seperti teks, video, animasi, gambar, bagan, dan suara menjadi satu kesatuan presentasi yang terintegrasi. 3) Memiliki kemampuan untuk mengakomodasi peserta didik sesuai dengan modalitas belajar mereka terutama bagi mereka yang memiliki penglihatan, pendengaran, kinestetik atau lainnya. 4) Mampu mengembangkan materi pembelajaran terutama membaca, mendengarkan dan melakukan perintah tertentu (interaktif).

#### 2.5.2 Penggunaan Video dalam Pembelajaran

Menurut Jamaluddin & Zaidatun (2003), video adalah salah satu elemen multimedia paling dinamis dan realistis dari unsur-unsur lainnya dan merupakan kombinasi dari berbagai media (seperti teks, grafik, audio dan sebagainya) dalam satu media. Selanjutnya Jamaluddin. H & Zaidatun. (1) informasi yang lebih realistis, (2) mampu merangsang berbagai indera, (3) meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar, (4) memfasilitasi proses pengulangan, (5) ) mampu mencapai emosi dan mengubah sikap, (6) memberikan kekuatan kepada siswa, (7) mengembangkan keterampilan lebih cepat, dan (8) menghemat waktu, energi, dan pengeluaran.

Pentingnya menggunakan video dalam pembelajaran juga telah disarankan oleh Baggett (1984) bahwa dengan menggunakan video sebagai media pembelajaran, siswa tidak hanya dapat membangun representasi mental dari semantik sebuah cerita baik audio maupun visual, tetapi ternyata ketika disajikan bersama, masing-masing sumber memberikan informasi tambahan dan pelengkap yang mempertahankan beberapa fitur dari sistem simbol asli. Sejalan dengan itu, Cennamo (1993) juga menunjukkan bahwa presentasi video harus dirancang untuk meningkatkan upaya mental siswa dan melibatkan siswa dalam pembelajaran aktif. Peneliti lain yang telah membuktikan keefektifan video dalam belajar di antara mereka; Dusenbury, Hansen & Giles (2003), Choi & Johnson, (2005). Pentingnya menggunakan video dalam pembelajaran matematika telah dibuktikan dalam temuan penelitian bahwa pembelajaran video memiliki dampak positif pada sikap dan motivasi siswa (Yeong, 2006).

### **Pentingya Visualisasi**

Kesulitan siswa dalam belajar geometri terjadi di berbagai negara. Untuk mengatasi masalah ini beberapa negara telah mengadopsi konsep teori van Hiele dalam kurikulum sekolah dan pembelajaran di kelas. Efektivitas teori ini telah dibuktikan oleh beberapa penelitian,

seperti Brown (1999), Baynes (1999), Chong (2001), Tay (2003) dan Noraini et. al (2004). Gagasan konseptual dan metode geometri berhubungan erat dengan bentuk visual (Guzman, 2008). Oleh karena itu, dalam pembelajaran geometri, visualisasi harus dilakukan secara maksimal dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada. Pentingnya visualisasi dalam pembelajaran telah dibuktikan oleh beberapa peneliti matematika seperti; Dixon (1995), Olkun et. al (2005) dan Smith et. al (2009).

## POTRET RANCANGAN RISET PERINGKAT BERPIKIR GEOMETRI (PBG) BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

**S**ebuah rancangan riset dilakukan untuk segera menjawab masalah-masalah yang mendesak di awal bab mengenai bagaimana: (a) mengetahui peringkat Berpikir Geometri (PBG) van Hiele siswa SMP, (b) Membuat dan mengembangkan Video Pembelajaran Geometri (singkatan VPG) yang dapat membantu meningkatkan PBG van Hiele siswa SMP, (c) Mengetahui efektivitas VPG dalam membantu siswa meningkatkan PBG van Hiele mereka, dan (iv) Mengetahui bagaimana VPG bekerja dalam membantu siswa meningkatkan PBG van Hiele mereka

Riset ini adalah studi tentang pengembangan media pembelajaran menggunakan modul yang dikenal sebagai modul pembelajaran geometri yang menekankan pada teori van van Hiele. Diharapkan bahwa ini dapat menjadi alternatif pengajaran dan pembelajaran geometri untuk siswa sekolah menengah pertama, terutama dikembangkan untuk daerah dengan infrastruktur dan teknologi

pendidikan terbatas berdasarkan fasilitas yang ada. Alat-alat ini diharapkan dapat meningkatkan PBG siswa dari satu tingkat ke tingkat berikutnya yang berarti meningkatkan kemampuan geometri siswa.

Riset yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dimana penulis mengidentifikasi dan menjelaskan PBG van Hiele siswa SMP. Lokasi yang ditetapkan penulis bertempat di Parepare Sulawesi Selatan. Selanjutnya, peneliti merancang alat pembelajaran yang dapat meningkatkan PBG van Hiele siswa SMP.

Ada lebih dari 100 model Desain Sistem Instruksional yang berbeda. Namun, sebagian besar model tersebut adalah model generik dari "ADDIE" yang merupakan kependekan dari *Analisis, Desain, Development, Implementation, and Evaluation* (Allen, 2006). Oleh karena itu, dalam melakukan penelitian ini lima tahap model ADDIE digunakan secara berurutan: (a) Level 1: Penelitian Awal dan Analisis Kinerja Utama, (b) Level 2: Desain VPG, (c) Level 3: Pengembangan VPG, (d) Level 4: Melaksanakan Pembelajaran Menggunakan VPG, (e) Level 5: Mengevaluasi Efektivitas VPG. Ringkasan kegiatan yang dilakukan untuk setiap tahap penelitian dijelaskan sebagai berikut:

(a) Tahap 1: Penelitian Pendahuluan dan Analisis Informasi Penting

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang topik-topik geometri yang sulit dipelajari dan diajarkan dengan mewawancarai beberapa siswa dan guru matematika senior di Parepare. Penelitian lebih lanjut dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang infrastruktur sekolah, kemampuan guru untuk menggunakan TIK dalam pembelajaran, dan keterampilan geometri dasar siswa Kelas 9 di Parepare. PBG Siswa SMP diperoleh dengan memberikan pre-tes menggunakan tes van Hiele Geometry (vHGT) dalam rangka menjaring siswa untuk penentuan klasifikasi sampel. Akhirnya, analisis dokumen

kurikulum juga merupakan salah satu informasi penting dalam pembuatan modul pembelajaran.

(b) Tahap 2: Desain VPG

Pada tahap ini modul pembelajaran dikembangkan berdasarkan informasi yang diperoleh di Tahap 1, selanjutnya dibagi menjadi 3 modul berdasarkan peringkat Berpikir geometri vani Hiele, yaitu: Modul 1 untuk Pendahuluan (L0), Modul 2 untuk tahap Analisis (L1) dan Modul 3 untuk level menggolongkan (L2). Semua kegiatan yang dilakukan dalam setiap modul akan mengikuti fase pembelajaran van Hiele: (a) Fase Informasi (F1), (b) Fase Orientasi (F2), (c) Fase Penjelasan (F3), (d) Fase Orientasi Bebas (F4) dan (e) Fase Integrasi (F5).

(c) Tahap 3: Pengembangan VPG

Selanjutnya, setiap kegiatan pembelajaran dalam modul dikembangkan menggunakan perangkat komputer multi-media untuk mengambil visualisasi penuh dan maksimal di setiap level, maka Modul 1 menggunakan bentuk-bentuk visualisasi isomorpisme dan visualisasi diagram, Modul 2 menggunakan visualisasi analog dan Modul 3 menggunakan visualisasi homeomorpisme (Guzman, 2004). Semua kegiatan pembelajaran direkam pada compact disk (CD) setelah itu akan dijadikan alat pembelajaran pada sampel yang sesuai.

(d) Level 4: Implementasi Pembelajaran Menggunakan VPG

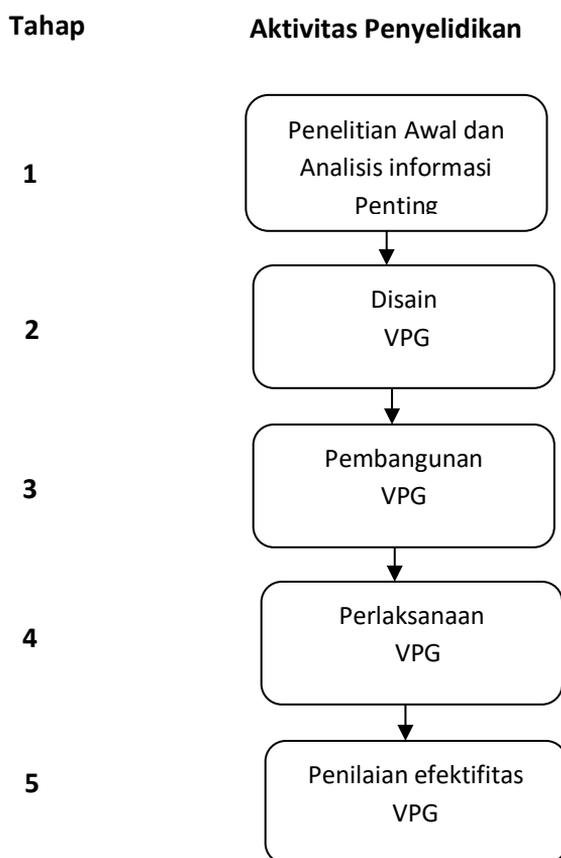
Sebelum implementasi VPG, siswa diklasifikasikan berdasarkan tingkat pemikiran mereka berdasarkan data yang diperoleh di Level 1. Dengan mempertimbangkan perbandingan jumlah siswa di setiap level dan jumlah 30 di setiap kelas, peneliti mengambil sampel secara acak dengan rincian; 90 siswa (3 kelas) pada kelompok I (L0), 60 siswa (2 kelas) pada kelompok II (L1) dan 30

siswa (1 kelas) pada kelompok III (L2). VPG kemudian dijalankan di kelas masing-masing menggunakan modul yang sesuai. VPG terdiri dari tiga modul dan setiap modul terdiri dari 3 sub modul. Setiap sub modul berdurasi 2x45 menit (sesuai dengan waktu belajar mata pelajaran matematika SMP). Karena waktu yang terbatas untuk siswa sekolah menengah pertama (4 minggu), penelitian ini hanya mengevaluasi efektivitas VPG dalam meningkatkan PBG siswa dari satu tingkat ke tingkat berikutnya, sehingga setiap kelompok hanya diberi satu modul. Selanjutnya siswa diberi angket pada setiap akhir kegiatan sebagai bahan analisis kualitatif peneliti di tingkat berikutnya.

(e) Level 5: Penilaian Efektivitas VPG

Pada tahap ini, efektivitas VPG dihitung dengan menyediakan tes vHGT sebagai post test untuk setiap sampel. Selanjutnya, analisis komparatif skor sebelum dan sesudah tes akan memberikan gambaran tentang tingkat pemikiran setiap siswa. Analisis kualitatif efektivitas VPG juga dilakukan dengan wawancara dengan guru dan siswa serta angket yang diberikan pada siswa saat implementasi VPG.

Kegiatan pembelajaran untuk setiap tingkat penelitian ini diringkas dalam Tabel 5.1. Ringkasan informasi dalam bentuk ikhtisar kegiatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 5.1 di bawah ini:



**Gambar 5.1** Bagan alur penelitian (Berdasarkan Model ADDIE)

**Tabel 5.1:** Kegiatan Pembelajaran setiap Tingkatan

Tahap	Uraian Aktivitas Penelitian
Tahap 1 Penelitian awal dan analisis informasi penting	a. Investigasi topik geometri yang sulit dalam proses belajar mengajar melalui wawancara dengan guru matematika senior dan beberapa siswa. b. Pengumpulan data tentang infrastruktur masing-masing SMP Parepare, serta

	<p>kemampuan guru matematika untuk menggunakan TIK dalam pembelajaran.</p> <p>c. Pengumpulan data dan PBG siswa SMP di Parepare menggunakan tes geometri van Hiele (pre test).</p> <p>d. Silabus Matematika Analisis Silabus untuk Siswa SMP dan SMA</p>
Tahap 2 Disain VPG	<p>a. Pengantar dan pemahaman model PBG van Hiele.</p> <p>b. Identifikasi dan klasifikasikan topik pembelajaran untuk dilaksanakan dalam pembelajaran.</p> <p>c. Desain modul dalam urutan, konten, dan tujuan pembelajaran</p> <p>d. Merumuskan kegiatan pembelajaran dalam modul pembelajaran berbasis geometri van Hiele (Modul 1, Modul 2 dan Modul 3)</p> <p>e. Merancang fase pembelajaran berdasarkan pembelajaran dan PBG menurut van Hiele</p>
Tahap 3 Pembangunan VPG	<p>a. Mengembangkan modul pembelajaran berdasarkan tingkat pemikiran siswa (Modul 1, Modul 2 dan Modul 3)</p> <p>b. Mengembangkan modul pembelajaran dan kegiatan yang diperlukan dengan komputer, lalu rekam dalam video dalam format CD atau DVD</p> <p>c. Hasilnya disebut Video Pembelajaran Geometri atau VPG</p> <p>d. Lakukan validasi modul dan validasi VPG ke para ahli</p>

<p>Tahap 4 Pelaksanaan VPG</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Klasifikasi siswa menurut PBG mereka.</li> <li>b. Pilih secara acak 90 siswa dari kelompok level L0, 60 siswa dari kelompok level L1, dan 30 siswa dari kelompok level L2.</li> <li>c. Implementasi VPG di kelas dengan 30 siswa per kelas dengan modul yang sesuai dengan level mereka. Setiap modul dilaksanakan 3 kali pertemuan (1 kali 90 menit)</li> <li>d. Peneliti membagikan lembar kerja kepada setiap siswa dan merekam video dari setiap kegiatan dalam proses pembelajaran untuk mendapatkan data kualitatif tentang efektivitas VPG ini.</li> </ol>
<p>Tahap 5 Penilaian VPG</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Melaksanakan tes geometri van Hiele (post test) untuk semua siswa di setiap kelompok.</li> <li>b. Analisis hasil pre-test dan post-test untuk menilai seberapa jauh VPG dapat membantu siswa meningkatkan pemikiran geometris van Hiele.</li> <li>c. Analisis data kualitatif untuk mempelajari efektivitas dan proses peningkatan PBG van Hiele di kalangan siswa sebagai hasil dari penggunaan VPG</li> <li>d. Analisis kualitatif untuk mempelajari bagaimana VPG dapat meningkatkan PBG siswa.</li> </ol>

## Urgensi Riset

Riset ini memberikan kontribusi yang signifikan pada bidang pengajaran dan pembelajaran matematika, misalnya dalam hal meningkatkan pembelajaran geometri siswa SMP. Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan:

- i. Gambaran tentang PBG van Hiele Siswa SMP di wilayah Parepare
- ii. Prototipe alat belajar yang dapat membantu SMP untuk meningkatkan PBG van Hiele mereka.
- iii. VPG adalah alat pembelajaran dalam bentuk video learning sehingga dapat digunakan di daerah dengan infrastruktur teknologi pendidikan yang terbatas.
- iv. VPG berisi materi ringkasan geometri yang dapat diajarkan dalam waktu singkat. Metode ini sangat berguna dari siswa SMP untuk mengingat / memahami kembali isi geometri yang telah dipelajari.

## Ruang Lingkup Riset

Riset dilakukan dalam ruang lingkup terbatas sebagai berikut:

- i. Menggunakan desain "*quasi experimental*" yang dilakukan pada sekelompok siswa tanpa kelompok pembandingan
- ii. Data kualitatif digunakan untuk membantu menjelaskan proses perubahan PBG dari siswa van Hiele sebelum dan sesudah penggunaan VPG.
- iii. Penelitian ini berfokus pada PBG van Hiele dan tidak memeriksa perubahan dalam pemahaman geometri pada siswa.
- iv. Konten VPG hanya mencakup topik geometri untuk siswa sekolah menengah pertama.
- v. Penelitian ini dilakukan untuk siswa sekolah menengah pertama yang telah menjalani proses belajar tiga tahun.

- vi. Penelitian ini hanya melibatkan tiga tingkatan PBG van Hiele, yaitu; L0, L1 dan L2.

### **Definisi Operasional**

Beberapa istilah yang digunakan dalam Riset ini, adalah:

(a) Siswa SMP

Siswa SMP yang dimaksud dalam penelitian ini adalah, siswa SMP yang telah mengikuti seluruh proses belajar mengajar selama 3 tahun di SMP (kelas 9)

(b) Video Pembelajaran Geometri (VPG)

VPG adalah media pembelajaran dalam bentuk VCD yang berisi modul pembelajaran dalam bidang geometri dengan kegiatan berbasis teori van Hiele yang dikembangkan menggunakan aplikasi komputer untuk menghasilkan visualisasi gambar, grafik, animasi, dan suara.

(c) Peringkat Berpikir Geometri Van Hiele (PBG)

PBG van Hiele adalah model yang dikembangkan oleh pendidik dari Belanda yaitu Fierre van Hiele dan Dina van Hiele Gieldof pada tahun 1957. Merupakan PBG van Hiele siswa dalam belajar geometri, yaitu; Pendahuluan (L0), Analisis (L1), Pengurutan (L2), Reduksi (L3), dan Akurasi (L4). Studi ini hanya berfokus pada tiga tingkatan pertama, karena beberapa peneliti sebelumnya menyatakan bahwa kegiatan belajar di sekolah dasar dan menengah dimulai dari L0 sampai L2, misalnya; Crowley (1987), Teppo (1991) dan van de Walle (2004).

(d) Peningkatan PBG van Hiele

Peningkatan PBG van Hiele dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya, misalnya Peringkat L0 ke L1, L1 ke L2 dan seterusnya.

(e) skor vHGT

Skor yang diperoleh responden pada jawaban pertanyaan tes vHGT diberikan dengan skor 1 untuk jawaban yang benar dan 0 untuk jawaban yang salah.

(f) Skor PBG

Skor yang diperoleh responden pada jawaban pertanyaan tes vHGT diberikan dengan skor "3 dari 5 benar" sesuai dengan Usiskin (1982)

(g) Visualisasi menurut Guzman

Guzman (2008) membagi beberapa bentuk metode visualisasi, yaitu; VI, VR, VA, dan VH.

(h) Alat Pembelajaran Pendukung (APP)

APP adalah alat pembelajaran yang dibuat oleh peneliti sebagai alat belajar alternatif untuk membantu siswa meningkatkan PBG mereka yang disebut VPG.

## DISAIN DAN PEMBUATAN VIDEO PEMBELAJARAN GEOMETRI (VPG)

Saat ini, ada berbagai permasalahan pembelajaran geometri dapat diselesaikan dengan menggunakan perangkat lunak di internet. Namun, kerucutdisi ini tidak berlaku sepenuhnya di Parepare, karena beberapa alasan seperti kurangnya infrastruktur pendidikan berbasis TIK. Oleh karena itu, sebagian besar guru masih menggunakan metode pengajaran kerucutvensional. Bagian ini menjelaskan berbagai masalah yang berkaitan dengan desain dan pengembangan alat pembelajaran geometri menggunakan fasilitas yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi kesulitan siswa dalam belajar geometri.

Sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya, penulis menggunakan model ADDIE sebagai tahapan untuk implementasi penelitian ini. Bab ini secara khusus menjelaskan informasi kegiatan penelitian yang digunakan dalam empat tahap pertama dari model ADDIE, Level 1 (Penelitian awal dan Analisis informasi penting), Level 2 (Desain VPG), Level 3 (Pengembangan VPG), level 4 (implementasi VPG). Untuk Level 5 (evaluasi efektivitas VPG) akan dibahas dalam bab selanjutnya.

VPG telah dirancang berdasarkan fase pembelajaran oleh van Hiele dan mencakupi seluruh materi geometri di sekolah menengah pertama. Untuk memanfaatkan infrastruktur yang ada dan implementasi pembelajaran visual maksimum, VPG dikembangkan dengan komputer multi-media dan kemudian direkam pada *compact disc* sehingga dapat ditayangkan dengan video dan VCD dalam proses pembelajaran. VPG ditayangkan pada setiap kelompok dalam proses pembelajaran di kelas dengan modul sesuai dengan PBG siswa

### **Tahap 1: Penelitian Pendahuluan dan Analisis Informasi Penting**

Pada bagian ini, peneliti mengumpulkan dan memeriksa data yang relevan sebelum mulai mendesain VPG. Adapun beberapa kegiatannya adalah sebagai berikut:

- i. Analisis Dokumen
- ii. Investigasi awal meliputi:
  - Wawancara dengan guru matematika dan siswa SMP
  - observasi tentang infrastruktur TIK
  - Mengetahui Kemampuan dasar geometri siswa SMP
  - pelaksanaan Pre-tes

#### **Analisis isi Dokumen**

Pada bagian ini, kurikulum matematika dianalisis untuk menentukan materi geometri yang diajarkan di SMP khususnya di kelas 7,8 dan 9 yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku saat ini yaitu kurikulum 2013. Kurikulum SMA juga akan dieksplorasi untuk menjawab kebutuhan akan kemudahan mempelajari materi geometri di tingkat berikutnya. Pada saat ini seluruh jenjang pendidikan di Indonesia telah menerapkan kurikulum 2013, sebagaimana dijelaskan dalam peraturan Kementerian Pendidikan dan kebudayaan No.68 dan 69 tahun 2013 tentang struktur kurikulum SMP dan SMA.

Aadapun pokok bahasan geometri yang diajarkan di sekolah menengah pertama (Kelas 7-Kelas 9) dalam kurikulum 2013 adalah sebagai berikut:

(a) Kelas 7: Menentukan hubungan antara dua garis, serta ukuran dan jenis sudut; memahami sifat sudut yang dibentuk oleh dua garis, sebuah garis yang sejajar dengan garis lainnya; menggambar sudut; membagi sudut; mengidentifikasi sifat-sifat segitiga berdasarkan sisi dan sudutnya; mengidentifikasi sifat persegi, persegi panjang, trapesium, jajaran genjang, belah ketupat dan layang-layang; menghitung keliling dan luas segitiga, dan bujur sangkar, serta menggunakannya dalam pemecahan masalah, menggambar segitiga, garis tegak lurus, garis pembagi bersudut dan garis pembagi sama tegak lurus

(b) Kelas 8: Menggunakan Teorema Pythagoras untuk menentukan panjang sisi-sisi segitiga; memecahkan masalah kerucutsep terkait dengan teorema pythagoras; mendefinisikan elemen dan bagian-bagian lingkaran; menghitung keliling dan luas lingkaran; menggunakan hubungan sudut pusat, panjang busur, luas juring dalam pemecahan masalah; menghitung panjang garis singgung umum menjadi dua lingkaran penghubung, gambar lingkaran dalam dan lingkaran luar segitiga; mengidentifikasi sifat-sifat kubus, silinder, prisma dan piramida beserta bagiannya; membuat hubungan antara kubus, silinder, prisma dan piramida, menghitung luas permukaan dan volume kubus, silinder, prisma dan piramida.

(c) Kelas 9: Identifikasi bentuk objek; mengidentifikasi dua segitiga kerucutgruen; menggunakan kerucutsep segitiga sebangun dalam pemecahan masalah; mengidentifikasi karakteristik tabung, kerucut dan bola; menghitung luas permukaan dan volume tabung, kerucut dan bola; Memecahkan masalah yang terkait dengan tabung, kerucut dan bola .

## **Penelitian Awal (PA)**

Penelitian awal dilakukan sebelum penelitian yang sebenarnya dilakukan. Ini untuk mendapatkan informasi tentang:

(a) Infrastruktur yang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran terkait TIK.

(b) Kemampuan guru matematika SMP dalam menggunakan TIK dalam proses mengajar dan belajar di kelas.

(c) Kemampuan geometri dasar siswa SMP dan materi geometri yang dianggap sulit oleh guru dan siswa

(d) Pre-tes untuk menentukan PBG siswa yang akan digunakan menentukan siswa mana yang akan menjadi sampel nyata di implementasi pembelajaran menggunakan VPG.

Penelitian awal mencakup beberapa kegiatan seperti; Wawancara bersama guru matematika dan siswa SMP, studi tentang infrastruktur TIK SMP di Parepare, kemampuan geometri dasar siswa SMP.

## **Wawancara dengan Guru Matematika dan Siswa SMP**

Mengawali penelitian ini dilakukan wawancara dengan empat guru matematika senior di Parepare untuk mendapatkan informasi tentang topik-topik geometri yang dianggap sulit oleh siswa dan guru dalam pembelajaran geometri di kelas. Keempat guru tersebut adalah:

a. G01, S. Pd (guru matematika Sekolah Menengah Negeri 1)

b. G02, S.Pd (guru matematika Sekolah Menengah Negeri 3)

c. G03, S. Pd (guru SMP Negeri 4)

d. G04, S. P. (Guru SMP Frater)

Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan terbuka kepada guru yang berhubungan dengan topik-topik geometri yang sulit untuk diajarkan dan alat belajar yang digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran geometri di kelas. Wawancara juga dilakukan dengan empat siswa SMP secara acak, untuk mendapatkan informasi tentang materi geometri yang sulit dimengerti. Keempat siswa tersebut adalah:

- a. P01 (siswa SMP 1)
- b. P02 (Siswa SMP 3)
- c. P03 (siswa SMP 4)
- d. P04 (Siswa SMP frater )

Kesimpulan hasil wawancara dengan guru dan siswa diperoleh beberapa topik geometri yang sulit adalah:

- a. Membedakan berbagai bentuk segiempat
- b. Menggunakan sifat-sifat garis sejajar
- c. Menafsirkan bangun dimensi tiga yang berasal dari bangun dimensi dua.

### **Studi Infrastruktur Terkait TIK**

Pengambilan data infrastruktur pendidikan yang dimiliki SMP di Parepare berasal dari instrument yang diisi oleh masing-masing kepala sekolah dan data tentang kemampuan guru matematika untuk menggunakan TIK dalam pembelajaran diperoleh dari instrumen yang diisi oleh semua guru matematika SMP Pertahanan. Contoh prasasti diberikan dalam Lampiran G.

Temuan PA menunjukkan bahwa beberapa sekolah (masih ada 6 sekolah)

yang tidak memiliki kerucuteksi internet dan banyaknya komputer yang dimiliki sekolah masih kurang memadai jika dibandingkan dengan jumlah siswa (1:50). Untuk informasi lebih lanjut, lihat Lampiran D. Dalam hal kemampuan guru menggunakan TIK dalam pembelajaran ditemukan 36,5% guru matematika di Parepare kurang terampil menggunakan komputer, 44,2% belum pernah menggunakan komputer dalam pembelajaran dan hanya 5,7% guru secara rutin mengambil materi pengajaran di internet

### **Kemampuan Geometri Siswa SMP**

Selanjutnya pelaksanaan PA juga mencoba mencari kemampuan dasar geometri siswa kelas 9 di Parepare. Dari 227 SMP yang diambil secara acak sebagai sampel, dan kemudian diberikan tes geometri dasar-dasar yang peneliti buat berdasarkan saran dari guru dan pengawas sekolah setempat (tes geometri dasar lihat Lampiran C). Hasil tes menunjukkan bahwa nilai rata-rata yang diperoleh semua siswa hanya 54.006 dari skor maksimum 100. Hasilnya juga mengungkapkan bahwa hanya 12,6% siswa menjawab pertanyaan dengan benar terkait definisi bentuk geometri dan 16,2% pertanyaan yang terkait dengan garis sejajar dan sifat-sifatnya.

### **Pre-Tes**

Aktivitas selanjutnya dalam fase ini adalah mencari tahu kemampuan siswa SMP di Parepare. Investigasi ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum PBG dari semua Siswa SMP di Parepare dan sebagai data awal dalam menetapkan sampel siswa yang akan mengikuti pembelajaran menggunakan VPG. Selanjutnya, setelah mengikuti pembelajaran mereka akan mengikuti post- test. Untuk mendapatkan manfaat dari alat pembelajaran ini (VPG) dianalisis dengan membandingkan nilai pre-tes yang diperoleh sebelumnya. Prosedur pelaksanaan pre-test akan dibahas secara rinci pada Tahap 2

### Ke rangka Teori

Kerangka teori ini menjelaskan tentang gambaran dasar teori yang digunakan dalam mendesain dan mengembangkan VPG. Hal ini dilakukan untuk mencegah kesalahan dalam memahami bagian kedua dari penelitian ini yang hanya akan menjelaskan kerangka teori yang digunakan untuk menjelaskan efektivitas penggunaan VPG dalam membantu siswa SMP meningkatkan PBG mereka.

Secara umum, beberapa siswa mengalami kesulitan memahami geometri. Untuk mengatasi masalah ini, dua ahli matematika Belanda Dina van Hiele-Geldof dan Pierre van Hiele pada tahun 1957 telah menyarankan itu dalam mempelajari geometri seorang siswa melewati 5 tahap berpikir, yaitu; pengantar (L0), analisis (L1), Pengurutan (L2), deduksi (L3) dan akurasi (L4) (Usiskin 1982). Mereka juga menawarkan pendidik 5 fase dalam pembelajaran untuk meningkatkan PBG siswa dari satu tingkat ke tingkat selanjutnya (Fuys et al., 1988). Kelima fase itu adalah; fase informasi, fase orientasi, fase penjas, fase orientasi independen dan fase integrasi. Sementara itu beberapa negara telah mengadopsi kerucutsep teori van Hiele dalam pembuatan kurikulum sekolah dan pembelajaran di kelas. Sejalan dengan itu beberapa peneliti telah menemukan pentingnya teori van Hiele dalam pembelajaran geometri siswa di sekolah, seperti Brown (1999), Baynes (1999), Chong (2001), Tay (2003), dan Noraini et. al (2004.)

Pada abad ini, visual telah ditafsirkan secara luas seiring dengan perkembangan sains dan teknologi. Perubahan makna visual dalam matematika telah dipengaruhi oleh perkembangan ilmu komputer, pendidikan matematika, psikologi dan filsafat kognitif (Mancosu, P et al., 2005). Dalam penelitian ini penggunaan teori visualisasi menurut Gusman (2008) untuk membantu siswa dalam mengimplementasikan fase pembelajaran van Hiele. Seperti dijelaskan sebelumnya, ada empat

komponen visualisasi yang digunakan, yaitu; (1) **VI**, dilakukan dengan memanipulasi objek geometri secara visual karena mereka dapat mengubah kerucutsep geometri abstrak menjadi bentuk geometri kerucutgkrit. (2) **VH**,berdasarkan aturan, untuk mendukung dan membimbing imajinasi siswa dalam membuat asumsi dan bukti. (3) **VA**, mengacu pada metode visualisasi yang dapat membantu membuat hubungan antara kerucutsep-kerucutsep geometri yang telah dipelajari. (4) **VR**, mengacu pada metode visualisasi dalam bentuk diagram untuk membantu siswa memvisualisasikan bentuk geometri yang dimaksud.

Salah satu media terbaik digunakan untuk memaksimalkan visualisasi dalam belajar adalah penggunaan video. Bukan hanya untuk memindahkan gambar, tetapi termasuk penggunaan animasi komputer, grafik, dan integrasi perangkat lunak. Ini sesuai dengan pernyataan Yeong (2006) bahwa penggunaan video dalam pembelajaran menunjukkan kemampuan sangat bagus untuk mengintegrasikan elemen multimedia dan komputer animasi untuk untuk mengonsep kerucutsep dengan visualisasi. Video juga bisa interaktif,memungkinkan siswa untuk mengontrol tingkat belajar mereka sendiri, dan merupakan media yang bagus untuk pemecahan masalah . Ada beberapa video pembelajaran yang telah dirancang untuk guru, diantaranya; PBS, *TeacherSource* adalah sumber belajar secara *online* untuk para guru di mana mereka bisa menemukan video modeling pelajaran matematika, guru dapat menemukannya berdasarkan Kelas dan topik, dan setiap video dilengkapi dengan judul dan deskripsi, dan pengajaran yang bermaksud untuk merinci tujuan, kegiatan, dan materi (Yeong, 2006).

Berdasarkan teori di atas, itu untuk mengatasi kesulitan belajar geometri siswa, maka kebutuhan untuk meningkatkan PBG yang diinginkan dengan model pembelajaran yang meliputi fase belajar menurut van Hiele dengan penekanan pada visualisasi yang sesuai menggunakan pembelajaran video. Berdasarkan isi kurikulum yang

telah dipejari sebelumnya, maka topik geometri dibagi menjadi 3 modul, yaitu:

(a) Modul 1: Identifikasi bangun geometri

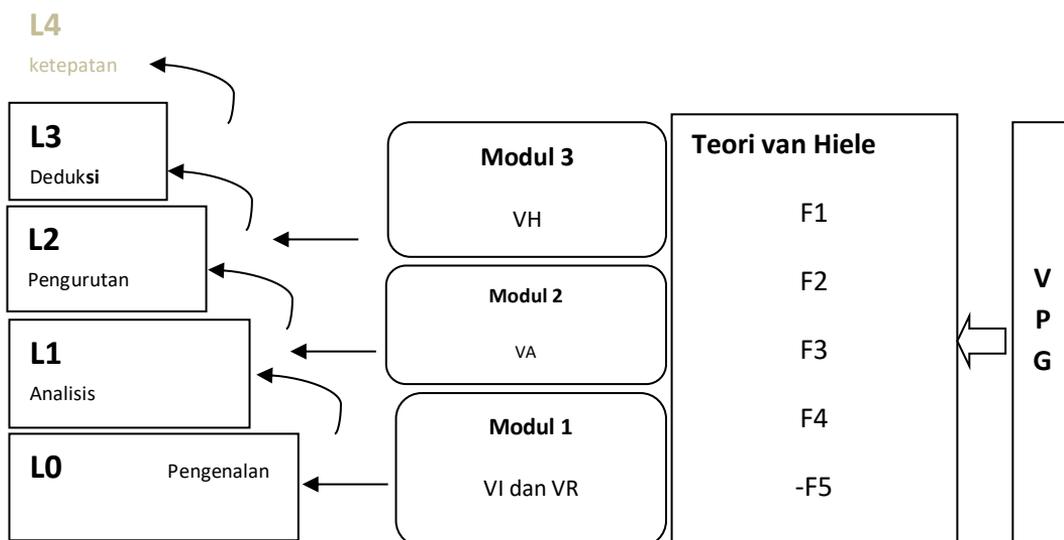
(B) Modul 2: Menganalisis hubungan antara bangun geometri

(c) Modul 3: Menghitung luas bangun dan luas permukaan bangun geometri

Penjelasan modul ini, serta isi pembahasan geometri dari setiap modul akan dijelaskan pada gambar 3.4

**Tabel 6.1:** Ringkasan Kerangka Teori Pembuatan VPG

Modul	Model Pembelajaran van Hiele (van Hiele, 1957)		Visualisasi (Guzman, 2008)	Tujuan
	PBG	Fase Pembelajaran		
Modul 1	L0	F1, F2, F3, F4, F5	VI dan VR	L0 ke L1
Modul 2	L1	F1, F2, F3, F4, F5	VA	L1 ke L2
Modul 3	L2	F1, F2, F3, F4, F5	VH	L2 ke L3



**Gambar 6.1:** Perkembangan PBG van Hiele Menggunakan Alat Pembelajaran VPG

Selanjutnya untuk membantu siswa mengidentifikasi berbagai bangun geometri, kemudian visualisasi dalam bentuk mengubah kerucutsep abstrak geometri menjadi kerucutgkrit (VI) dan membantu siswa berpikir melalui grafik (VR) digunakan dalam Modul 1. Selanjutnya untuk menganalisis hubungan antara padatan geometri, visualisasi yang digunakan adalah analog dan hubungan antara kerucutsep-kerucutsep geometri (VA) digunakan dalam Modul 2. VH adalah untuk membimbing imajinasi siswa di buatlah asumsi dan bukti yang digunakan dalam Modul 3 yang akan bantu siswa menghitung keliling dan luas geometri yang solid. Penjelasan Untuk kerangka teori di atas silakan lihat Tabel 6.1 dan Gambar 6.1.

### Struktur VPG

Berbagai alat visual dan interaktif sekarang tersedia dalam proses belajar mengajar topik-topik geometri. Misalnya, *Geometer sk etc up* (Jackiw, 1995), *Cinderella* (Richter & Kortenkamp, 1999), *Koleido Tile versi 3.0* (Weeks. J, 2005), *stokastik lab* ( Archim, 2006), *cnolpot*

(Scharein, 2006). Namun, semua alat pembelajaran ini berbasis subjek dan menggunakan piranti internet baik yang gratis ataupun berbayar.

VPG ini berbasis level di semua topik yang telah siswa pelajari selama di sekolah menengah pertama. Ini akan dirancang dan dikembangkan dalam 3 modul pembelajaran berbasis sifat-sifat siswa di setiap level pemikiran. Modul 1 untuk siswa L0, modul 2 untuk siswa level L1 dan modul 3 untuk siswa level L2. Masing-masing Modul ini terdiri dari 3 sub modul untuk ditayangkan di ruang kelas selama 90 menit. Sebagaimana proses pembelajaran biasanya yang memakan waktu 2 X 45 menit. Modul pembelajaran berisi topik geometri, kegiatan belajar dengan 5 fase menurut van Hiele dan aktivitas visual yang diperlukan.

### **Fitur Penting VPG**

Berbagai alat belajar tersedia saat ini menekankan pembelajaran berbasis mata pelajaran, yang penting setelah pembelajaran siswa memahami satu mata pelajaran dan akan pindah dari mata pelajaran lain. VPG berbasis tingkat, artinya di semua topik geometri di SMP yang telah diajarkan selama 3 tahun. Siswa diharapkan dapat berpindah dari satu level ke level lainnya. selanjutnya. Aktivitas setiap pembelajaran ditekankan pada pengenalan dengan menggunakan informasi visual (visual) di setiap tingkat pemikiran siswa. Agar jelas, fitur utama VPG ini adalah:

(a) Alat ini adalah modul pembelajaran berdasarkan peringkat/ level, artinya belajar akan membantu siswa berubah dari satu level ke level berikutnya.

(b) Pengajaran geometri diberikan kepada siswa sesuai dengan tingkat pemikirannya (Modul 1 untuk L0, Modul 2 untuk L1 dan Modul 3 untuk L2).

(c) Kegiatan pembelajaran setiap modul sesuai dengan fase pembelajaran menurut van Hiele.

(d) Aktivitas pembelajaran ditekankan pada visualisasi objek, agar siswa dapat mengidentifikasi objek geometri beserta sifat-sifatnya dan membandingkan benda serupa yang pernah mereka lihat sebelumnya.

### **Tahap 3: Pengembangan VPG**

Karena penelitian ini akan membantu siswa SMP meningkatkan kemampuan geometri mereka, maka semua judul geometri yang disebutkan sebelumnya dipilih kemudian dikembangkan dalam sebuah modul sehingga dapat diajarkan dalam waktu singkat. Beberapa faktor menjadi perhatian dalam pengembangan modul ini adalah: Pertama, berbagai topik yang dipilih harus sesuai dengan level think van Hiele (L0: pengantar, L1: analisis, L2: Pengurutan). Kedua, topik harus mencerminkan kualitas yang harus dikuasai di tingkat itu. Ketiga, topik-topik harus berkaitan dengan kurikulum sekolah dari siswa kelas 7 sampai Kelas 9.

Seperti yang disebutkan sebelumnya, siswa level L0 harus mampu mengidentifikasi bentuk-bentuk geometri berdasarkan sifat-sifatnya dan juga visualnya melihat objek geometri secara keseluruhan, lalu Modul 1 berisi judul mengidentifikasi benda geometri bidang datar (segitiga, segiempat dan lingkaran). Pelajar Level L1 menganalisis kerucutsep dan hukum bentuk geometri disediakan dengan mengamati, mengukur, bereksperimen, menggambar dan membangun model, maka Modul 2 berisi topik menganalisis hubungan antara bangun geometri. Selanjutnya, siswa L2 sudah dapat membuat kerucuteksi antara berbagai bentuk geometri dan menjelaskannya dalam bentuk hierarkis, kemudian Modul 3 berisi judul penghitungan keliling dan area permukaan benda geometri ruang. Topik geometri dibagi ke dalam setiap modul pembelajaran dijelaskan pada Tabel 6.2.

**Table 1 6.2:** Kandungan Materi Geometri pada setiap Modul

<b>Modul</b>	<b>Judul Modul</b>	<b>Sub Modul</b>	<b>Kandungan</b>
Modul 1	Mengetahui bangun datar Geometri	Mengenal ciri segitiga	Segitiga sama sisi, segitiga sama kaki, segitiga siku-siku, garis tinggi, garis bagi dan garis berat, teorema Pythagoras, rumus keliling dan luas segitiga
		Mengenal ciri segiempat	Persegi, persegi panjang, belah ketupat, layang-layang dan trapesium
		Mengenal bagian lingkaran	Bagian-bagian lingkaran, keliling dan luas lingkaran
Modul 2	Menganalisis Hubungan Antara bangun geometri	Kekongruenan	Segitiga dan segiempat
		Mengenal hubungan antara bangun geometri I	Kubus, balok, prisma dan limas
		Mengenal hubungan antara bangun geometri I	Silinder, kerucut dan Bola

Modul 3	Menghitung keliling dan luas bangun datar dan bangun ruang	Menghitung keliling dan luas segitiga dan segiempat	Keliling dan luas segitiga, persegi, persegi panjang, belah ketupat, layang-layang dan trapesium
		Menghitung keliling dan luas Bangun ruang I	Kubus, balok, prisma dan limas
		Menghitung keliling dan luas Bangun ruang II	Silinder, kerucut dan Bola

Menurut Crowley (1987), salah satu ciri dari teori van Hiele adalah pembelajaran geometri harus teratur. Penyebaran topik ke dalam modul seperti di atas sejalan dengan sifat modul. Ini berarti bahwa Modul 1 harus dikuasai oleh siswa sebelum belajar Modul 2, dengan demikian siswa akan sulit untuk belajar Modul 3 karena jika siswa menguasai modul 2. Siswa harus mampu mengidentifikasi bangun datar geometri (segitiga, segiempat dan lingkaran) pada Modul 1 sebelum mempelajari Modul 2 berisi topik yang mengidentifikasi geometri dimensi 3 (kubus, balok, prisma, limas, kerucut dan bola). Terakhir di Modul 3, hitung volume dan luas permukaan bangun ruang, dimungkinkan dilakukan jika telah menguasai topik dalam Modul 2 dan modul 1. Isi geometri dari masing-masing modul silakan lihat Tabel 6.2.

Selanjutnya Fremont (1969) mengatakan bahwa siswa sering percaya bahwa menggunakan bukti deduktif dalam matematika akan dapat mengetahuinya sesuatu yang tidak mereka sadari sebelumnya, begitu pula hubungannya objek geometri perlu dipahami dan diterima

sepenuhnya oleh siswa untuk membuatnya lebih mudah untuk melakukan pembuktian terhadap benda geometri lainnya.

Modul ini juga memperkenalkan aspek lain dari teori van Hiele, yaitu, fase dalam peringkat. Seperti dijelaskan sebelumnya dalam Bab 2, ada lima fase: Informasi, orientasi, penjelasan, orientasi independen, dan integrasi. Karena, menurut van Hiele, proses pembelajaran yang terlibat dalam membantu siswa naik peringkat dari suatu peringkat ke peringkat selanjutnya terdiri dari lima fase, modul dirancang untuk mewakili pendekatan ini. Misalnya, dalam suatu kegiatan pada topik mengidentifikasi segitiga dan sifat-sifatnya di Modul 1, kegiatan diawali dengan memperkenalkan berbagai macam segitiga dan garis tegak lurus (informasi), kemudian siswa dibimbing untuk menemukan prosedur untuk menemukan garis tinggi, garis bagi dan garis berat (Orientasi). Selanjutnya, siswa ditanya untuk mengungkapkan prosedur menemukan besar sudut dan rumus Pythagoras dengan membuktikan dalam segitiga (penjelasan). Selanjutnya, berbagai masalah besar sudut dan panjang garis diberikan kepada siswa untuk eksplorasi (Orientasi). Pada akhirnya, siswa menyimpulkan jenis segitiga dan sifat-sifatnya(integrasi).

Pengembangan modul pembelajaran ini, selanjutnya dibimbing dan divalidasi oleh 3 ahli Pendidikan Matematika, yaitu:

- a. PM01. Prof, Dr, M. Pd (Kepala program pascasarjana Pendidikan Matematika Universitas Negeri Makassar)
- b. PM02. Dr, M. .Pd (dosen pendidikan Matematika UNM)
- c. PM03. M. Pd (dosen pendidikan Matematika UNM)

Peneliti memberi para ahli lembar evaluasi untuk menilai aspek kerucutten dan kegiatan pembelajaran dalam modul (lihat Lampiran P),

lalu mereka memberikan saran untuk peningkatan modul. Beberapa saran yang diberikan para ahli adalah sebagai berikut:

- a. Perhatikan urutan kegiatan menurut teori van Hiele
- b. Tambahkan deskripsi / transkrip dari setiap aktivitas
- c. Batas waktu dengan kegiatan pembelajaran dicatat
- d. Fase dalam pembelajaran van Hiele disesuaikan dengan judul yang diajarkan
- e. Contoh bentuk geometri yang tepat dalam kehidupan sehari-hari

Setelah memperbaiki modul sesuai dengan rekomendasi para ahli selanjutnya, kegiatan visual yang digunakan dalam pembelajaran dirancang menggunakan aplikasi yang tersedia di komputer. Modul dikembangkan dalam bentuk video dengan merekam suara dan gambar serta aktivitas sesuai kebutuhan pada compact disk (CD / DVD), inilah yang disebut VPG. Untuk menghasilkan validitas menggunakan visualisasi dalam setiap kegiatan pembelajaran modul, serta kualitas penggunaan media dalam pembelajaran, maka sebelum VPG digunakan telah divalidasi oleh para ahli pembelajaran dan multimedia. Antara 3 ahlinya adalah:

- a. PMM01. Dr, M. Pd (Kepala Departemen Lab Pembelajaran Multimedia Pendidikan Matematika UNM)
- b. PMM02. Ph. D (dosen pendidikan Matematika UNM)
- c. PMM03. ST, MT (Kepala Departemen komunikasi dan informasi Universitas Muhammadiyah Parepare)

Lembar evaluasi juga diberikan kepada para ahli untuk menilai aspek komunikasi, desain teknis dan format tampilan dalam VPG (lihat Lampiran Q). Kemudian para ahli itu memberikan saran untuk

peningkatan modul VPG. Beberapa saran yang diberikan oleh para ahli adalah sebagai berikut:

- a. Penyesuaian suara dan penggunaan teks perlu ditingkatkan
- b. Berikan musik dalam interval untuk menghilangkan kebosanan siswa
- c. Rekam video dalam berbagai aplikasi

Setiap kegiatan pembelajaran modul dicatat dalam bentuk (CD, atas VPG ditayangkan di ruang kelas menggunakan televisi dan VCD. Adapun keuntungannya penggunaan VCD, antara lain: (1) dapat diputar berulang-ulang, (2) tayangan dapat dipercepat atau diperlambat, (3) tidak memerlukan ruang khusus, (4) operasi alat yang relatif sederhana, (5) CD dapat digunakan berulang kali, dan (5) potongan CD data disimpan dan bertahan lama.

Berikut adalah 3 contoh modul pembelajaran dan 3 contoh tampilan layar VPG dari setiap PBG dikembangkan berdasarkan teori van Hiele.

**Table 1 6.3:** Contoh Modul Pembelajaran Untuk Level L0 (Modul 1)

Sub Modul : 1.2

Pokok Bahasan : **Mengenal Segiempat dan Sifat-sifatnya**

Peringkat PBG : L0

Visualisasi Terkait : VI dan VR

<b>Tahap Pembelajaran</b>	<b>Masa yang digunakan</b>	<b>Ringkasan Aktifitas Pembelajaran</b>
Pengenalan	5 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penayangan benda-benda segiempat di alam sekitar</li><li>- Urutkan mulai yang sederhana sampai yang kompleks</li></ul>
Fase Informasi	10 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Definisi segiempat</li><li>- Definisi sudut yang berdekatan (berdampingan), berseberangan (berhadapan)</li><li>- Definisi sisi yang berdekatan (berdampingan), berseberangan (berhadapan)</li><li>- Definisi diagonal(pepenjuru) segiempat</li><li>- Maklumat tentang jenis-jenis segiempat</li></ul>
Fase Orientasi	15 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diberi dua garis sejajar dipotong oleh dia garis sejajar yang lain</li><li>- Menemukan sifat panjang garis yang bertentangan (berhadapan)</li></ul>

		<p>dan sudut yang bertentangan (berhadapan)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Segiempat tersebut dinamakan segiempat sejajar (jajargenjang)</li> <li>- Ditemukan sifat lain daripada jajargenjang</li> </ul>
Fase penjelasan	30 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diberikan gambar/rajaah jenis-jenis segiempat</li> <li>- Dijelaskan sifat-sifat segiempat tertentu</li> </ul>
Fase Orientasi bebas	15 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelajar mencari (menemukan) sendiri sifat-sifat segiempat yang lain dengan eksperimen</li> <li>- Pelajar membincangkan (mendiskusikan) kesimpulan temuan mereka masing-masing</li> </ul>
Fase Kesepaduan	10 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelajar membuat kesimpulan tentang jenis-jenis segiempat</li> <li>- Pelajar membuat kesimpulan tentang sifat-sifat segiempat</li> <li>- Pelajar membuat kesimpulan tentang kaitan antara beberapa segiempat berdasarkan sifat-sifatnya</li> </ul>
Penutup	5 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penayangan kembali benda segiempat alam sekitar dan pelajar menyebutkan jenis segiempat itu</li> </ul>

**Tabel 6.4:** Contoh Modul Pembelajaran Untuk Peringkat L1 (Modul 2)

Sub Modul : 2.1

Tajuk Tumpuan : **Kekerucutgruenan**

**Peringkat PBG : L1**

**Visualisasi Terlibat : VA**

Tahap Pembelajaran	Masa yang digunakan	Ringkasan Aktifitas Pembelajaran
Pengenalan	5 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penayangan benda-benda berbentuk beberapa segitiga dan segi empat</li><li>- Penayangan bangun yang terbentuk dari segitiga yang kerucutgruen/sebangun dan segiempat yang kerucutgruen/sebangun</li></ul>
Fase Informasi	15 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diberikan segitiga kemudian dilakukan transformasi (digeser/diputar(rotasi)/dicerminkan(refleksi)), perhatikan garis dan sudut hasil transformasi itu</li><li>- Diberikan segiempat kemudian dilakukan transformasi (digeser/diputar/dicerminkan), perhatikan garis dan sudut hasil transformasi itu</li><li>- Diberikan segitiga kemudian dilakukan transformasi (diperbesar/diperkecil), perhatikan garis dan sudut hasil transformasi itu</li><li>- Diberikan segiempat kemudian dilakukan transformasi (diperbesar/diperkecil),</li></ul>

		perhatikan garis dan sudut hasil transformasi itu
Fase Orientasi	15 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berdasarkan tayangan visual diatas pelajar membuat pembuktian dua segitiga/segiempat yang kerucutgruen</li> <li>- Berdasarkan tayangan visual diatas pelajar membuat pembuktian dua segitiga/segiempat yang sebangun</li> </ul>
Fase penjelasan	20 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjelasan sifat-sifat bangun yang kerucutgruen</li> <li>- Penjelasan sifat-sifat bangun yang sebangun</li> </ul>
Fase Orientasi bebas	20 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diberikan soal tentang dua segitiga/segiempat, kemudian pelajar membuktikan kerucutgruen/sebangun</li> <li>- Diberikan dua bangun segitiga/segiempat yang kerucutgruen/sebangun, pelajar mencari panjang garis/besar sudut yang lain berdasarkan sifat-sifat kerucutgruen/sebangun</li> </ul>
Fase Kesepaduan	10 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelajar merumuskan kembali sifat segitiga/segiempat yang kerucutgruen</li> <li>- Pelajar merumuskan kembali sifat segitiga/segiempat yang sebangun</li> </ul>
Penutup	5 menit	- Penayangan kembali benda di alam sekitar, yang terbentuk dari bangun segitiga/segiempat yang kerucutgruen/sebangun

**Tabel 6.5:** Contoh Modul Pembelajaran Untuk Peringkat L2 (Modul 3)

Sub Modul : 3.3

Tajuk Tumpuan : **Menghitung Luas permukaan dan Volume Bangun Ruang**

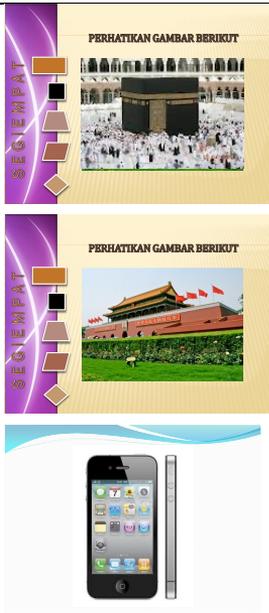
Peringkat PBG : L2

Visualisasi Terlibat: VH

<b>Tahap Pembelajaran</b>	<b>Masa yang digunakan</b>	<b>Ringkasan Aktifitas Pembelajaran</b>
Pengenalan	5 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penayangan bangun dimensi tiga yang terbentuk daripada lingkaran yang telah dipelajari sebelumnya</li><li>- Penayangan Rumus lingkaran yang diketahui sebelumnya</li></ul>
Fase Informasi	10 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Menemukan Rumus luas permukaan dan volume silinder berdasarkan sifat-sifatnya</li><li>- Pemberian contoh soal mencari luas dan volume silinder</li></ul>
Fase Orientasi	30 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pelajar menemukan rumus luas dan volume daripada kerucut(kerucut)</li><li>- Pelajar menyelesaikan soal tentang luas dan isi padu kerucut(kerucut)</li><li>- Pelajar menemukan rumus luas dan volume daripada bola</li><li>- Pelajar menyelesaikan soal tentang luas dan isi padu bola</li></ul>
Fase penjelasan	15 menit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penjelasan mengenai jawaban dari soal yang telah diberikan diatas</li></ul>

Fase Orientasi bebas	15 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diberikan soal yang merupakan gabungan beberapa bangun dimensi tiga (kerucut, silinder atau bola)</li> <li>- Menentukan luas permukaan dan volume bangun dimensi tiga (kerucut, silinder atau bola)</li> </ul>
Fase Kesepaduan	10 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelajar merumuskan kembali beberapa rumus yang ditemukan berdasarkan soal diatas</li> </ul>
Penutup	5 menit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penayangan kembali benda dimensi tiga di alam sekitar, yang terbentuk dari bangun lingkaran beserta rumusnya</li> </ul>

**Tabel: 6.6:** Contoh Tayangan *Screen VPG* untuk Peringkat L0 (Modul 1, Sub Modul 1.)

Fase	Tayangkan <i>Screen</i>	Penjelasan
<b>pengenalan</b>		<p>Memulakan pembelajaran dengan penayangan benda-benda segiempat di alam sekitar (visual isomorphism), misalnya :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ka'bah</li> <li>➤ Atap rumah orang cina</li> <li>➤ Gambar handphone</li> </ul>

F1

**DEFINISI SEGI EMPAT**  
 Segiempat adalah : Bangun geometri yang mempunyai empat sisi dan empat titik sudut (lihat gambar di bawah)

**SIFAT SEGI EMPAT**  
**Sudut berdekatan** : Sudut yang sisi-sisinya berdekatan, Misalnya sudut A berdekatan dengan sudut B  
**Sudut berhadapan** : Sudut yang sisi-sisinya tidak berdekatan, Misalnya sudut A dengan sudut C

**SIFAT SEGI EMPAT**  
**Sisi berdekatan** : Sisi yang mempunyai titik berdekatan, Misalnya AB berdekatan BC  
**Sisi berhadapan** : Sisi yang tidak mempunyai titik berdekatan, Misal AB dan CD

**SIFAT SEGI EMPAT**  
**Diagonal Diagonal** : Garis yang menghubungkan dua titik sudut yang tidak berdekatan, Misalnya AC dan BD

**MACAM – MACAM SEGI EMPAT**

- Jajar genjang (parallelogram)
- Belah ketupat (rhombus)
- Pernaj (Square)
- Trapezium (Trapezoid)
- Layang – layang (kite)

Dengan visualisasi isomorphism pelajar diperkenalkan tentang:

- Definisi segiempat
- Definisi sudut yang berdampingan dan berhadapan
- Definisi sudut sisi yang berdampingan dan berhadapan
- Definisi pepenjuruan segiempat
- Maklumat tentang jenis-jenis segiempat

F2

**JAJAR GENJANG**  
 Definisi : Jajar genjang adalah segiempat yang dua pasang sisi berhadapannya sejajar

**SIFAT JAJAR GENJANG**

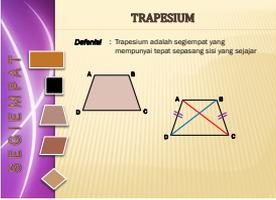
$AB = DC$      $AD = BC$   
 $AB \parallel DC$     $AD \parallel BC$   
 $\angle A = \angle C$     $\angle B = \angle D$   
 $\triangle ACD = \triangle ACB$   
 $\angle A + \angle B = 360^\circ$   
 $DE = EB$      $AE = EC$

jajar genjang → persegpanjang  
 persegpanjang → persegi  
 jajar genjang → belah ketupat

Diberikan dua garis sejajar dipotong oleh dua garis sejajar yang lain, maka:

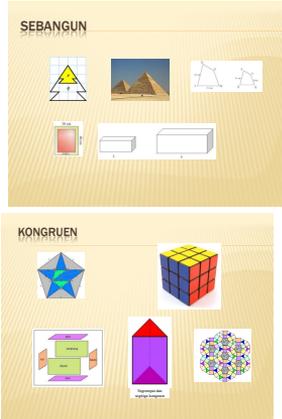
- Pelajar menemukan sifat panjang garis yang bertentangan dan sudut yang bertentangan
- Pelajar menemukan bidang segi empat yang disebut segiempat sejajar (jajargenjang)
- Pelajar menemukan sifat lain dari jajar genjang dan bidang segiempat yang lain daripada sifat itu

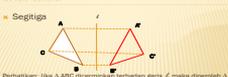
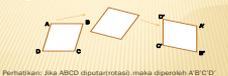
**Tabel: 6.6:** Contoh Tayangan *Screen* VPG untuk Peringkat L0 (lanjutan)

Fase	Tayangan <i>Screen</i>	Penjelasan
F3		<p>Dengan visualisasi rajah dijelaskan bidang segiempat yang lain, iaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Persegi, Lelayang</li> <li>➤ Segiempat sejajar, Segiempat tepat</li> <li>➤ Rombus</li> </ul>
F4		<p>Selepas mengikuti penjelasan mengenai segiempat, kemudiannya pelajar diberikan segiempat yang lain (Trapeسيوم), maka:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pelajar mencari dan menemukan sendiri sifat-sifatnya</li> <li>➤ Pelajar membincangkan dapatan mereka dengan teman yang lain</li> </ul>
F5		<p>Selepas melakukan peribincangan, maka Fase ini pelajar akan membuat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rumusan sendiri tentang jenis-jenis segi empat</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rumusan sendiri tentang sifat-sifat segiempat</li> <li>➤ Rumusan sendiri tentang hubungkait antara pelbagai segiempat berasas sifat-sifatnya.</li> </ul>
<b>Penutup</b>		Pada Fase ini benda-benda alam sekitar ditampilkan kembali kemudian pelajar menyebutkan jenis segiempat itu.

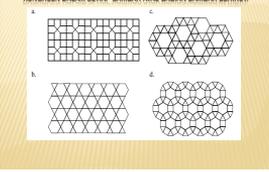
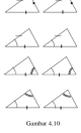
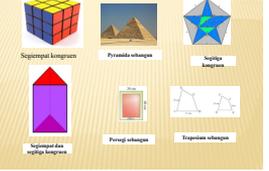
**Tabel: 6.7:** Contoh Tayangan *Screen VPG* untuk Peringkat L1 (Modul 2, Sub Modul 2.1)

<b>Fase</b>	<b>Tayangan <i>Screen</i></b>	<b>Penjelasan</b>
<b>Pengenalan</b>		<p>Memulakan pembelajaran dengan penayangan benda-benda yang terbetuk daripada segitiga/segiempat yang sebangun atau kerucutgruen (Visual analogi)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pyramid kembar, bingkai gambar</li> <li>➤ Mainan rubik, lambang pertamina</li> </ul>

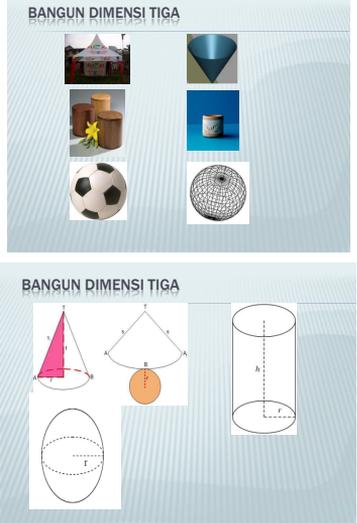
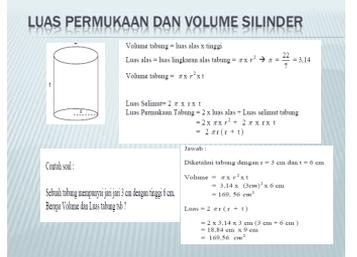
<p><b>F1</b></p>	<p><b>KONGRUEN</b></p> <p>✦ Segitiga</p>  <p>Perhatikan: Jika <math>\triangle ABC</math> dicerminkan terhadap garis <math>l</math>, maka diperoleh <math>\triangle A'B'C'</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maka: <math>\angle A = \angle A'</math>    <math>\angle B = \angle B'</math>    <math>\angle C = \angle C'</math></li> <li><math>AB = A'B'</math>    <math>BC = B'C'</math>    <math>AC = A'C'</math></li> </ul> <p>Jadi: <math>\triangle ABC</math> kongruen <math>\triangle A'B'C'</math> ditulis <math>\triangle ABC \cong \triangle A'B'C'</math></p> <p><b>SEGIEMPAT</b></p> <p>✦ Segiempat di rotasi</p>  <p>Perhatikan: Jika <math>ABCD</math> diputar (rotasi), maka diperoleh <math>A'B'C'D'</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maka: <math>\angle A = \angle A'</math>    <math>\angle B = \angle B'</math>    <math>\angle C = \angle C'</math>    <math>\angle D = \angle D'</math></li> <li><math>AB = A'B'</math>    <math>BC = B'C'</math>    <math>CD = C'D'</math>    <math>AD = A'D'</math></li> </ul> <p>Jadi: <math>ABCD</math> kongruen <math>A'B'C'D'</math> ditulis <math>ABCD \cong A'B'C'D'</math></p> <p><b>SEBANGUN</b></p> <p>✦ Segitiga</p>  <p>Perhatikan: Jika <math>\triangle PQR</math> diperbesar (dilatasi) dengan skala tertentu diperoleh <math>\triangle ABC</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maka: <math>\angle P = \angle A</math>    <math>\angle Q = \angle B</math>    <math>\angle R = \angle C</math></li> <li><math>\frac{PQ}{AB} = \frac{QR}{BC} = \frac{PR}{AC} = k</math>    <math>k = \frac{PQ}{AB} = \frac{QR}{BC} = \frac{PR}{AC}</math></li> </ul> <p>Jadi: <math>\triangle PQR</math> sebangun <math>\triangle ABC</math>    <math>k = \frac{PQ}{AB}</math></p> <p><b>SEGIEMPAT</b></p> <p>✦ Segiempat diperkecil (dilatasi)</p>  <p>Perhatikan: Jika <math>PQRS</math> diperkecil (dilatasi) dengan skala tertentu diperoleh <math>P'Q'R'S'</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maka: <math>\angle P = \angle P'</math>    <math>\angle Q = \angle Q'</math>    <math>\angle R = \angle R'</math>    <math>\angle S = \angle S'</math></li> <li><math>\frac{PQ}{P'Q'} = \frac{QR}{Q'R'} = \frac{RS}{R'S'} = \frac{SP}{S'P'} = k</math></li> </ul> <p>Jadi: <math>PQRS</math> sebangun <math>P'Q'R'S'</math></p>	<p>Dengan visualisasi analogi dilakukan transformasi bentuk geometri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Refleksi segitiga terhadap suatu garis</li> <li>➤ Rotasi suatu segiempat</li> <li>➤ Dilatasi suatu segitiga</li> <li>➤ Dilatasi suatu segiempat</li> </ul>
<p><b>F2</b></p>	<p><b>CONTOH SOAL</b></p> <p>1. Jika kedua segitiga berikut kongruen, tentukan besar sudut dan panjang garis yang lain!</p>  <p><math>\triangle PQR \cong \triangle KLM</math>  <math>\angle P = 30^\circ</math>    <math>\angle R = 90^\circ</math>  <math>LM = 6</math> cm    <math>PQ = 10</math> cm</p> <p>Jawab: <math>\angle P = \angle K</math>    <math>\angle Q = \angle L</math>    <math>\angle R = \angle M</math> dan berlaku <math>PQ = QR = 180^\circ</math>    maka: <math>\angle K = 30^\circ</math>, <math>\angle M = 90^\circ</math>, <math>\angle Q = \angle L = 60^\circ</math> (karena <math>\angle Q = 180 - (90 + 30)</math>)</p> <p><math>LM = QR = 6</math> cm, <math>PQ = KL = 10</math> cm, <math>PK = PR = 8</math> cm (karena berlaku rumus Pythagoras)</p> <p>2. PERHATIKAN GAMBAR BERIKUT:</p>  <p>Ketiga persegi panjang memiliki kesamaan, yaitu besar setiap sudutnya 90 derajat. Artinya, ketiganya sebangun dan sebangun sudutnya sama besar. Namun tentang kesebangunannya masih perlu diteliti.</p> <p>Dik: <math>\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{CD}{RS} = \frac{DA}{ST} = k</math>    <math>\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{CD}{RS} = \frac{DA}{ST} = k</math>    Misal: <math>\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{CD}{RS} = \frac{DA}{ST} = k</math>    Misalkan bahwa, untuk panjang <math>AB</math> dan <math>BC</math> dengan <math>PQ</math> tetap maka sebangun dengan persegi panjang <math>KLMN</math>.</p>	<p>Orientasi dilakukan dengan memberikan dua soal yang terkait dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Segitiga kerucutgruen yang</li> <li>➤ Segiempat yang sebangun</li> </ul>

Tabel: 6.8: Contoh Tayangan Screen VPG untuk Peringkat L1 (lanjutan)

Fase	Tayangan Screen	Penjelasan
<p><b>F3</b></p>	<p>1. Apakah setiap dua persegi sebangun?</p> <p>Penyelesaian: Misalkan panjangnya adalah persegi ABCD dan EFGH.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keduanya berbentuk sama, persegi</li> <li>Keduanya mempunyai sifat, bahwa semua sudutnya 90o. Jadi setiap pasang sudut selokan sama besar = 90o, misal <math>\angle A = \angle E = 90o</math>.</li> <li>Misalkan panjang sisi persegi ABCD adalah a satuan, dan panjang sisi persegi EFGH adalah b satuan maka <math>AB = BC = CD = DA = a</math> satuan dan <math>EF = FG = GH = HE = b</math> satuan.</li> </ul> <p>AB : EF = a : b    BC : FG = a : b    CD : GH = a : b    DA : HE = a : b</p> <p>Jadi setiap pasang sisi selokan sebanding    Dari 1), 2) dan 3) maka diperoleh bahwa kedua persegi sebangun.</p>	<p>Soal diberikan, selanjutnya dilakukan penjelasan mengenai panjang garis dan besar penjuror akibat:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kekerucutgruenan</li> <li>➤ Kesebangunan</li> </ul>
<p><b>F4</b></p>	<p>2. IDENTIFIKASILAH BANGUN-BANGUN YANG SEBANGUN DAN BANGUN-BANGUN YANG KONGRUEN DALAM SETUP GAMBAR ATAU BAGIAN GAMBAR BERIKUT.</p> 	<p>Pelajar mengenal pasti kesebangunan dan kekerucutgruenan daripada soal yang diberikan</p>
<p><b>F5</b></p>	<p>Berdasarkan perbandingan-perbandingan di atas maka dapat dikatakan, dua buah segitiga kongruen jika salah satu dari kondisi berikut ini dipenuhi:</p>  <p>(1) satu pasang sisi dan ketiga pasang sisi saling sama panjang (s, s, s).</p> <p>(2) satu pasang sisi dan dua pasang sisi saling sama panjang dan sudut apitnya sama besar (s, sd, s).</p> <p>(3) satu pasang sudutnya sama panjang dan satu pasang sisi kelua sudut yang berhadapan pada sisi tersebut sama besar (sd, s, sd, sd).</p> <p>(4) satu pasang sisi dan sudutnya sama besar dan panjang sisi di hadapan sudut satu sudutnya sama besar. (sd, sd, s).</p> <p>Gambar 4.10</p> <p>Kesebangunan dua segitiga adalah dipenuhinya salah satu dari yang berikut ini :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dua buah segitiga sebangun jika ketiga sudutnya sama besar.</li> <li>- Dua sisi seletak sebanding dan sudut apitnya sama besar.</li> <li>- Dua sudut seletaknya sama besar</li> <li>- dua sisi seletak/berseuaian sebanding dan sudut apitnya sama besar</li> <li>- Panjang ketiga sisi seletak sebanding</li> </ul>	<p>Pelajar membuat rumusan tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dua segitiga sebangun</li> <li>➤ Dua segitiga yang kerucutgruen</li> </ul>
<p><b>Penutup</b></p>	<p><b>PENUTUP</b></p>  <p>Segitiga kongruen, Piramida sebangun, Segitiga sebangun, Segitiga dan segitiga kongruen, Prisma sebangun, Kubus sebangun</p>	<p>Pada Fase ini benda-benda alam sekitar ditampilkan kembali kemudian pelajar menyebutkan jenis kesebangunan dan kekerucutgruenan itu</p>

**Tabel: 6.9:** Contoh Tayangan *Screen* VPG untuk Peringkat L2 (Modul 3, Sub Modul 3.3)

Fase	Tayangan <i>Screen</i>	Penjelasan
<p><b>Pengenalan</b></p>		<p>Memulai pembelajaran dengan penayangan benda-benda yang terbentuk daripada Lingkaran (Visual Homeomorphism)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tabung, Kerucut dan Bola</li> <li>➤ Rumus lingkaran yang ditemui sebelumnya</li> </ul>
<p><b>F1</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dengan visual homeomorphism pelajar menemukan rumus luas permukaan dan volume daripada Silinder</li> <li>➤ Contoh soal luas permukaan dan volume silinder</li> </ul>

<p><b>F2</b></p>	<div style="text-align: center;"> <p><b>LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME KERUCUT</b></p>  <p> <math>L_{\text{selimut}} = \pi r s</math>  <math>L_{\text{alas}} = \pi r^2</math>  <math>L_{\text{Permukaan kerucut}} = L_{\text{selimut}} + L_{\text{luas alas}} = \pi r s + \pi r^2 = \pi r (s + r)</math> </p> <p> <math>V_{\text{kerucut}} = \frac{1}{3} \times L_{\text{luas alas}} \times t</math>  <math>= \frac{1}{3} \times \pi r^2 \times t</math> </p> <p> <b>Contoh Soal:</b>            Sebuah kerucut mempunyai jari-jari 4cm dan tinggi 6 cm. Berapa Volume kerucut tsb?         </p> <p> <b>Jawab:</b>  <math>V_{\text{kerucut}} = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t</math>  <math>= \frac{1}{3} \times 3,14 \times (4\text{cm})^2 \times 6 \text{ cm}</math>  <math>= 100,48 \text{ cm}^3</math> </p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p><b>LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME BOLA</b></p>  <p> <math>V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi r^3</math>  <math>L_{\text{luas}} = 4 \pi r^2</math> </p> <p> <b>Contoh Soal:</b>            Berapa Volume dan Luas bola jika diameter jajar-jari tsb adalah 7 cm?         </p> <p> <b>Jawab:</b>            Diameter jajar-jari tsb = 7 cm, <math>r = \frac{7}{2} = 3,5</math> </p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> <math>V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi r^3</math>  <math>= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (3,5)^3</math>  <math>= \frac{4}{3} \times 22 \times 49 \text{ cm}^3</math>  <math>= 1173,33 \text{ cm}^3</math> </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p> <math>L_{\text{luas}} = 4 \pi r^2</math>  <math>= 4 \times 3,14 \times (3,5)^2</math>  <math>= 615,44 \text{ cm}^2</math> </p> </div> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pelajar mencari sendiri rumus luas permukaan dan volume kerucut</li> <li>➤ Pelajar mencari sendiri rumus luas permukaan dan volume bola</li> </ul>
------------------	---	---

**Tabel 6.10:** Contoh Tayangan *Screen* VPG untuk Peringkat L2 (lanjutan)

Fase	Tayangan <i>Screen</i>	Penjelasan
<p><b>F3</b></p>	<div style="text-align: center;"> <p><b>LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME KERUCUT</b></p>  <p> <math>L_{\text{selimut}} = \pi r s</math>  <math>L_{\text{alas}} = \pi r^2</math>  <math>L_{\text{Permukaan kerucut}} = L_{\text{selimut}} + L_{\text{luas alas}} = \pi r s + \pi r^2 = \pi r (s + r)</math> </p> <p> <math>V_{\text{kerucut}} = \frac{1}{3} \times L_{\text{luas alas}} \times t</math>  <math>= \frac{1}{3} \times \pi r^2 \times t</math> </p> <p> <b>Contoh Soal:</b>            Sebuah kerucut mempunyai jari-jari 4cm dan tinggi 6 cm. Berapa Volume kerucut tsb?         </p> <p> <b>Jawab:</b>  <math>V_{\text{kerucut}} = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t</math>  <math>= \frac{1}{3} \times 3,14 \times (4\text{cm})^2 \times 6 \text{ cm}</math>  <math>= 100,48 \text{ cm}^3</math> </p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p><b>LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME BOLA</b></p>  <p> <math>V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi r^3</math>  <math>L_{\text{luas}} = 4 \pi r^2</math> </p> <p> <b>Contoh Soal:</b>            Berapa Volume dan Luas bola jika diameter jajar-jari tsb adalah 7 cm?         </p> <p> <b>Jawab:</b>            Diameter jajar-jari tsb = 7 cm, <math>r = \frac{7}{2} = 3,5</math> </p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> <math>V_{\text{bola}} = \frac{4}{3} \pi r^3</math>  <math>= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (3,5)^3</math>  <math>= \frac{4}{3} \times 22 \times 49 \text{ cm}^3</math>  <math>= 1173,33 \text{ cm}^3</math> </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p> <math>L_{\text{luas}} = 4 \pi r^2</math>  <math>= 4 \times 3,14 \times (3,5)^2</math>  <math>= 615,44 \text{ cm}^2</math> </p> </div> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Penjelasan mengenai contoh soal luas permukaan dan volume kerucut</li> <li>➤ Penjelasan mengenai contoh soal luas permukaan dan volume bola</li> </ul>

<p><b>F4</b></p>	<p>TENTUKAN LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME GAMBAR BERIKUT:</p> <p>1.</p>  <p>Jari-jari tabung = 7 cm tinggi tabung = 10 cm tinggi kerucut = 3 cm luas selimut kerucut = 15 cm</p> <p>2</p> <p>x Sebuah benda terdiri dari kerucut, tabung dan setengah bola. (lihat gambar). Jika jari-jarinya 3 cm, tinggi tabung 3m dan tinggi kerucut 2m, hitunglah volume benda tersebut.</p>	<p>Pelajar menyelesaikan soal yang diberikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bangun yang terbentuk daripada gabungan kerucut dan silinder</li> <li>➤ Bangun yang terbentuk daripada gabungan kerucut, silinder dan bola</li> </ul>												
<p><b>F5</b></p>	<p>KESIMPULAN</p> <table border="1" data-bbox="387 719 602 847"> <thead> <tr> <th>Nama Bangun</th> <th>Luas Permukaan</th> <th>Volume</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kerucut</td> <td><math>\pi r (r + s)</math></td> <td><math>\frac{1}{3} \times \pi r^2 \times t</math></td> </tr> <tr> <td>Silinder</td> <td><math>2 \pi r (r + t)</math></td> <td><math>\pi r^2 \times t</math></td> </tr> <tr> <td>Bola</td> <td><math>4 \pi r^2</math></td> <td><math>\frac{4}{3} \pi r^3</math></td> </tr> </tbody> </table>	Nama Bangun	Luas Permukaan	Volume	Kerucut	$\pi r (r + s)$	$\frac{1}{3} \times \pi r^2 \times t$	Silinder	$2 \pi r (r + t)$	$\pi r^2 \times t$	Bola	$4 \pi r^2$	$\frac{4}{3} \pi r^3$	<p>Pelajar membuat rumusan tentang luas permukaan dan volume:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Silinder, kerucut</li> <li>➤ Bola</li> </ul>
Nama Bangun	Luas Permukaan	Volume												
Kerucut	$\pi r (r + s)$	$\frac{1}{3} \times \pi r^2 \times t$												
Silinder	$2 \pi r (r + t)$	$\pi r^2 \times t$												
Bola	$4 \pi r^2$	$\frac{4}{3} \pi r^3$												
<p><b>Penutup</b></p>	<p>PENUTUP</p> 	<p>Pada Fase ini benda-benda alam sekitar ditampilkan kembali kemudian pelajar menyebutkan asal muasal daripada bentuk geometrinya</p>												

**Level 4: Implementasi VPG**

Level ini akan membahas bagaimana VPG ditayangkan di ruang kelas dan waktu yang dihabiskan untuk setiap modul. Seperti dijelaskan sebelumnya, VPG ini terdiri dari 3 modul dan akan

ditayangkan sesuai dengan tingkat pemikiran mereka. Penelitian ini mengambil sampel dari masing-masing kelompok pemikiran secara proporsional dengan rasio 3: 2: 1. Karena umumnya setiap kelas di sekolah menengah pertama terdiri dari 30 siswa, jumlah siswa adalah 180 (L0: 90, L1: 60, L2: 30).

Sebelum pelaksanaan pembelajaran di kelas, peneliti awalnya menyerahkan jadwal dan tanggal pelaksanaan kepada guru matematika dan sekolah di mana pembelajaran berlangsung. Berdasarkan pada tanggal, tempat, dan kelompok siswa, pembelajaran akan dilaksanakan menggunakan VPG yang sesuai sesuai dengan kelompok mereka. Pembelajaran dimulai dengan mengikuti penjelasan dari peneliti, kemudian VPG ditayangkan dan siswa melihat dan mengimplementasikan sesuatu (interaktif) sesuai dengan instruksi dalam video. Selama VPG, peneliti mengawasi jalannya pembelajaran dan sesekali memberikan penjelasan untuk setiap kasus yang tidak dipahami oleh siswa. Perlakuan ini dilakukan secara merata untuk semua kelompok untuk menghindari pengaruh variabel lain dalam pelaksanaan penelitian. Setiap kelompok akan mengikuti tiga sesi yang berbeda. Setelah belajar, sesi ketiga siswa akan diberikan tes vHGT untuk diselesaikan sebagai post test.

# EVALUASI VIDEO PEMBELAJARAN GEOMETRI (VPG)

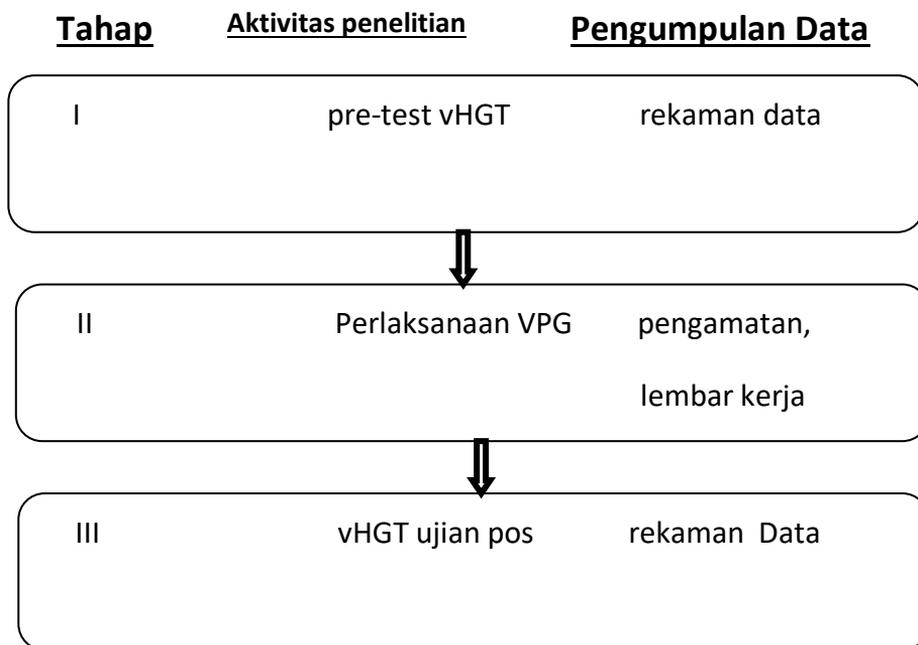
**B**ab ini akan menjelaskan tahapan akhir dari model ADDIE dengan tujuan memeriksa apakah prototipe baru sedang dikembangkan dari modul Pembelajaran VPG bekerja seperti yang diharapkan. Bab ini memberikan informasi lebih lanjut tentang desain penelitian, subjek penelitian, pengumpulan data, [nstrumen penelitian, validitas instrumen dan analisis data.

## **Desain Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian yang membuat alat pendukung pembelajaran yang diberi nama VPG dan menguji efektivitasnya dalam membantu lulusan SMP dalam meningkatkan van Hiele PBG mereka. Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dengan disain pra dan post test serta analisis kualitatif untuk mengetahui keefektifan alat ini bekerja. Efektivitas VPG ini akan dievaluasi melalui perspektif berikut:

- (a) Efektivitas dalam membantu siswa meningkatkan peringkat berpikir geometrinya (PBG) dari suatu peringkat ke peringkat berikutnya setelah menggunakan VPG.
- (b) Proses perubahan PBG van Hiele dari semua responden

Kegiatan penelitian dirangkum dalam bagan berikut:



**Gambar 7.1 Kegiatan Penelitian dalam Penilaian Efektivitas VPG**

Pemilihan sampel penelitian dimulai dengan mencari siswa yang memungkinkan menjadi subjek penelitian. Pertama setiap siswa SMP kelas IX yang telah mengikuti Ujian akhir pada sekolah terpilih menjadi sekolah sampel di Parepare diidentifikasi peringkat berpikirnya dengan menggunakan van Hiele Geometri test (vHGT), kemudian dikumpulkan sesuai dengan peringkat mereka masing-masing. Tentang tes ini akan dibahas dalam Bagian 7.5

Selanjutnya, berdasarkan hasil ujian vHGT tersebut, terbentuk kelompok siswa yang mewakili tiga kategori dasar PBG van Hiele (misalnya diberi nama. L0, L1 dan L2) akan dipilih untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Pemilihan secara acak 90 siswa dari kelompok L0, dan 60 siswa dari kelompok L1 dan 30 siswa dari kelompok L2, sehingga terdapat 180 siswa yang menjadi responden penelitian dalam

menguji efektivitas alat VPG ini. Tentang perbedaan pengambilan jumlah siswa dalam setiap kelompok akan dibahas dalam Bagian 7.3.

Seperti disebutkan sebelumnya, VPG terdiri dari 3 modul pembelajaran, yaitu; Modul 1 (mengenali geometri bangun datar), Modul 2 (menganalisis hubungan antara bangun datar geometri) dan Modul 3 (Menghitung keliling dan luas bangun datar geometri). Setiap kelompok mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan VPG di kelas masing masing dengan menggunakan modul yang berbeda.

Modul 1 digunakan untuk kelompok siswa L0, karena siswa pada level ini hanya tahu geometri visual tetapi belum akrab dengan sifat dasar bangunan (Usiskin, 1982). Modul 2 digunakan untuk kelompok siswa level L1, karena siswa pada level ini telah mampu mengidentifikasi bentuk-bentuk geometris dan sifat-sifatnya, tetapi belum bisa menghubungkan bentuk geometri. Modul 3 digunakan untuk kelompok siswa level L2, sebagai siswa dalam kelompok ini sudah dapat mengaitkan bentuk geometri, tetapi belum memahami pentingnya deduksi secara signifikan untuk membangun dan menggunakan rumus geometris yang ada (Crowley, 1987).

Setelah menyelesaikan modul pembelajaran (3 sesi) sesuai kelompok yang terpisah, kemudian diberi tes vHGT sebagai post-test. Implementasi post-test dilakukan setelah pembelajaran menggunakan VPG pada akhir setiap sesi grup membutuhkan waktu 25 menit. Analisis perbandingan *pre-test* dan *post-test* dilakukan untuk mengetahuinya perkembangan setiap siswa dari satu tingkat ke tingkat berikutnya dengan penggunaan metode yang digunakan oleh CDASSG seperti yang dijelaskan dalam bagian 4.6. Statistik deskriptif distribusi frekuensi juga telah digunakan untuk menggambarkan secara rinci peringkat PBG siswa.

Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengumpulkan data yang relevan dengan proses mengubah PBG siswa setelah belajar

menggunakan VPG. data ini telah dikumpulkan melalui wawancara, observasi dan lembar kerja siswa pada waktu tertentu. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk pengambilan informasi tentang bagaimana VPG bekerja untuk meningkatkan PBG van Hiele siswa.

## Sampel Penelitian

**Tabel 7.1:** Pengambilan Sampel Responden

Sesi	Populasi	Tujuan	Teknik	Bilangan sampel
I	Pelajar SMP kelas IX (2230 orang)	Menentukan peringkat berfikir geometri van Hiele pelajar SMP	Klasisikasi proporsional acak	669 (30% dari responden)
II	Pelajar yang telah mengikuti ujian <i>pre-test</i> vHGT (669 orang)	Menguji efektivitas VPG	Klasisikasi proporsional acak	180 orang

Ada dua sesi pengambilan sampel yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu; pengumpulan sampel untuk identifikasi siswa SMP PBG van Hiele Tentukan dan uji keefektifan alat VPG. Tabel Berikut adalah ringkasan pengambilan sampel untuk responden:

Berdasarkan hasil observasi terdapat 16 sekolah menengah pertama di kota Parepare dengan jumlah siswa kelas 9 pada tahun ajaran 2011/2012 adalah 2230 orang. Berdasarkan hasil wawancara dengan

kepala Dinas Pendidikan Kota Parepare, bahwa ada 3 kategori sekolah berdasarkan prestasi akademik, yaitu; tinggi, sedang dan rendah. SMP yang terletak di pusat kota cenderung memiliki lebih banyak siswa daripada sekolah di luar kota. Untuk mendapatkan sampel yang dapat mewakili populasi secara proporsional, peneliti secara acak mengambil sampel antara 4 sekolah dari masing-masing kategori. Berikut ini adalah daftar sekolah yang telah diambil sebagai sampel penelitian.

**Tabel 7.2: Sekolah yang Menjadi tempat sampel Penelitian**

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Kategori Sekolah</b>
SMP Negeri 1	Prestasi Tinggi
SMP Negeri 2	Prestasi Tinggi
SMP Negeri 3	Prestasi Tinggi
SMP Negeri 10	Prestasi Tinggi
SMP Negeri 4	Prestasi Sederhana
SMP Negeri 5	Prestasi Sederhana
SMP Negeri 8	Prestasi Sederhana
SMP Frater	Prestasi Sederhana
SMP Negeri 7	Prestasi Rendah
SMP Negeri 11	Prestasi Rendah
SMP Negeri 12	Prestasi Rendah
SMP Muhammadiyah	Prestasi Rendah

Berdasarkan pada nomogram Harry King dengan ukuran sampel 2000 dan tingkat kepercayaan 97% diperoleh pada 28% populasi (Sugiyono, 2003). Oleh karena, penelitian ini memiliki populasi 2.230 dengan tingkat kepercayaan yang tinggi 97% adalah sampel 30%, sehingga jumlah sampel yang terpilih adalah 669 orang. Selanjutnya 669 siswa secara acak diambil berdasarkan klasifikasi (klasifikasi acak proporsional) dari 12 sekolah dalam sampel belajar untuk melakukan *pre-test* menggunakan vHGT. Jumlah siswa diperoleh berdasarkan kategori sekolah sebagai berikut:

**Tabel 7.3:** Jumlah Siswa yang menjadi responden untuk

Pre-tes

<b>Sekolah (kategori)</b>	<b>Banyak siswa</b>	<b>Banyaknya sampel</b>
Prestasi Tinggi	1112	334
Prestasi Sederhana	700	210
Prestasi Rendah	418	125
Jumlah	2230	669

Adapun cara memperoleh nilai di atas adalah:

$$\text{Sekolah prestasi tinggi} = 1112 \times \frac{669}{2230} = 333.6 \approx 334 \text{ orang}$$

$$\text{Sekolah prestasi sederhana} = 700 \times \frac{669}{2230} = 210 \approx 210 \text{ orang}$$

$$\text{Sekolah prestasi rendah} = 418 \times \frac{669}{2230} = 125.4 \approx 125 \text{ orang}$$

Pra-tes untuk 669 responden adalah untuk mendapatkan gambaran PBG siswa SMP di Parepare dan perlunya pengambilan sampel untuk menguji efektivitas VPG yang dikembangkan oleh para peneliti. Hasil yang diperoleh tentang PBG responden. Tabel 7.4 di bawah ini adalah ringkasan dari PBG 669 siswa yang menjadi sampel penelitian.

**Tabel 7.4 :** Ringkasan PBG van Hiele dari responden

<b>PBG van Hiele</b>	<b>Banyaknya Siswa</b>	<b>%</b>
Peringkat 0 (L0)	364	54.4
Peringkat 1 (L1)	240	35.8
Peringkat 2 (L2)	55	8.2

Peringkat 3 (L3)	5	0.8
Tak sesuai (No Fit)	5	0.8

Perhatikan Tabel 7.4 di atas menunjukkan bahwa sebelum pembelajaran menggunakan VPG lebih dari 50% siswa berada pada peringkat L0 dan 35,8 % siswa berada pada peringkat L1, dan sisanya adalah peringkat L2, L3 dan No Fit. Selanjutnya diambil 180 siswa untuk ditempatkan dalam kelas pembelajaran sesuai proporsi masing-masing tingkatan. Berdasarkan aturan dari Kementerian Pendidikan, bahwa setiap kelas tidak boleh melebihi 30 orang, maka terdapat 6 kelas yang menjadi tempat penelitian untuk dilaksanakan proses belajar mengajar menggunakan VPG. Tabel 7.5 di bawah ini adalah jumlah sampel yang dipilih menurut PBG responden.

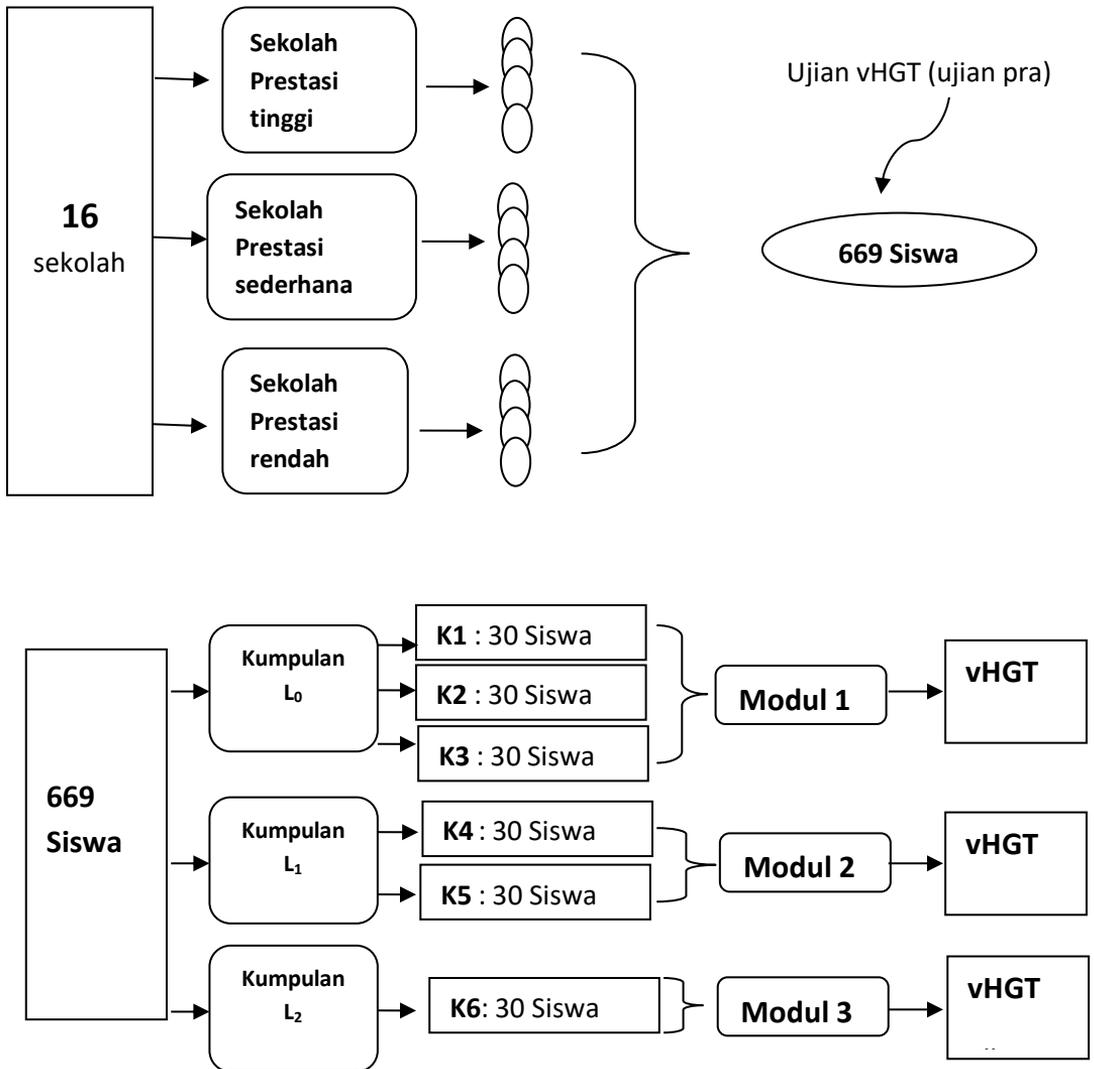
**Tabel 7.5 :** Jumlah sampel yang dipilih menurut PBG responden

Peringkat PBG	Banyaknya siswa yang terpilih	Banyaknya kelas
L0	$\frac{364}{669} \times 180 = 97.9 \approx 90$ orang	3
L1	$\frac{240}{669} \times 180 = 64.5 \approx 60$ orang	2
L2	$\frac{55}{669} \times 180 = 14.8 \approx 30$ orang	1
Jumlah	180	6

Pemilihan sampel dari responden L0, L1 dan L2 tidak melibatkan responden L3 dan No Fit, karena penelitian ini hanya akan menguji efektivitas VPG yang mengandung Modul 1 untuk siswa L0, Modul 2 untuk siswa level L1 dan modul 3 untuk siswa level L2. Lebih lanjut 180 dari responden ini akan diberikan pembelajaran pada kelas mereka masing-masing berdasarkan PBG nya dengan VPG sebanyak 3

kali pertemuan, dan pada sesi terakhir juga akan diberikan tes vHGT sebagai post-ptest.

Untuk mempermudah mengetahui gambaran penentuan sampel seperti yang dijelaskan diatas silahkan perhatikan gambar 7.2 berikut:



**Gambar 7.2** Gambaran Penentuan Sampel

### Pengumpulan Data

Ada dua jenis data yang dikumpulkan di bagian ini, yaitu, data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif mengacu pada implementasi

*pre-tes* dan *pos-tes* menggunakan vHGT. Untuk mengontrol implementasi pengumpulan data, peneliti melakukan pertemuan dengan 12 guru matematika dari sekolah sampel. Rapat diadakan pada tanggal 6 Maret 2012 di ruang pertemuan kantor Departemen Pendidikan Kota Parepare pukul 11:00 pagi (lihat Lampiran L). Beberapa kesimpulan dan saran yang dibuat setelah pertemuan itu adalah, sebagai berikut:

- a. Distribusi jumlah siswa yang akan mengikuti tes berdasarkan peringkatnya yang banyaknya ditentukan peneliti secara proporsional
- b. Pre-tes yang dilakukan tidak mengganggu proses belajar mengajar di sekolah tempat penelitian. (silahkan lihat jadwal implementasi pra-tes Lampiran M)
- c. Hasil ujian pre-tes akan diberikan pada pihak sekolah sebagai data gambaran PBG siswa mereka.
- d. Siswa yang terpilih sebagai sampel/responden akan diberitahukan 3 hari sebelum pelaksanaan kegiatan
- e. Tempat dan waktu belajar menggunakan VPG (lihat tabel implementasi VPG di bagian 3.4)
- f. Post tes dilakukan setelah sesi pembelajaran 3 pada setiap kelas

Selama pelaksanaan *pre-test*, penelitian ini dibantu oleh 4 teman dan guru matematika dari sekolah tempat ujian dilakukan untuk mengontrol ujian ini berjalan dengan baik dan lancar. Data kualitatif berasal dari pengamatan dari waktu ke waktu pembelajaran berlangsung, lembar kerja responden dibagikan kepada masing-masing hasil belajar dan wawancara untuk beberapa siswa setelah belajar menggunakan VPG di kelas.

## Instrumen Penelitian

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dilengkapi dengan teknik kualitatif. Creswell (2003) menyarankan agar data kualitatif dan kuantitatif dapat digabungkan untuk memperluas pemahaman dari satu kumpulan data ke yang lain atau untuk mengonfirmasi wawasan dari berbagai sumber data. Di antara instrumen utama Pengumpulan data adalah: van Hiele Geometry Test (vHGT), Wawancara, dan Lembar Kerja observasi.

### (a) Tes VHGT

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan gambaran PBG pelajar SMP di Kota Parepare dan untuk keperluan pemilihan responden yang akan mengikuti proses pembelajaran menggunakan VPG. van Hiele dan Senk menyarankan itu untuk penelitian dilakukan untuk memahami PBG siswa harus melibatkan tes vHGT yang telah dikembangkan oleh staf CDASSG atau Cognitive Development and Achievement Geometri di Sekolah Menengah (Atebe & Schafer, 2008). Tes vHGT awalnya digunakan untuk mengukur PBG siswa di Amerika berusia 14-17 (Usiskin, 1982). Bahan uji vHGT berikutnya didasarkan pada kutipan langsung dari tulisan van Hiele yang telah dirintis dan diperluas "(Senk,1989).

Karena itu dalam penelitian ini, untuk mendapatkan PBG siswa dan menguji efektivitas VPG digunakanlah vHGT sebagai tes sebelum dan sesudah pembelajaran (*pre dan pos-test*). Salah satu peneliti sebelumnya yang pernah menggunakan vHGT adalah Atebe dan Schafer (2008) telah mencari PBG siswa sekolah menengah di Nigeria dan Afrika.

Tes vHGT yang asli terdiri dari dua bagian, bagian pertama adalah tes pilihan ganda dan bagian kedua adalah tes esai terdiri dari 3

pertanyaan untuk setiap level, yang harus dijawab setiap peserta. Penelitian ini menggunakan vHGT bagian pertama saja, sebab bagian kedua dari tes vHGT dirancang untuk mengeksplorasi kemampuan siswa di setiap tingkat dalam memecahkan pertanyaan geometris (Usiskin, 1982). Ada 25 materi dalam bagian A ini, yang terdiri dari 5 subyek dan masing-masing subtest terdiri dari 5 item berdasarkan pada salah satu PBG van Hiele. Untuk penjelasan tentang masalah ini, silakan lihat tabel 7.6 di bawah ini.

**Tabel 7.6: Distribusi Item Uji vHGT oleh PBG**

No. Item	PBG van Hiele	Kategori Item
1- 5	L0	1
6 - 10	L1	2
11 - 15	L2	3
16 - 20	L3	4
21 -25	L4	5

Catatan: Kategori item adalah kelompok item yang dikelompokkan berdasarkan level penilaian berdasarkan Usiskin (1982)

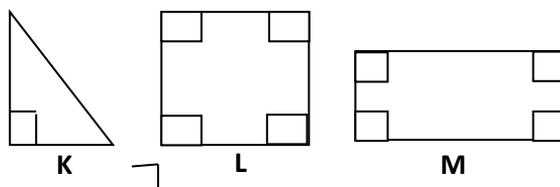
Berikut ini adalah contoh pertanyaan vHGT dari setiap PBG yang telah dimodifikasi menjadi bahasa Indonesia.

Contoh Item bagi PBG L0:

Soal 1

Yang manakah gambar di bawah ini merupakan persegi:

- A. K saja
- B. L saja
- C. M saja
- D. L dan M saja
- E. Semuanya adalah persegi

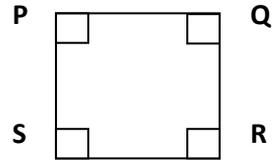


Contoh Item bagi PBG L1:

Soal 6

PQRS adalah persegi, manakah sifat yang berlaku pada persegi:

- A. PR dan RS sama panjang
- B. QS dan PR saling tegak lurus
- C. PS dan QR adalah saling tegak lurus
- D. PS dan QS sama panjang
- E. Sudut Q lebih besar daripada sudut R



Contoh Item bagi PBG L2:

Soal 12

Perhatikan dua pernyataan berikut

Pernyataan S:  $\triangle ABC$  mempunyai tiga sisi yang sama panjang

Pernyataan T: dalam  $\triangle ABC$ , sudut B dan sudut C besarnya sama

Manakah yang benar:

- A. Pernyataan S dan T keduanya tidak dapat benar
- B. Jika S benar, maka T benar
- C. Jika T benar, maka S benar
- D. Jika S salah, maka T salah
- E. Tidak ada pilihan (A) – (D) yang benar

Contoh Item bagi PBG L3:

Soal 19

Dalam geometri:

- A. Setiap istilah dapat didefinisikan dan setiap pernyataan yang benar dapat dibuktikan kebenarannya

- B. Setiap istilah dapat didefinisikan, tetapi perlu untuk menganggap bahwa pernyataan tertentu adalah benar
- C. Beberapa istilah harus dibiarkan terdefinisi, tetapi setiap pernyataan yang benar dapat terbukti benar
- D. Beberapa istilah harus dibiarkan terdefinisi dan perlu untuk memiliki beberapa pernyataan yang diasumsikan benar
- E. Tidak ada pilihan (A) – (D) yang benar

Contoh Item bagi PBG L4:

Soal 21

Dalam F- geometri, suatu garis berbeda daripada garis yang lain, terdapat tepat empat titik dan enam garis. Setiap garis mengandung tepat dua titik, Jika titik-titik itu adalah P, Q, R, dan S dan garis itu adalah {P,Q}, {P,R}, {P,S}, {Q,R}, {Q,S}, dan {R,S}. Dari sini bagaimana kata "berpotongan", dan "sejajar" digunakan dalam F- geometri. Garis {P,Q} dan {P,R} berpotongan di P sebab mempunyai P yang sama. Garis {P,Q} dan {R,S} sejajar karena tidak mempunyai titik persekutuan .

Dari informasi berikut manakah yang benar:

- A. {P,R} dan {Q,S} berpotongan
- B. {P,R} dan {Q,S} sejajar
- C. {Q,R} dan {R,S} sejajar
- D. {P,S} dan {Q,R} berpotongan
- E. Tidak ada pilihan (A) – (D) yang benar

Untuk melihat seluruh pertanyaan dari tes Tes Geometri Hiele standar yang telah dikembangkan oleh CDASSG (Cognitive Development and Achievement in Secodary School Geometry ) lihat Lampiran H . Pertanyaan VHGT sebelum digunakan lebih aw al diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, kemudian diverifikasi oleh 2 guru matematika senior di Kota Parepare (lihat 7.6.1).

## **(b) Wawancara**

Wawancara lebih memungkinkan diperoleh informasi yang lebih dalam karena kondisinya pewawancara dan responden bebas berinteraksi dan bertatap muka (Gilham, 2005). Wawancara adalah salah satu instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data dalam penelitian ini. Wawancara dilakukan sebelum dan sesudah pelaksanaan VPG di kelas. Wawancara dilakukan terhadap 3 guru matematika SMP senior yang ada di Parepare pada awal penelitian ini, guna mendapatkan gambaran terhadap materi yang sulit diajarkan dan sulit difahami oleh siswa. Data dari hasil wawancara ini digunakan untuk menyempurnakan pembuatan VPG.

Setelah implementasi pelaksanaan VPG dilaksanakan, kemudian dilakukan wawancara terhadap siswa dengan memilih secara acak 3 siswa yang mengalami peningkatan PBG dari suatu peringkat ke peringkat berikutnya, dan 3 orang siswa yang tidak mengalami perubahan peningkatan PBG. Wawancara dilakukan pada ruangan tertentu di sekolah mereka masing-masing. Pelaksanaan wawancara dilakukan dengan cara santai dan familiar agar didapatkan data yang betul-betul akurat. Adapun contoh pertanyaan yang diajukan pada saat wawancara adalah sebagai berikut:

*“Apakah visualisasi gambar dalam VPG dapat membantu Anda mengenal bangun geometri secara benar?”*

*“Kenapa kamu tidak menulis apapun pada lembar kerja yang saya berikan?”*

*“Apa yang menyebabkan Anda dapat mengenal sifat-sifat bangun geometri dan membuat hubungan antara suatu bangun dengan bangun lainnya?”*

*“Mengapa setelah mempelajari VPG nilai kamu tidak mengalami perubahan?”*

### **(c) Lembar Kerja**

Beberapa fase belajar dalam model van Hiele, seperti mencari sub tema geometri yang telah disusun oleh guru (orientasi), menyelesaikan masalah yang bersifat terbuka (orientasi independen) dan merangkum apa yang telah dipelajari (Integrasi) dilakukan oleh setiap siswa dalam proses pembelajaran menggunakan VPG. Karena itu, dalam proses pembelajaran, setiap siswa disediakan lembar kerja dan dikumpulkan oleh peneliti setelah menyelesaikan penelitian. Lembar kerja siswa seluruhnya akan menjadi data penelitian untuk mencari tahu, (1) keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, (2) kemampuan siswa untuk menerima informasi yang diberikan dalam pembelajaran, (3) kemampuan siswa untuk menyelesaikan masalah yang diberikan untuk setia pembelajaran menggunakan VPG. Contoh lembar kerja siswa dapat dilihat pada Lampiran N.

### **(d) Pengamatan**

Pengamatan adalah pengambilan data dengan cara memperhatikan langsung kejadian di tempat penelitian (Gilham, 2005). Pada penelitian ini pengamatan dilakukan secara langsung di sekolah tempat pembelajaran berlangsung yang menggunakan VPG. Pengamatan dilakukan dalam keadaan bebas, yang berarti bahwa pengamatan akan dilakukan selama proses belajar mengajar dalam keadaan biasa saat proses belajar mengajar berlangsung setiap hari. Peneliti tidak menyediakan daftar pertanyaan untuk dilihat, tetapi hanya melakukan catatan atau deskripsi perilaku responden yang dianggap penting, seperti; siswa yang belum pernah memperhatikan video, tidak pernah menulis di lembar kerja atau siswa yang mengikuti belajar dengan sangat serius.

## **Validitas instrumen**

Beberapa hal yang telah dilakukan oleh peneliti untuk memastikan validitas instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah validitas tes vHGT, validitas modul pembelajaran dan validitas video VPG.

### **Validitas Uji vHGT**

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, untuk persyaratan sebelum dan sesudah pengujian pos tes menggunakan vHGT standar yang telah dikembangkan oleh CDASSG setelah menyesuaikan dengan bahasa dan keadaan responden. Validasi dilakukan dengan melakukan diskusi mendalam dengan 2 guru matematika senior di Parepare yang sebelumnya mereka diberi pemahaman tentang teori van Hiele oleh peneliti. Dua guru matematika tersebut adalah:

- a. GM01, S. Pd (guru SMP 3 Parepare, mulai mengajar tahun 1984)
- b. GM02, S. Pd (guru SMP 4 Parepare, mulai mengajar tahun 1985)

Peneliti memberi para guru lembar evaluasi untuk dinilai aspek relevansi teori van Hiele dengan materi matematika SMP. Pada kertas penilaian mereka tidak membuat rekomendasi tetapi hanya memberi jawaban atas pertanyaan tentang apakah soal-soal yang diberikan sudah sesuai dengan teori van Hiele serta pertanyaan yang diberikan sudah sesuai dengan peringkat yang akan diuji.

### **Validitas Modul Pembelajaran dan VPG**

Sugiyono (2003) mengatakan bahwa validitas bentuk (construct validity) sebuah instrumen dilakukan dengan meminta pendapat para ahli yang terkait. Oleh itu adalah modul dan instrumen VPG yang telah dibuat oleh peneliti berbasis teori dan aspek yang akan diuji selanjutnya dikonsultasikan kepada para ahli dibidangnya masing-masing. Ini dibahas dalam Bagian 6.4.

## Analisis Data

Analisis efektivitas VPG ini dilakukan dengan menggunakan analisis penelitian kuantitatif untuk mendapatkan gambaran peringkat PBG siswa SMP kelas IX di Parepare, sementara itu analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui cara kerja VPG ini dalam meningkatkan PBG siswa.

### Analisis Data Kuantitatif

Jawaban yang diberikan siswa pada tes vHGT akan dievaluasi menjadi dua jenis skor, yaitu skor vHGT dan skor PBG.

### Penilaian dan Analisis Skor vHGT

Skor vHGT adalah skor yang diperoleh responden pada jawaban pertanyaan diberikan dengan skor 1 untuk jawaban yang benar dan 0 untuk jawaban yang salah. Mengacu pada bagian 4.5, tes vHGT terdiri dari 25 pertanyaan pilihan ganda, hingga skor minimum yang memungkinkan skor siswa adalah 0 dan skor maksimum adalah 25. Untuk melihat model penilaian skor vHGT silakan lihat tabel berikut:

**Tabel 7.7: Contoh Skor Skor vHGT**

No	Nama/Jawapan Betul	b	d	c	b	e	a	e	a	c	d	c	b	a	a	b	c	c	d	d	a	b	e	d	e	d	Jumlah
1	S01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2	S02	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
3	S03	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
4	S04	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	S05	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
6	S06	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	S07	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
8	S08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4
9	S09	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	6
10	S10	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
11	S11	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	8
12	S12	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
13	S13	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

Selanjutnya untuk menunjukkan validitas instrumen ini, skor sebelum dan sesudah tes siswa dianalisis dengan melihat koefisien *alpha Cronbach* dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi. 16.0. dengan kriteria seperti berikut (Sirkin, 2006):

**Tabel 7.8:** Kriteria Keandalan Instrumen

$\alpha$	Kriteria
Lebih dari 0.90	sempurna
0.70 – 0.90	tinggi
0.50 – 0.70	sederhana
Kurang dari 0.50	rendah

Statistik uji-T dapat dilakukan ketika data diperoleh secara acak dan terdistribusi secara normal, sehingga menunjukkan bahwa data sampel di Penelitian ini berasal dari populasi distribusi normal, sehingga hal itu dilakukan uji normalitas dengan metode uji Kolmogrov-Smirnov menggunakan SPSS versi 16.0. Dengan taraf signifikan 0,05  $H_0$  akan diterima jika signifikansi yang diperoleh pada  $table > 0,05$ . Berarti sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Selanjutnya akan diuji rata-rata skor vHGT sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG. Untuk tujuan ini rumus yang digunakan Uji-t dua sampel berhubungan (Suhartono, 2008) sebagai berikut:

$$t = \frac{D}{S_D / \sqrt{n}}$$

Dengan  $D$  : selisih rata-rata antara sampel 2 dan sampel 1

$S_D$ : selisih standar deviasi antara sampel 2 dan sampel 1

$N$  : ukuran sampel

Karena tes ini termasuk dalam tes dua arah dengan  $H_0$  ditandai sama dengan ( $=$ ) dan  $H_1$  tidak sama dengan ( $\neq$ ), jadi  $H_0$  ditolak jika nilai tes  $t$  memenuhi kriteria, yaitu :

$$|t| > t_{\alpha/2}; df = n-1 \text{ atau nilai } p < \alpha$$

Analisis data berikutnya adalah mengukur seberapa besar efek ukuran (size effect) perbedaan rata-rata yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG. Untuk tujuan ini digunakan rumus *d Cohen* (Nancy. Et.al, 2011) sebagai berikut:

$$d = \frac{M_x - M_y}{S_D}$$

$M_x$ : Min sampel x

$M_y$ : Min sampel y

$n_x$ : Banyaknya sampel x

$n_y$ : Banyaknya sampel y

$s_x$ : standar deviasi sampel x

$s_y$ : standar deviasi sampel y

$$S_D = \sqrt{\frac{(n_x - 1)s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}{(n_x - 1) + (n_y - 1)}}$$

kriteria :  $0 < d < 0.2$  kesan kecil

$0.2 < d < 0.8$  kesan sederhana

$d > 0.8$  kesan besar

## Penilaian dan Analisis skor PBG

Skor PBG adalah skor yang diperoleh responden berdasarkan jawaban mereka dari tes vHGT dalam rangka mengukur tingkat berpikir responden sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan VPG. Usiskin (1982) telah mengembangkan *metode "3 dari 5 benar"* untuk persyaratan ini. Berarti jika responden menjawab dengan benar setidaknya 3 dari 5 item dalam salah satu dari 5 subtes di vHGT, siswa dianggap telah menguasai level itu. Berikut jumlah skor kewajaran menurut Usiskin (1982) sebagai berikut berikut:

1 tanda untuk kriteria grup pada item 1-5 (Level 1)

2 tanda untuk kriteria grup pada 6-10 (Level 2)

4 tanda untuk kriteria grup adalah item 11-15 (Level 3)

8 tanda untuk kriteria grup pada item 16-20 (Level 4)

16 tanda untuk kriteria grup pada item 21-25 (Level 5)

Selanjutnya skor yang diperoleh siswa dihitung berdasarkan skor standar yang telah ditentukan oleh Usiskin, Misalnya: Jika seorang siswa memenuhi kriteria (memperoleh skor) pada level 1, 2 dan 5, sehingga skor yang diperoleh adalah 19 (1 + 2 + 16). Untuk memudahkan perhitungan dalam menentukan nilai PBG siswa maka Usiskin (1982) membuat uraian skema 32 kemungkinan jawaban yang diberikan oleh siswa sebagai berikut:

**Tabel 7.9: Kemungkinan Perolehan Skor PBG**

PBG	Skor PBG	Kategori Item					Koding	Ket
		1	2	3	4	5		
L0	0						00000	Skor paling rendah
	2		X				01000	
	4			X			00100	
	8				X		00010	
	16					X	00001	
	18		X			X	01001	
	20			X		X	00101	
	24				X	X	00011	Skor paling tinggi
L1	1	X					10000	Skor paling rendah
	5	X		X			10100	
	9	X			X		10010	
	17	X				X	10001	
	21	X		X		X	10101	
	25	X			X	X	10011	Skor paling tinggi
L2	3	X	X				11000	Skor paling rendah
	11	X	X		X		11010	
	19	X	X			X	11001	
	27	X	X		X	X	11011	Skor paling tinggi
L3	6		X	X			01100	Skor paling rendah
	7	X	X	X			11100	
	22		X	X		X	01101	
	23	X	X	X		X	11101	Skor paling tinggi
L4	13	X		X	X		10110	Skor paling rendah
	14		X	X	X		01110	
	15	X	X	X	X		11110	
	29	X		X	X	X	10111	
	30		X	X	X	X	01111	
	31	X	X	X	X	X	11111	Skor paling tinggi
No Fit	10		X		X		01010	
	12			X	X		00110	
	26		X		X	X	01011	
	28			X	X	X	00111	

Catatan: X: siswa menjawab dengan benar 3 pertanyaan atau lebih dalam kategori itu. No Fit: Nilai yang didapat tidak cocok Sumber: Usiskin (1982: 99)

Untuk memudahkan analisis sampel besar, maka khususnya, peneliti telah membuat format peringkat berdasarkan kategori di atas menggunakan microsoft excel , silakan lihat tabel 7.10 berikut:

**Tabel 7.10: Format Penilaian Skor PBG**

NOMOR		NAMA SISWA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ANALISIS LEVEL					KON	PERINGKAT BERPIKIR
URUT	INDUK		b	d	c	a	b	e	a	e	a	c	d	c	b	e	c	d	c	c	c	a	a	b	d	e	a	c	1	2	3	4		
1	10001	P01	b	d	c	a	c	a	e	e	c	d	b	b	e	c	d	c	c	c	a	a	b	d	e	a	c	1	1	0	1	0	11010	L2
2	10002	P02	b	d	c	b	a	c	b	a	c	d	c	a	e	c	d	c	b	b	e	e	d	e	e	e	d	1	1	0	0	1	11001	L2
3	10003	P03	b	d	c	b	c	a	e	a	d	a	e	e	e	c	e	c	a	e	b	a	c	b	e	a	d	1	1	0	0	0	11000	L2
4	10004	P04	b	d	c	b	a	a	e	c	c	a	d	b	e	b	c	b	a	a	a	d	b	d	e	e	c	1	1	0	0	0	11000	L2
5	10005	P05	b	d	c	d	a	a	b	a	c	b	c	b	e	e	e	e	c	a	a	e	a	b	d	e	c	1	1	0	0	0	11000	L2
6	10006	P06	b	d	c	a	c	c	e	a	c	d	b	c	e	c	d	a	a	c	a	d	b	a	e	b	a	1	1	0	0	0	11000	L2
7	10007	P07	b	d	c	b	e	b	a	a	c	b	a	b	e	a	b	a	d	b	a	b	a	e	e	e	a	1	0	1	0	0	10100	L1
8	10008	P08	b	d	c	b	a	a	e	e	d	e	b	e	e	c	e	a	a	a	e	a	a	d	e	b	d	1	0	0	0	0	10000	L1
9	10009	P09	b	d	c	b	c	c	c	b	b	e	e	e	c	e	b	e	c	c	a	b	d	b	a	e	d	1	0	0	0	0	10000	L1
10	10010	P10	b	d	c	b	d	a	a	e	e	e	e	e	e	e	c	e	a	a	a	e	a	d	e	d	d	1	0	0	0	0	10000	L1
11	10011	P11	b	d	c	b	a	b	d	a	e	a	e	a	d	d	b	b	a	a	a	b	b	e	d	e	b	1	0	0	0	1	10001	L1
12	10012	P12	b	d	c	b	a	c	c	a	c	c	b	c	e	c	e	a	a	d	b	a	d	a	d	d	e	1	0	0	0	0	10000	L1
13	10013	P13	b	d	c	b	a	c	d	e	c	b	b	d	e	c	e	d	e	a	d	d	b	c	e	e	d	1	0	0	0	1	10001	L1

Hasil analisis data PBG siswa akan dibuat dalam statistik deskriptif terdiri dari skor PBG rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing kelompok. Analisis lebih lanjut dilakukan untuk menentukan jumlah siswa yang terlibat dalam pembelajaran di kelas menggunakan VPG berdsarkan peringkat yang mereka miliki dan kaedah pemarkahan sebagai berikut:

**Tabel 7.11: Kategori Peningkatan PBG**

Kategori	Deskripsi
Peningkatan antara peringkat	Peningkatan PBG van Hiele berlaku menurut urutan (misal L0 ke L1, L1 ke L2)

Fenomena melompat	Peningkatan PBG van Hiele berlaku tidak mengikut urutan (misal: L0 ke L2, L1 ke L3)
Peningkatan dalam peringkat	Peningkatan PBG van Hiele tidak berlaku tetapi berlaku peningkatan skor PBG
Tidak meningkat	Peningkatan peringkat berfikir geometri van Hiele tidak berlaku dan peningkatan skor PBG juga tidak berlaku

### Analisis Data Kualitatif

Selain analisis kuantitatif, analisis kualitatif juga dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang bagaimana VPG dapat meningkatkan PBG siswa. Analisis kualitatif adalah data yang diperoleh dari observasi, lembar kerja siswa dan wawancara. Wawancara tentang kegiatan yang dilakukan pada responden dari waktu ke waktu mengikuti pembelajaran memberi kesan bahwa ada motivasi dan semangat belajar yang diberikan, mengarah pada pemahaman pada konten geometris dalam VPG.

Deskripsi lebih lanjut dari lembar kerja juga dapat dibuktikan responden memahami atau tidak memahami materi geometri yang diberikan. Siswa yang banyak menulis catatan pada lembar kerja yang diberikan instruksi pada VPG terbukti memahami materi yang diberikan. Demikian pula jawaban yang diberikan responden pada wawancara dapat memberikan informasi tentang mengapa seorang siswa dapat atau tidak memahami materi geometris yang diberikan menggunakan VPG. Semua informasi itu berasal dari observasi, lembar kerja dan wawancara akan digabungkan dengan informasi kuantitatif untuk mendapatkan ringkasan mengapa responden dapat meningkatkan PBG-nya.

## **Efektivitas**

Untuk menguji efektivitas VPG, telah diambil 180 siswa untuk menjadi responden berdasarkan PBG yang telah mereka miliki. Perbandingan hasil ujian pre dan post test adalah indikasi efektivitas VPG dalam pembelajaran. Ujian pre dan post test dianalisis dengan dua macam skor, yaitu; skor vHGT untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata skor ujian pra dan ujian pos, dan skor PBG bagi mengetahui PBG setiap responden.

# ANALISIS HASIL RISET PERINGKAT BERPIKIR GEOMETRI BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

**B**ab ini akan membahas temuan penelitian tentang efektivitas VPG yang dikembangkan oleh peneliti dan diuji pada kelompok lulusan sekolah menengah pertama berdasarkan PBG mereka. Efektivitas alat ini dievaluasi berdasarkan skor tes vHGT dan skor tes PBG dengan membandingkan *pre-test* dan *post-test*, kemudian melakukan analisis data kualitatif bagaimana alat ini dapat mengubah peringkat berpikir geometri siswa (PBG). Analisis data kuantitatif untuk menguji kesamaan rata-rata dua skor vHGT menggunakan statistik *t-Test* dan seberapa besar perbedaannya (*size effect*). Analisis statistik deskriptif skor PBG siswa sebelum dan sesudah pembelajaran akan diungkapkan. Perubahan PBG siswa sesuai dengan empat kategori yang telah ditentukan juga akan dilaporkan dalam bentuk persentase. Analisis akan dibahas secara berurutan tentang hasil penelitian secara keseluruhan, kemudian hasil penelitian dari masing-masing kelompok.

### Analisis adalah Skor vHGT Secara Menyeluruh

*Pre-test* dan *post-test* menggunakan vHGT dianalisis menggunakan vHGT skor untuk diberikan skor 1 untuk responden yang menjawab sebuah pertanyaan dengan tepat dan skor 0 untuk jawaban yang salah (lihat 4.7.1). Sebelumnya tes vHGT dianalisis untuk keandalannya menggunakan koefisien *Alpha Cronbach*. Dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 16.0 diperoleh  $\alpha = 0,713$ . Hal ini menunjukkan bahwa reliabilitas instrumen vHGT termasuk dalam kategori tinggi.

Data *pre-test* dan *post-test* dianalisis bertujuan mengungkapkan perbedaan skor yang diperoleh siswa vHGT sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG. Untuk melihat skor vHGT *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh semua responden, lihat Lampiran S 1. Tabel berikut adalah data deskriptif siswa yang mengalami perubahan skor vHGT setelah belajar menggunakan VPG.

**Tabel 8.1** : Jumlah Siswa yang Mengalami Perubahan Skor vHGT Setelah Belajar Menggunakan VPG

Perubahan Kategori	Jumlah Responden		
	L0	L1	L2
Meningkat	67 (74,4%)	44 (73,4%)	23 (76,7%)
Tidak berubah	6 (6,7%)	5 (8,3%)	1 (3,3%)
Menurun	17 (18,9%)	11 (18,3%)	6 (20%)
Keseluruhan	90	60	30

Tabel 8.1 menunjukkan bahwa di setiap kelompok terjadi perubahan skor vHGT, yaitu; 67 orang di grup L0, 44 orang di grup L1 dan 23 orang di grup L2. Ini bisa menjadi salah satu indikator efektivitas VPG.

## Statistik Uji-T

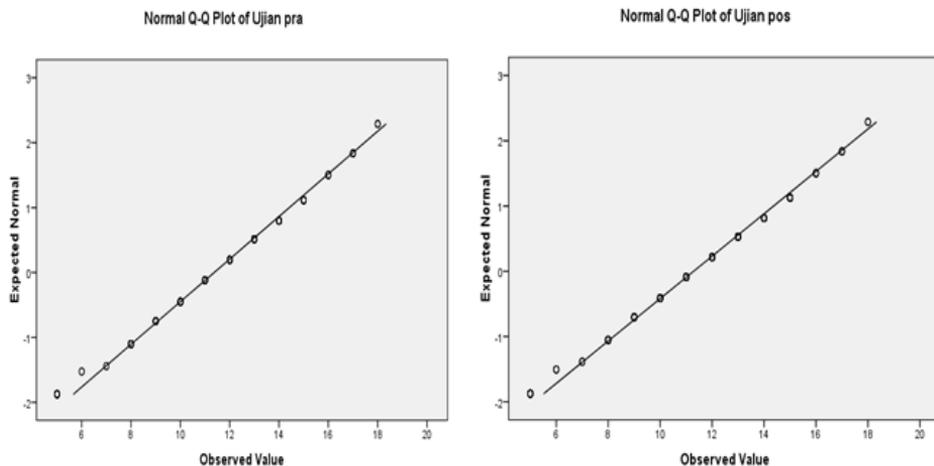
Sebelum data dianalisis dengan menggunakan statistik inferensial , maka data harus diambil secara acak dari sekumpulan yang berdistribusi normal (Suhartono, 2008) . Untuk tujuan ini , tes normaliti data dengan metode uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan SPSS versi 16.0 , sehingga diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 8.2:** Uji Normalitas Data Uji *Pre-test* dan *Post -Test*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ujian pra	.065	180	.059	.977	180	.005
Ujian pos	.066	180	.052	.978	180	.006

a. Lilliefors Significance Correction

Dengan menggunakan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ , maka  $H_0$  diterima (pre-test dan post-test = 0,059 dan 0,052) > 0,05. Ini berarti bahwa sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal . Selanjutnya perhatikan diagram berikut:



**Gambar 8.1:** Uji Normalitas Data Skor vHGT Ujian *Pre-test* dan *Post-test*

Analisis data selanjutnya adalah statistik uji-t untuk mengetahui apakah skor yang diperoleh sebelum pembelajaran berubah secara signifikan setelah belajar menggunakan VPG. Hipotesis yang diajukan adalah :

H<sub>0</sub>: Tidak ada perbedaan skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

H<sub>1</sub>: Ada perbedaan skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

Dengan bantuan perangkat lunak SPSS ver si 16.0 diperoleh tabel berikut:

**Tabel 8.3:** T- Test vHGT Data Uji *Pre-test* dan *Post -Test* (N = 180)

	Perbedaan berpasangan					t	d	Sig (2-tailed)
	Mean	Std. Deviasi	Std Error Mean	95% confidence Interval of Difference				
				lower	upper			
Pair 1 <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>	-2,050	3,046	.227	-2,498	-1,602	-9.030	.179	.000

Dengan tahap signifikan  $\alpha = 0,05$ , maka H<sub>0</sub> ditolak karena tingkat signifikansi dalam tabel (0,000) < 0,05. Ini berarti bahwa skor *pre-test* dan *post-test* berbeda secara signifikan.

### Ukuran Dampak (*effect size*)

Seperti disebutkan sebelumnya, bahwa untuk mengukur seberapa besar (*effect size*) perbedaan rata-rata yang diperoleh adalah

digunakan rumus *d Cohen* . Untuk persyaratan perhitungan rumus, lihat tabel 8.4 berikut:

**Tabel 8.4:** Statistik Deskriptif Nilai Pra-Tes dan Pasca-Tes vHGT (N = 180)

	Mean	Std. Deviasi	Std.Error Mean	r
Pair 1 Pre-test	7.32	2,341	.174	0,975
Post test	9.37	2,954	.220	

$$d = \frac{9.37 - 7.32}{\sqrt{\frac{(180-1)2.954^2 + (180-1)2.341^2}{(180-1) + (180-1)}}} = 0.769$$

Berdasarkan nilai  $d = 0.769$  yang diperoleh di atas, maka perbezaan min skor vHGT pre-test dan post-test dalam kategori sederhana.

### Kesimpulan

Hasil skor vHGT keseluruhan menunjukkan bahwa mayoritas siswa dalam kelompok L0 (74,4%), kelompok L1 (73,4%) dan kelompok L2 (76,7%) mengalami peningkatan skor setelah belajar menggunakan VPG. Temuan lain menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* berbeda secara signifikan dalam kategori sedang.

### Analisis Skor PBG Pelajar Secara Menyeluruh

Analisis data selanjutnya adalah data skor Peringkat Berpikir Geometri (PBG) responden. Lihat bagian 4.7.1.2, semua responden dapat ditentukan PBG-nya berdasarkan hasil tes vHGT yang diberikan . Tabel 5.5 berikut ini menunjukkan statistik deskriptif skor PBG dari *pre-test* dan *post-test* responden serta jumlah siswa yang mengalami

perubahan sebelum dan sesudah belajar menggunakan Video Pembelajaran Geometri (VPG).

**Tabel 8.5:** Statistik Deskriptif Skor PBG pelajar Sebelum dan Selepas Pembelajaran Menggunakan VPG

Kohort Pelajar Mengikut PBG	Sebelum Penggunaan VPG				Selepas Penggunaan VPG			
	N	Min Skor PBG	Skor PBG Minimum	Skor PBG Maksimum	N	Min Skor PBG	Skor PBG Minimum	Skor PBG Maksimum
L0	90	2.71	0	20	30	3.00	0	19
L1	60	2.20	1	17	70	10.03	1	27
L2	30	4.87	3	19	62	11.73	3	27
L3	0	-	-	-	18	-	-	-
Keseluruhan	180				180			

Tabel 8.5 menunjukkan bahwa VPG dapat meningkatkan PBG siswa secara signifikan. Hal ini diamati dari PBG rata skor untuk masing-masing kelompok meningkat setelah pembelajaran yang menggunakan VPG. Pada kelompok L0 skor PBG rata-rata 2,71 sebelum pembelajaran dan menjadi 3,00 setelah pembelajaran. Demikian pula pada kelompok L1, skor PBG rata-rata dari 2,20 menjadi 10,03 dan pada kelompok L2, dari 4,87 menjadi 11,73 setelah pembelajaran. Hal lain yang dapat kita lihat adalah jumlah siswa yang berubah PBG-nya; siswa yang berada di level L0 berkurang menjadi 30 yang sebelumnya sebanyak 90 orang, level L1 meningkat menjadi 70 orang yang sebelumnya hanya 60 orang, dan level L2 meningkat menjadi 62 orang yang sebelumnya hanya 30 orang. Terlihat juga bahwa sebelum belajar tidak ada siswa di level L3 yang menjadi responden, tetapi setelah belajar ada 18 siswa berada pada level L3.

### **Peningkatan PBG Berdasarkan Kategori**

Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa untuk mengetahui efektivitas alat VPG ini, telah dibagi menjadi 4 kategori meningkatkan tingkat berpikir siswa, yaitu; meningkat dalam satu level, peningkatan ke level selanjutnya, lompatan fenomena dan tidak meningkat. Daftar peningkatan PBG siswa setelah belajar menggunakan VPG dapat dilihat pada Lampiran S2. Selanjutnya, jumlah dan persentase siswa yang mengalami peningkatan van Hiele PBG setelah belajar menggunakan VPG sesuai dengan 4 kategori yang telah ditentukan.

**Tabel 8.6** : Jumlah dan Persentase Peningkatan PBG Setelah Penggunaan VPG dalam Pembelajaran menurut Kategori

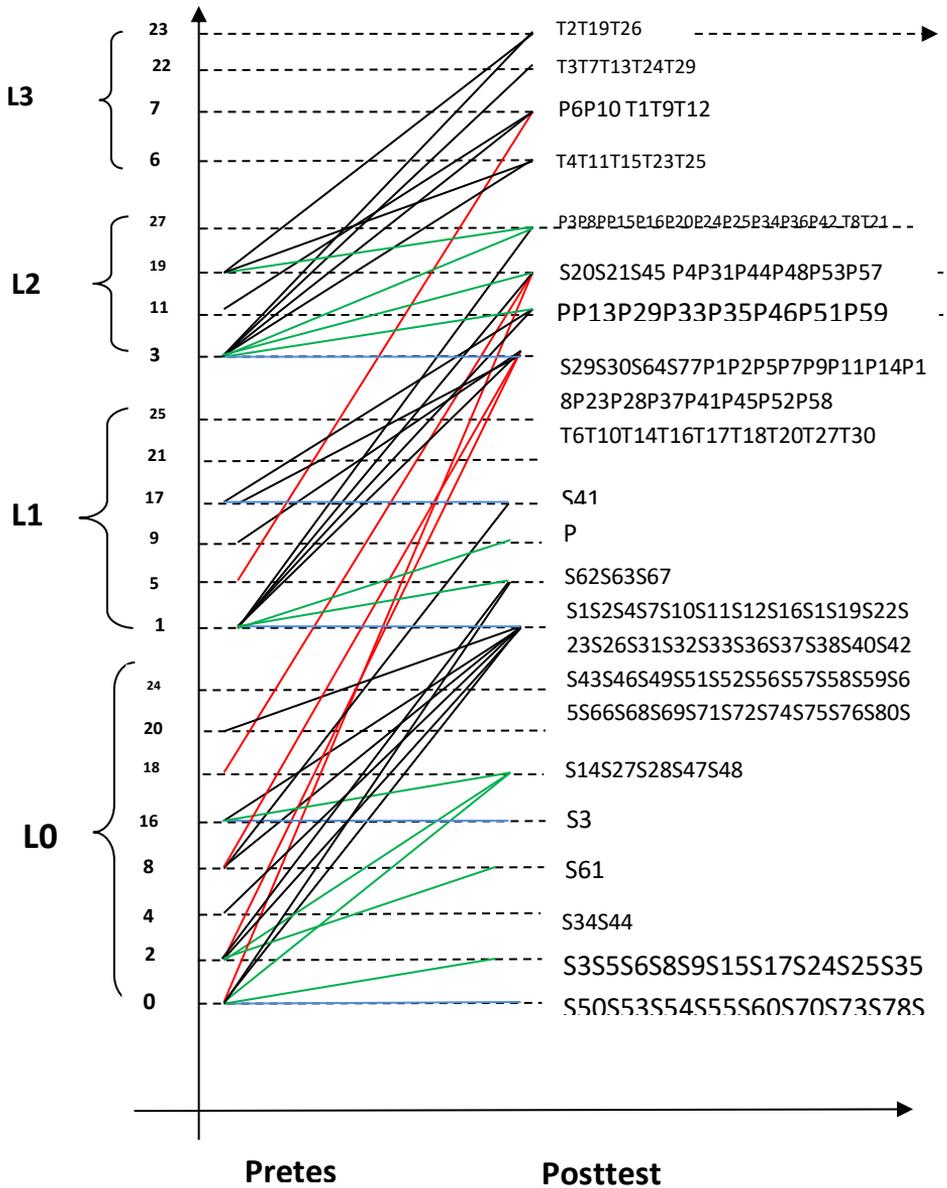
Siswa Kohot Menurut PBG (Sebelum penggunaan VPG)	Peningkatan PBG (Setelah Penggunaan VPG)							
	Antara peringkat		Dalam peringkat		Fenomena Melompat		Tidak Meningkat	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>L0 (N = 90)</b>	53	58.9	8	8.9	7	7.8	22	24.4
<b>L1 (N = 60)</b>	41	68.3	4	6.7	2	3.3	13	21.7
<b>L2 (N = 30)</b>	16	53.3	5	16.7	0	0	9	30
<b>Keseluruhan (N = 180)</b>	110	61.1	17	9.4	9	5	44	24.5

Tabel 8.6 menunjukkan bahwa dari 180 siswa yang menjadi responden dan telah mengikuti pembelajaran menggunakan VPG sekitar 75% responden ada peningkatan PBG, baik ada peningkatan antar level dan ada peningkatan fenomena melompat atau ada peningkatan dalam level. Selain itu, masih ada 24,4 % siswa yang tidak mengalami peningkatan PBG setelah belajar.

Dari tabel di atas juga menunjukkan bahwa mayoritas siswa mengalami peningkatan PBG setelah belajar di kelas dengan menggunakan VPG. Ini berarti bahwa alat ini dapat membantu lulusan sekolah menengah meningkatkan siswa mereka PBG van Hiele dari satu tingkat ke tingkat berikutnya.

## Diagram Peningkatan PBG

Perkembangan PBG van Hiele diselidik lebih lanjut dengan membuat diagram untuk melihat peningkatan PBG van Hiele setiap pelajar dari setiap peringkat.



**Gambar 8.2:** Perkembangan PBG Pelajar Sebelum dan Setelah Pembelajaran Menggunakan VPG Secara Menyeluruh

Diagram di atas menunjukkan bahwa penggunaan VPG sangat efektif membantu mempertingkatkan PBG mayoritas pelajar SMP di Kota Parepare. Analisis kualitatif mengenai sebab terjadinya peningkatan PBG responden dan ada sebagian responden tidak mengalami peningkatan PBG akan dibahas pada bagian lain Bab ini.

**Kesimpulan**

Temuan hasil skor PBG keseluruhan menunjukkan bahwa mayoritas siswa (75,5%) mengalami peningkatan PBG baik dalam kategori peningkatan antar peringkat, peningkatan dalam peringkat atau fenomena melompat.

**Analisis Data Setiap Kelompok**

Seperti disebutkan sebelumnya, VPG terdiri dari 3 modul yang kemudian diajarkan kepada responden secara berkelompok berdasarkan peringkat berpikir geometri mereka. Selanjutnya, *pre-test* dan *post-test* dilaksanakan untuk mengukur efektivitas VPG ini. Analisis data *pre-test* dan *post-test* akan dijelaskan dari masing-masing kelompok sesuai dengan rincian sebagai berikut:

- a. Analisis adalah Skor vHGT
- b. Analisis Skor PBG
- c. Analisis kualitatif

**Grup L0**

VPG terdiri dari topik yang berisi Modul 1 (pengantar) yang diajarkan kepada 90 siswa dalam kelompok ini . Untuk mengurangi pengaruh variabel lain, maka 90 siswa dibagi menjadi 3 kelompok sehingga terdapat 30 orang setiap kelompok . Setiap kelompok akan diberikan materi pembelajaran menggunakan yang VPG sebanyak 3

sesi. Setelah belajar sesi 3, para siswa diberi *post test* dalam bentuk vHGT. Selanjutnya, data dianalisis berdasarkan pada skor vHGT dan skor PBG.

### Analisis Skor vHGT

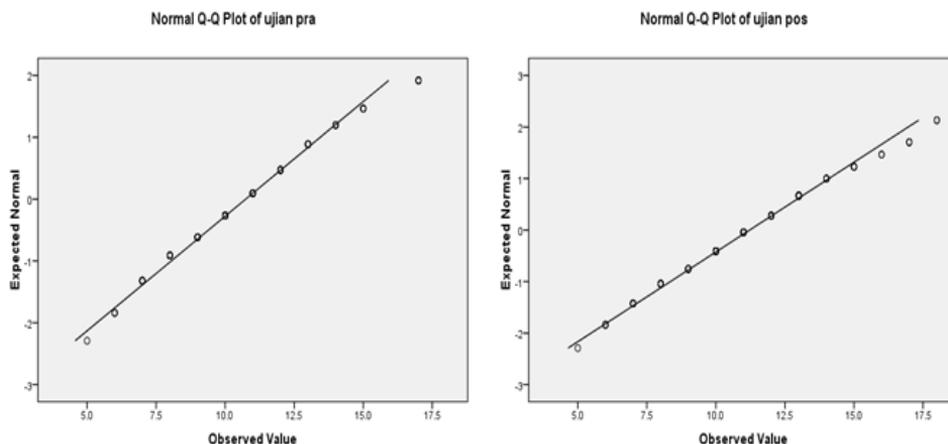
Data *pre-test* dan *post-test* dianalisis untuk mengetahui perubahan skor yang diperoleh siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG. Untuk melihat skor vHGT *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh responden dalam kelompok L0 ini ( lihat Lampiran T1 ). Selanjutnya dengan bantuan perangkat lunak SPSS ver si 16.0 data yang akan dianalisis adalah menentukan; uji normalitas, uji T dan ukuran pengukuran (ES) sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 8.7** : Uji Normalitas i vHGT Skor Data *pre-test* dan *post-test* (N = 90)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ujian pra	.087	90	.086	.973	90	.063
ujian pos	.090	90	.068	.979	90	.157

a. Lilliefors Significance Correction

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ , maka  $H_0$  diterima karena tingkat signifikan yang tampak pada tabel (*pre test* = 0,086 dan *post test* = 0,068) > 0,05. Ini berarti bahwa kelompok sampel L0 berasal dari populasi yang berdistribusi normal . Silakan lihat diagram berikut:



**Gambar 8.3 :** Uji Normalitas data *pre-test* dan *post-test* kelompok L0

Analisis data berikutnya adalah uji-T, Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata skor yang diperoleh sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran menggunakan VPG. Hipotesis yang diajukan adalah:

H<sub>0</sub>: Tidak ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

H<sub>1</sub>: Ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

Tabel berikut adalah hasil uji- t untuk pre-tes dan post-tes siswa dalam kelompok L0.

**Tabel 8.8:** T- test vHGT Data Pre-test dan Post-Test (N = 90)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ujian pra - ujian pos	-1.678	2.906	.306	-2.286	-1.069	-5.477	89	.000

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0.05$ , maka H<sub>0</sub> ditolak karena tingkat signifikan pada tabel (0.000) < 0,05. Ini berarti bahwa

nilai *pre-test* dan *post-test* rata-rata pada kelompok L0 berbeda secara signifikan.

Pengukuran selanjutnya adalah ukuran perbedaan (*Effect Size*) antara skor *pre-test* dan *post-test* dengan menggunakan rumus *D Cohen*, sehingga diperoleh sebagai berikut:

**Tabel 8.9** : Statistik Deskriptif dari Skor vHGT dari skor *pre-test* dan *post-test* (N = 90)

	<b>Rata-rata</b>	<b>Std. Deviasi</b>	<b>Std. Error Mean</b>	<b>r</b>
Pair 1 Pre-test	5.97	2,138	.225	0,870
Post test	7.84	2,013	.212	

$$d = \frac{7.64 - 5.97}{\sqrt{\frac{(90-1)2.013^2 + (90-1)2.138^2}{(90-1) + (90-1)}}} = 0.804$$

Berdasarkan nilai  $d = 0.804$  yang diperoleh di atas, maka perbedaan rata-rata skor vHGT *pre-test* dan *post-test* responde pada kelompok L0 dalam kategori besar.

### **Analisis Skor PBG**

Selanjutnya untuk menganalisis hasil skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelompok L0, peneliti mengacu pada Usiskin (1982) mengembangkan metode "3 dari 5 benar" . (lihat 4.7.1). Data ini kemudian dianalisis dalam bentuk statistik deskriptif kuantitatif dan pertumbuhan grafik skor PBG dari masing-masing siswa. Skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran responden dalam kelompok L0 ini dapat dilihat pada lampiran T2 . Tabel berikut adalah statistik

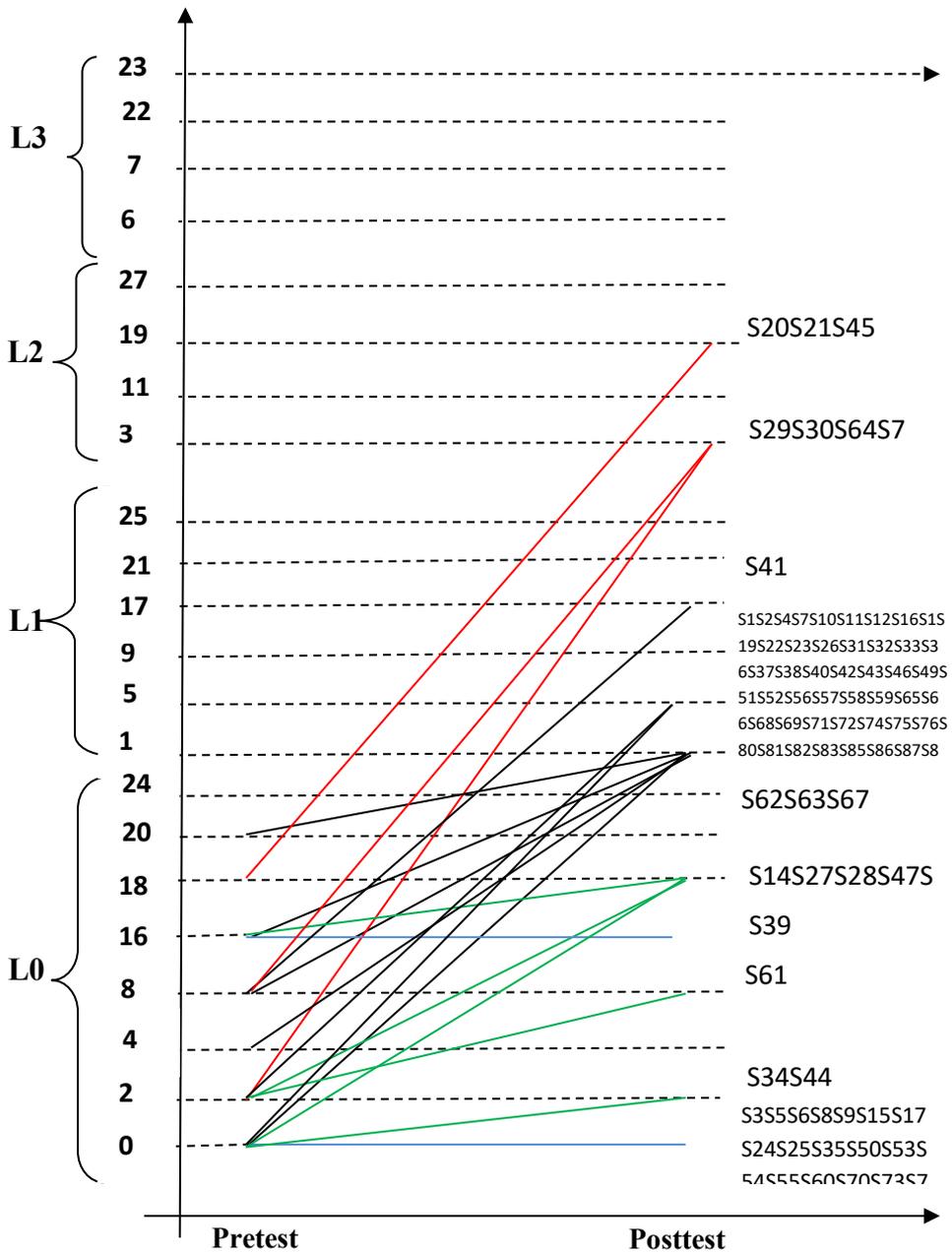
deskriptif skor PBG yang diperoleh siswa dalam kelompok L0 sebelum dan sesudah pembelajaran.

**Tabel 8. 10** : Statistik Deskriptif Skor PBG Kelompok L0 Sebelum dan Setelah Belajar Menggunakan VPG

Kegiatan	N	Skor PBG			
		Rata-rata	Minimum	Maksimum	Simpangan baku
Sebelum Penggunaan VPG	90	2,71	0	20	5,482
Setelah Penggunaan VPG	30	3,00	0	19	5,489

Tabel 8. 10 menunjukkan bahwa VPG ( Modul 1 ) telah berhasil meningkatkan PBG siswa dalam kelompok L0 . Hal ini dapat dilihat dari jumlah siswa yang berada pada tahap L0 tinggal 30 orang, yang berarti ada 60 siswa yang berubah PBG-nya. Rincian lain muncul dari rata-rata skor PBG dan standar deviasi siswa yang meningkat setelah belajar. Nilai rata-rata sebelum belajar adalah 2,71 menjadi 3,00 setelah belajar, serta standar deviasi sebelum belajar 5,482 menjadi 5,489 setelah belajar .

Perkembangan PBG van Hiele diteliti lebih lanjut dengan memplot sebuah grafik untuk melihat peningkatan van Hiele PBG responden dari kelompok L0 (Gambar 5.4 ). Grafik ini menunjukkan bahwa penggunaan VPG telah berhasil membantu meningkatkan PBG siswa dari kelompok L0.



**Gambar 8.4 :** Perkembangan PBG Siswa Sebelum dan Setelah Belajar Menggunakan VPG dari kelompok L0

## Analisis Kualitatif

Perkembangan PBG sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti (lihat Tabel 7.2) akan dianalisis secara kualitatif terhadap *pre-test* dan *post-test* skor PBG dan hasil pengamatan peneliti pada saat menggunakan VPG pada pembelajaran di kelas, lembar kerja siswa serta hasil wawancara. Analisis kualitatif hanya dilakukan terhadap beberapa siswa yang terpilih berdasarkan kriteria tertentu untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan temuan sebelumnya.

### Peningkatan Antara Peringkat

Berdasarkan tabel 8.6 di seelumnya, bahwa dalam kelompok L0 jumlah responden yang mengalami peningkatan PBG berdasarkan kategori adalah 53 orang, ini berarti 58,9% siswa yang mengalami peningkatan tingkat L0 ke tingkat L1. Tabel berikut adalah rincian dari siswa yang mengalami peningkatan PBG pada kategori L0 berdasarkan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

Tabel 8.11 berikut menunjukkan bahwa mayoritas skor *post-test* responden mengalami peningkatan antara peringkat dalam kelompok L0. Hal ini berarti siswa telah memperoleh markah nilai dari soal level 1 (menjawab dengan benar minimum 3 daripada soal nomor 1-5 tes vHGT). Ini berarti bahwa, setelah belajar menggunakan VPG Modul 1 (pengantar), siswa telah mampu mengidentifikasi bentuk - bentuk geometri yang tidak mereka ketahui sebelumnya (level 0).

**Tabel 8.11** : Detail Siswa yang Menerapkan Peningkatan Kategori PBG Meningkatkan Di Antara Peringkat (N = 53)

Siswa	Pra-tes		Post test	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
S1	16	L0	1	L1
S2	8	L0	1	L1
S4	0	L0	1	L1
S7	8	L0	1	L1
S10	0	L0	1	L1
S11	0	L0	1	L1
S12	0	L0	1	L1
S13	16	L0	1	L1
S16	8	L0	1	L1
S18	0	L0	1	L1
S19	0	L0	1	L1
S22	0	L0	1	L1
S23	0	L0	1	L1
S26	0	L0	1	L1
S31	0	L0	1	L1
S32	0	L0	1	L1
S33	20	L0	1	L1
S36	0	L0	1	L1
S37	2	L0	1	L1
S38	0	L0	1	L1
S40	0	L0	1	L1
S41	8	L0	17	L1
S42	0	L0	1	L1
S43	0	L0	1	L1
S46	0	L0	1	L1
S49	0	L0	1	L1

S51	2	L0	1	L1
S52	0	L0	1	L1
S56	4	L0	1	L1
S57	8	L0	1	L1
S58	0	L0	1	L1
S59	0	L0	1	L1
S62	2	L0	5	L1
S63	0	L0	5	L1
S65	0	L0	1	L1
S66	0	L0	1	L1
S67	0	L0	5	L1
S68	0	L0	1	L1
S69	16	L0	1	L1
S71	0	L0	1	L1
S72	0	L0	1	L1
S74	0	L0	1	L1
S75	0	L0	1	L1
S76	0	L0	1	L1
S80	16	L0	1	L1
S81	16	L0	1	L1
S82	8	L0	1	L1
S83	0	L0	1	L1
S85	0	L0	1	L1
S86	0	L0	1	L1
S87	0	L0	1	L1
S88	0	L0	1	L1
S89	0	L0	1	L1

Hasil pengamatan peneliti pada saat pembelajaran di kelas menunjukkan keseriusan, terutama pada fase orientasi di mana siswa membuat dan menemukan objek geometris lain berdasarkan teori

yang dipelajari pada fase sebelumnya. Hal ini ditunjukkan juga dari lembar kerja siswa yang disediakan oleh para peneliti selama pembelajaran menggunakan VPG. Mayoritas siswa di atas menulis di lembar kerja sesuai dengan fase yang diberikan pada VPG. Hal lain yang menyebabkan peningkatan siswa PBG-nya, karena puas mengikuti video pembelajaran lengkap dengan animasi yang bisa membuat mereka lebih mudah memahami dan mengingat kembali gambar geometri yang telah diberikan. Berikut adalah hasil wawancara dengan 3 siswa yang diambil secara acak dalam kategori ini.

**Q: Apakah gambar visualisasi di VPG dapat membantu Anda mengidentifikasi para geometri yang tepat ?**

*P13 : Sangat bagus, saya menjadi mudah berkenalan dengan bentuk geometris.*

*Q38: animasi adalah OK, jadi aku akan pernah lupa mereka bentuk geometris.*

*Q57: Saya seperti model ini, jadi saya memahami jenis dari bentuk geometris.*

### **Peningkatan Fenomena Melompat**

Selanjutnya, ada 7 siswa yang mengalami peningkatan pada kategori fenomena lompat. Ini berarti bahwa 7 siswa ini berada pada PBG L0 dan setelah pembelajaran PBG mereka menjadi L2. Berikut adalah rincian siswa dan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG.

**Tabel 8.12 :** Rincian Siswa yang mengalami peningkatan PBG  
Kategori Fenomena Jumping (N = 7)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post-test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
S20	0	L0	19	L2
S21	18	L0	19	L2
S29	2	L0	3	L2
S30	2	L0	3	L2
S45	18	L0	19	L2
S64	8	L0	3	L2
S77	2	L0	3	L2

Tabel 5.1 2 menunjukkan 7 pelajar yang mengalami peningkatan dalam kategori lompat (L0 menjadi L2), hal ini dapat terjadi kerana subjek penelitian ini adalah siswa SMP yang telah belajar matematika selama 3 tahun. Hal ini berarti pembelajaran menggunakan VPG ini adalah bersifat pemulihan atau pengkayaan.. Hal lain yang ditunjukkan oleh responden dalam kategori ini adalah bahwa mayoritas siswa pada *pre-tes* memperoleh nilai pada pertanyaan tingkat lain (dapat menjawab dengan benar pertanyaan nomor lain) tetapi belum dapat memperoleh tanda pada pertanyaan level 1 ( benar 3 atau lebih pertanyaan angka 1-5). Ini berarti bahwa mayoritas siswa tersebut telah mampu berkorelasi dan menganalisis hubungan antara suatu bentuk geometri tetapi tidak tahu (tidak ingat) bentuk geometri secara benar. Belajar menggunakan VPG dengan Modul 1 (penegnan) di kelas membuat siswa memahami / mengingat kembali pada jenis bentuk-bentuk geometri.

### **Tidak Berlaku Peningkatan Level**

Dalam kelompok ini ada 30 siswa yang belum mengalami peningkatan PBG setelah belajar, ini berarti nilai yang diperoleh setelah pembelajaran menggunakan VPG tidak berubah (tidak meingkat 22

siswa), atau berubah tapi belum masuk dalam markah peringkat selanjutnya (peningkatan level 8 siswa) . Berikut ini adalah rincian siswa yang belum memiliki peningkatan PBG dan nilai yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

**Tabel 8.13 :** Rincian Siswa yang Mengalami Peningkatan Kategori PBG Secara Keseluruhan Peringkat: (N = 8)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
S14	2	L0	18	L0
S27	0	L0	18	L0
S28	0	L0	18	L0
S34	0	L0	2	L0
S44	0	L0	2	L0
S47	16	L0	18	L0
S48	0	L0	18	L0
S61	2	L0	8	L0

**Tabel 8.14 :** Rincian Siswa dengan Kategori Peningkatan PBG Tidak Meningkat (N = 22)

Siswa	<i>Pra-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
S3	0	L0	0	L0
S5	0	L0	0	L0
S6	0	L0	0	L0
S8	0	L0	0	L0
S9	0	L0	0	L0
S15	0	L0	0	L0
S17	0	L0	0	L0
S24	0	L0	0	L0
S25	0	L0	0	L0

S35	0	L0	0	L0
S39	16	L0	16	L0
S50	0	L0	0	L0
S53	0	L0	0	L0
S54	0	L0	0	L0
S55	0	L0	0	L0
S60	0	L0	0	L0
S70	0	L0	0	L0
S73	0	L0	0	L0
S78	0	L0	0	L0
S79	0	L0	0	L0
S84	0	L0	0	L0
S90	0	L0	0	L0

Tabel 8.13 dan 8,14 menunjukkan para siswa yang belum mampu untuk mendapatkan nilai pada level 1 (menjawab dengan benar minimal 3 pertanyaan pada nomor 1-5) pada *vHGT post-test*. Hal ini berarti setelah pembelajaran menggunakan VPG siswa-siswa ini belum dapat mengenal bentuk-bentuk geometri secara benar. Analisis kualitatif lembar kerja siswa ini menunjukkan bahwa mereka tidak mengikuti pembelajaran dengan baik, lembar kerja yang disediakan peneliti pada setiap pembelajaran tidak terisi/dikerjakan. Padahal beberapa Fase dalam pembelajaran menggunakan VPG diharapkan siswa melakukan sesuatu dengan menulis pada lembaran kerja. Untuk memperoleh informasi mendalam mengenai hal di atas, peneliti melakukan wawancara terhadap beberapa siswa pada kelompok ini, baik secara formal maupun secara informal. Berikut beberapa kutipan dari wawancara:

***T: Mengapa Anda tidak menulis apa pun di lembar kerja yang saya berikan?***

*S24 : Saya tidak senang belajar matematika.*

*S50 : Saya memang tidak suka pelajaran geometri, kerana terlalu banyak menggunakan khayalan*

*S70 : Saya tidak tahu apa gunanya matematika dipelajari, jadi saya tidak suka*

Dari hasil pengamatan dan wawancara ini dapat disimpulkan bahwa masih ada siswa yang belum mengetahui manfaat pelajaran matematika sampai mereka tidak tertarik dan tidak suka belajar matematika. Hal ini sejalan dengan temuan dari Vina Wijayanti pada penelitiannya(2010) yang menyimpulkan masih banyak siswa di Indonesia tidak suka pada pelajaran Matematika

## **Kesimpulan**

Temuan dalam kelompok L0 menunjukkan bahwa skor rata-rata vHGT siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG berbeda secara signifikan dalam kategori besar. Sementara skor PBG menunjukkan bahwa 60 dari 90 siswa mengalami peningkatan PBG setelah mengikuti pembelajaran.

## **Grup L1**

VPG yang terdiri dari topik yang berisi Modul 2 (analisis) diajarkan kepada 60 siswa yang berada dalam kelompok ini. Untuk mengurangi pengaruh variabel lain, maka 60 siswa dibagi menjadi dua kelompok belajar yang terdiri dari 30 orang per kelompok. Masing-masing kelompok ini akan diberikan pembelajaran menggunakan VPG selama 3 sesi. Setelah belajar sesi 3, para siswa diberi *post-test* dalam bentuk vHGT. Selanjutnya dianalisis skor vHGT dan skor PBG.

### Analisis adalah Skor vHGT

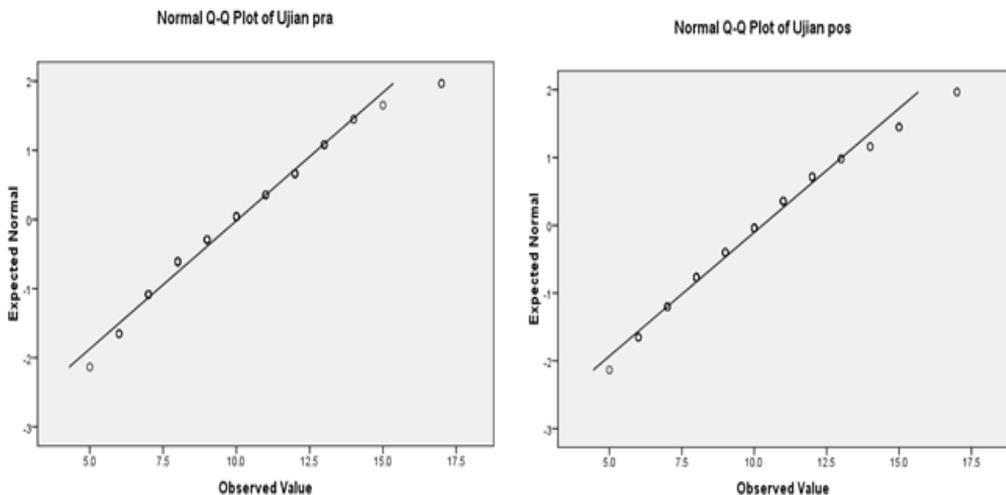
Data *pre- test* dan *post- test* dianalisis untuk melihat perubahan dalam skor vHGT yang diperoleh siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG. Untuk melihat skor vHGT *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh oleh responden dalam kelompok L1 ini, silakan lihat Lampiran U1 .Selanjutnya dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 16.0 data dianalisis untuk menentukan; uji normalitas data, uji T dan ukuran pengukuran (ES) sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 8.15** : Uji Normalitas skor vHGT *pre-test* dan *post-test* (N = 60)

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ujian pos	.113	60	.053	.967	60	.102
Ujian pra	.110	60	.069	.964	60	.073

a. Lilliefors Significance Correction

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ , maka  $H_0$  diterima karena tingkat signifikan yang tampak pada tabel (*pre-test* dan *post-test* = 0,053 dan 0,069) > 0,05. Ini berarti bahwa sampel dalam kelompok sampel L1 berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Silakan lihat diagram berikut:



**Gambar 8.5** : Uji Normalitas data *pre-test* dan *post-test* kelompok L1

Analisis data berikutnya adalah uji-T, Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata skor yang diperoleh sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran menggunakan VPG. Hipotesis yang diajukan adalah:

H<sub>0</sub>: Tidak ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

H<sub>1</sub>: Ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

Tabel berikut adalah hasil uji- t untuk pre-tes dan post-tes siswa dalam kelompok L1.

**Tabel 8.16** : Skor Uji- T vHGT Skor *pre-test* dan *post-test* (N = 60)

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ujian pra - ujian pos	-2.617	3.226	.417	-3.450	-1.783	-6.282	59	.000

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0.05$ , maka H<sub>0</sub> ditolak karena tingkat signifikan pada tabel (0.000) < 0,05. Ini berarti bahwa nilai *pre-test* dan *post-test* rata-rata pada kelompok L1 berbeda secara signifikan.

Pengukuran selanjutnya adalah ukuran perbedaan (*Effect Size*) antara skor *pre-test* dan *post-test* dengan menggunakan rumus D *Cohen*, sehingga diperoleh sebagai berikut:

**Tabel 8.17** : Statistik Deskriptif dari Skor vHGT dari *pre-test* dan *post-test* (N = 60)

	Rata-rata	Std. Deviasi	Std.Error Mean	r
Pair 1 Pre-test	8.13	1,490	.192	0,956
Post test	10.75	2,691	0,347	

$$d = \frac{10.75 - 8.13}{\sqrt{\frac{(60-1)2.691^2 + (60-1)1.490^2}{(60-1) + (60-1)}}} = 1.205$$

Berdasarkan nilai  $d = 1.205$  yang diperoleh di atas, maka perbedaan rata-rata skor vHGT *pre-test* dan *post-test* responde pada kelompok L1 dalam kategori besar.

### Analisis Skor PBG

Selanjutnya untuk menganalisis hasil skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelompok L1, peneliti mengacu pada Usiskin (1982) mengembangkan metode "3 dari 5 benar" . (lihat 4.7.1). Data ini kemudian dianalisis dalam bentuk statistik deskriptif kuantitatif dan pertumbuhan grafik skor PBG dari masing-masing siswa. Skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran responden dalam kelompok L1 ini dapat dilihat pada lampiran U2 . Tabel berikut adalah statistik deskriptif skor PBG yang diperoleh siswa dalam kelompok L1 sebelum dan sesudah pembelajaran.

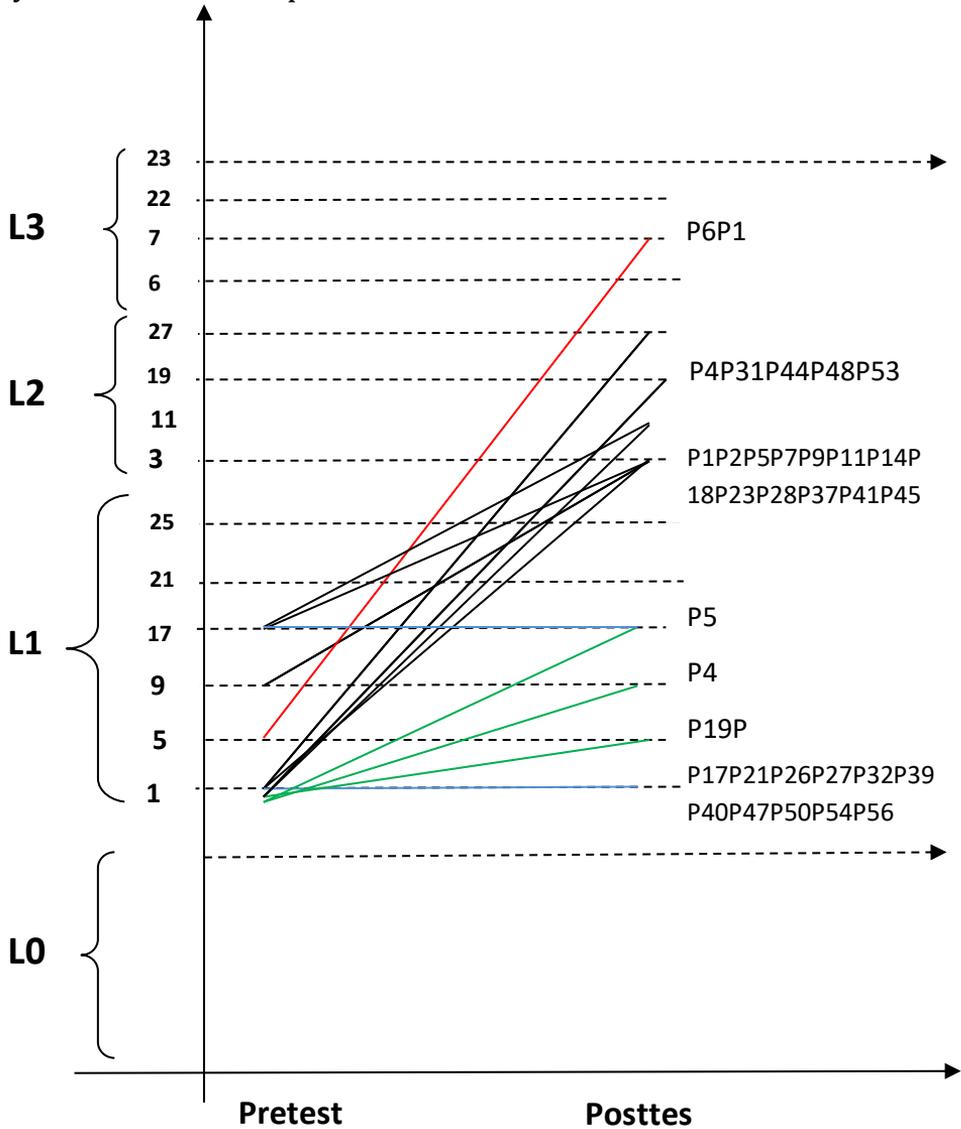
**Tabel 8. 18 :** Statistik Deskriptif tif Skor PBG Kelompok L1 Sebelum dan Setelah Belajar Menggunakan VPG

Kegiatan	N	Skor PBG			
		Rata-rata	Minimum	Maksimum	Simpangan baku
Sebelum Menggunakan VPG	60	2.20	1	17	3.78
Setelah Penggunaan VPG	17	10,03	1	27	9.53

Tabel 8.18 menunjukkan bahwa VPG (Modul 2) telah berhasil meningkatkan PBG siswa dalam kelompok L1. Hal ini dapat dilihat dari jumlah siswa yang berada di level L1 yang tersisa 17 orang, artinya ada 43 siswa yang mengalami perubahan PBG. Rincian lain muncul dari rata-rata skor PBG dan standar deviasi siswa yang meningkat setelah belajar. Nilai rata-rata sebelum belajar adalah 2,20 menjadi 10,03

setelah belajar serta standar deviasi sebelum belajar 3,78 sebelum belajar menjadi 9,53 setelah belajar.

Perkembangan PBG van Hiele diteliti lebih lanjut dengan memplot sebuah grafik untuk melihat peningkatan van Hiele PBG responden dari kelompok L1 (Gambar 8.6 ). Grafik ini menunjukkan bahwa penggunaan VPG telah berhasil membantu meningkatkan PBG mayoritas siswa kelompok L1 :



**Gambar 8.6:** Perkembangan PBG Pelajar Sebelum dan setelah Pembelajaran Menggunakan VPG Pada Kelompok L1

## Analisis Kualitatif

Perkembangan PBG sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti (lihat Tabel 7.2) akan dianalisis secara kualitatif terhadap *pre-test* dan *post-test* skor PBG dan hasil pengamatan peneliti pada saat menggunakan VPG pada pembelajaran di kelas, lembar kerja siswa serta hasil wawancara. Analisis kualitatif hanya dilakukan terhadap beberapa siswa yang terpilih berdasarkan kriteria tertentu untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan temuan sebelumnya.

### Peningkatan Antara Peringkat

Berdasarkan tabel 8.6 di atas, bahwa dalam kelompok L1 jumlah responden yang mengalami peningkatan PBG berdasarkan kategori adalah 41 orang, atau 68,3 % siswa yang mengalami peningkatan dari L1 ke L2. Tabel berikut adalah rincian dari siswa yang mengalami peningkatan PBG pada kategori L1 berdasarkan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

Responden dalam kelompok L1 adalah siswa yang berada di level 1 PBG van Hiele. Ciri-ciri siswa yang berada pada kelompok ini adalah siswa yang telah mengenal bentuk geometri dan sifat-sifatnya, tetapi belum mampu untuk mengkorelasikan sebuah benda geometri dengan bentuk geometri lainnya (Usiskin, 1982). Setelah belajar dengan VPG Modul 2 (untuk menganalisis hubungan antara geometri) siswa diharapkan dapat membuat hubungan antara suatu bentuk geometri dengan bentuk geometri lainnya. Ini dapat dilihat ketika siswa telah memperoleh nilai level 2 pada tes vHGT (jawaban dengan benar 3 atau lebih pertanyaan nomor 6-10). Dalam skema penilaian oleh Usiskin (1982) diberi nilai 3. Siswa yang memperoleh nilai 11, 19 dan 27 setelah belajar menggunakan VPG berarti bahwa siswa ini telah

memperoleh nilai pada level 2 pertanyaan (6-10) dan pertanyaan di level lain, tetapi tidak dapatkan nilai pada pertanyaan level 3 (11-15).

Tabel 8.19 di bawah ini menunjukkan rincian siswa yang telah meningkat berdasarkan kategori peningkatan antara level dan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG

**Tabel 8.19 :** Rincian Siswa yang Mengalami Peningkatan PBG  
Kategori Meningkat diantara Peringkat (N = 41)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post test</i>	
	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat
P1	9	L1	3	L2
P2	1	L1	3	L2
P3	1	L1	27	L2
P4	1	L1	19	L2
P5	9	L1	3	L2
P7	17	L1	3	L2
P8	1	L1	27	L2
P9	1	L1	3	L2
P11	1	L1	3	L2
P13	1	L1	11	L2
P14	1	L1	3	L2
P15	1	L1	27	L2
P16	1	L1	27	L2
P18	1	L1	3	L2
P20	1	L1	27	L2
P22	1	L1	11	L2
P23	1	L1	3	L2
P24	1	L1	27	L2
P25	1	L1	27	L2
P28	1	L1	3	L2

P29	1	L1	11	L2
P30	1	L1	3	L2
P31	1	L1	19	L2
P33	1	L1	11	L2
P34	1	L1	27	L2
P35	1	L1	11	L2
P36	1	L1	27	L2
P37	1	L1	3	L2
P41	1	L1	3	L2
P42	1	L1	27	L2
P44	1	L1	19	L2
P45	1	L1	3	L2
P46	17	L1	11	L2
P48	1	L1	19	L2
P51	1	L1	11	L2
P52	1	L1	3	L2
P53	1	L1	19	L2
P57	1	L1	19	L2
P58	1	L1	3	L2
P59	1	L1	11	L2
P60	1	L1	3	L2

Berdasarkan tabel 5.19 di atas menunjukkan bahwa mayoritas siswa memperoleh skor dalam kelompok ini (L1) yang mengalami peningkatan kategori meningkat antara satu tingkat (L1 ke L2) sebagai berikut:

*Nilai 1 sebelum belajar dan nilai 3 setelah belajar (P2)*

*Nilai 1 sebelum belajar dan nilai 11 setelah belajar (P13)*

*Nilai 1 sebelum belajar dan nilai 27 setelah belajar (P15)*

*Nilai 1 sebelum belajar dan nilai 19 setelah belajar (P19)*

Hasil pengamatan peneliti pada saat pembelajaran di kelas menunjukkan keseriusan, terutama pada fase penjelasan terhadap *chart*/diagram hubungan antara suatu bentuk geometri. Dengan memahami diagram menunjukkan bahwa siswa dapat menentukan persamaan dan perbedaan antara satu bentuk dengan bentuk yang lainnya. Ini dapat dibuktikan dari hasil wawancara dengan beberapa siswa sebagai berikut:

***Q: Apa yang membuat anda dapat mengidentifikasi sifat dan membuat hubungan antara suatu suatu bentuk geometri dengan yang lain?***

*P2 : Saya jadi mengerti setelah melihat digram/chart yang diberikan pada penjelasan menggunakan video itu*

*P15: Saya sangat menyukai video itu, kerana setelah pembelajaran saya dapat mengklasifikasikan suatu bentuk geometri dengan bentuk lainnya dan tidak akan melupakannya.*

*P31: Pembelajaran dengan video itu telah memberi saya pemahaman tentang sifat-sifat bangun geometri yang benar, sehingga pada Fase orienteasi saya menemukan sifat bentuk lainnya dan saya akan selalu mengingatnya*

### **Peningkatan Fenomena Melompat**

Selanjutnya, ada 2 siswa yang mengalami peningkatan dalam kategori fenomena melompat. Ini berarti bahwa kedua siswa ini pada PBG L1 dan setelah belajar PBG mereka menjadi L3. Berikut adalah rincian dan nilai siswa yang diperoleh sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG.

**Tabel 8. 20** : Rincian Siswa yang mengalami peningkatan PBG  
Kategori Fenomena Jumping (N = 2)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post-test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
P6	5	L1	7	L3
P10	5	L1	7	L3

Tabel 5. 20 menunjukkan bahwa ada 2 siswa dalam kelompok ini yang memiliki peningkatan dalam kategori fenomena melompat (L1 ke L3). Kedua siswa ini memperoleh skor 5 sebelum belajar menggunakan VPG. Ini menunjukkan bahwa kedua siswa ini mapu mengenal bentuk geometri secara menyeluruh (mampu menjawab setidaknya 3 pertanyaan vHGT angka 1-5), mereka juga dapat menjawab pertanyaan tentang geometri ruang (menjawab dengan benar setidaknya 3 pertanyaan vHGT nomor 11-15), tetapi masih belum mampu membuat hubungan antara suatu bentuk geometri (tidak menjawab benar pada pertanyaan dari level 2). Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan VPG ini, maka siswa tersebut mengetahui/mengingat hubungkait antara bentuk geometri, sehingga pada *post-test*, telah memperoleh nilai pada soal level 2 (menjawab dengan betul minimal 3 soal vHGT nobor 6-10). Kerana dia memperoleh skor 7, maka pelajar tersebut dimasukkan ke kategori peringkat L3 pada kaedah pemarkahan menurut Usiskin (1987).

### **Tidak Ada Peningkatan Peringkat**

Dalam kelompok ini ada 17 siswa yang belum mengalami peningkatan PBG setelah belajar, ini berarti nilai yang diperoleh setelah pembelajaran menggunakan VPG tidak berubah (tidak meingkat 13 siswa) atau berubah tapi belum masuk dalam markah peringkat selanjutnya (level 4). Berikut ini adalah rincian siswa yang

belum mengalami peningkatan PBG dan nilai yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

**Tabel 8. 21 :** Rincian Siswa yang Mengalami Peningkatan Kategori PBG Secara Keseluruhan Peringkat: (N = 4)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
P19	1	L1	5	L1
P38	1	L1	17	L1
P43	1	L1	9	L1
P49	1	L1	5	L1

**Tabel 8.22 :** Rincian Siswa dengan Kategori Peningkatan PBG Tidak Meningkat (N = 13 )

Siswa	<i>Pra-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
P12	1	L1	1	L1
P17	1	L1	1	L1
P21	1	L1	1	L1
P26	1	L1	1	L1
P27	1	L1	1	L1
P32	1	L1	1	L1
P39	1	L1	1	L1
P40	1	L1	1	L1
P47	1	L1	1	L1
P50	1	L1	1	L1
P54	1	L1	1	L1
P55	17	L1	17	L1
P56	1	L1	1	L1

Tabel 5. 21 dan tabel 5. 22 menunjukkan siswa yang belum dapat memperoleh nilai di level 2 (menjawab dengan benar minimal 3 pertanyaan pada nomor 6-10 ) pada vHGT *post-test*. Hal ini berarti setelah pembelajaran menggunakan VPG siswa-siswa ini belum dapat menghubungkan antara suatu bentuk geometri dengan bentuk geometri yang lainnya yang dia sudah kenal. Analisis kualitatif lembar kerja siswa- siswa menunjukkan mereka tidak mampu membuat hubungan antara satu bangun dengan bangun yang lainnya. Ini jelas terlihat dari , lembar kerja yang disediakan peneliti pada setiap pembelajaran tidak terisi/dikerjakan. Padahal beberapa Fase dalam pembelajaran menggunakan VPG diharapkan siswa melakukan sesuatu dengan menulis pada lembaran kerja. Untuk memperoleh informasi mendalam mengenai hal di atas, peneliti melakukan wawancara terhadap beberapa siswa pada kelompok ini, baik secara formal maupun secara informal. Berikut beberapa kutipan dari wawancara:

***T: Mengapa setelah mempelajari nilai yang Anda dapatkan sama dengan nilai sebelum pembelajaran?***

*P21 : Saya faham terhadap chart yang diberikan, tetapi saya tidak dapat menganalisis dan menghubungkait dengan bentuk lain yang diberikan.*

*P40 : Saya sudah kenal sifat-sifat bentuk geometri yang diberikan tapi, saya tidak dapat menentukan sifat-sifat bentuk tiga dimensi yang lain.*

*P55 : Saya suka dengan pembelajaran dengan menggunakan video itu, tetapi saya lambat dalam memahami chart yang diberikan sehingga perlu beberapa kali pembelajaran bagi meningkatkan kemampuan analisis saya terhadap bentuk geometri dimensi tiga*

Dari hasil wawancara di atas dapat disimpulkan bahwa masih ada siswa yang belum dapat menganalisis / menginterpretasikan bentuk geometri dan memahami bentuk geometri tiga dimensi, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yerusalmi dan Chazan (1990) yang merupakan salah satu bentuk kesulitan yang dialami oleh siswa. tidak mampu menafsirkan diagram yang diberikan secara akurat .

## **Kesimpulan**

Hasil hasil dalam kelompok L1 menunjukkan bahwa rata-rata skor vHGT siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG berbeda secara signifikan dalam kategori besar. Sementara skor PBG menunjukkan bahwa sebanyak 43 dari 60 siswa yang mengalami peningkatan PBG setelah mengikuti pembelajaran

## **Grup L2**

VPG yang terdiri dari topik yang berisi Modul 3 (pengurutan) diajarkan kepada 30 siswa yang berada dalam kelompok ini. Semua siswa dalam kelompok ini akan diberikan pembelajaran di kelas menggunakan VPG selama 3 sesi. Setelah belajar sesi 3, para siswa diberi *post-test* dalam bentuk vHGT . Selanjutnya dianalisis skor vHGT dan skor PBG.

## **Analisis Skor vHGT**

Data *pre- test* dan *post- test* dianalisis untuk melihat perubahan dalam skor vHGT yang diperoleh siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG. Untuk melihat skor vHGT *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh oleh responden dalam kelompok L2 ini, silakan lihat Lampiran V1 . Selanjutnya dengan bantuan perangkat lunak SPSS ver si 16.0 data dianalisis untuk menentukan; uji normalitas data, uji T dan ukuran pengukuran (ES) sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

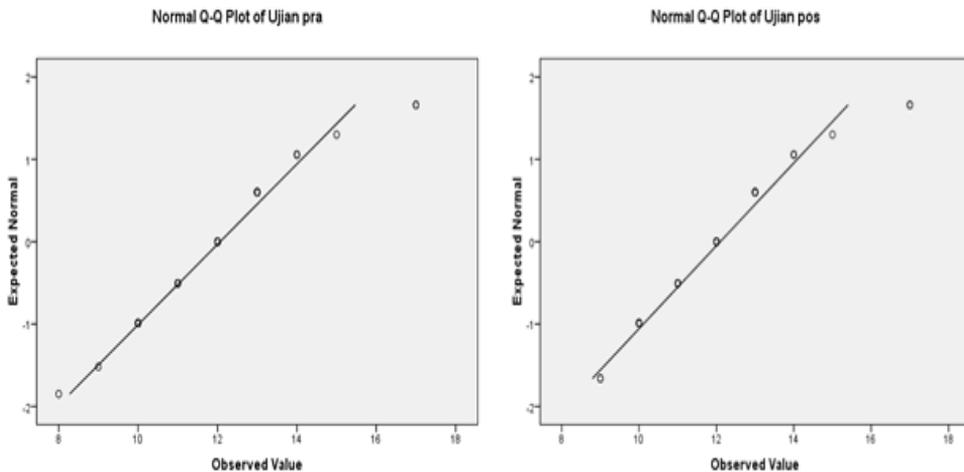
**Tabel 8. 23** : Uji Normalitas i vHGT Skor Data Pra dan Pasca Uji (N = 30)

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ujian pra	.158	30	.055	.942	30	.106
Ujian pos	.159	30	.052	.925	30	.036

a. Lilliefors Significance Correction

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ , maka  $H_0$  diterima karena tingkat signifikan yang tampak pada tabel (*pre-test* dan *post-test* = 0,055 dan = 0,052) > 0,05. Ini berarti bahwa sampel dalam kelompok L2 berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Silakan lihat diagram berikut:



**Gambar 8.7 :** Uji Normalitas data *pre-test* dan *post-test* kelompok L2

Analisis data berikutnya adalah uji-T, Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata skor yang diperoleh sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran menggunakan VPG. Hipotesis yang diajukan adalah:

$H_0$ : Tidak ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

H<sub>1</sub>: Ada perbedaan dalam skor vHGT sebelum dan sesudah penggunaan VPG dalam pembelajaran

Tabel berikut adalah hasil uji- t untuk pre-tes dan post-tes siswa dalam kelompok L2

**Tabel 8.24** : Skor Uji- T vHGT Skor *pre-test* dan *post-test* (N = 3 0)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Ujian.pra - ujian.pos	-2,033	3,011	,550	-3,158	-.909	-3,698	29	,001

Dengan menggunakan taraf signifikan  $\alpha = 0.05$ , maka H<sub>0</sub> ditolak karena tingkat signifikan pada tabel (0.000) < 0,05. Ini berarti bahwa nilai *pre-test* dan *post-test* rata-rata pada kelompok L2 berbeda secara signifikan.

Pengukuran selanjutnya adalah ukuran perbedaan (*Effect Size*) antara skor *pre-test* dan *post-test* dengan menggunakan rumus D *Cohen*, sehingga diperoleh sebagai berikut:

**Tabel 8.25** : Statistik Deskriptif dari Skor vHGT dari *pre-test* dan *post-test* (N = 30 )

	Rata-rata	Std. Deviasi	Std.Error Mean	r
Pair 1 Pre-test	9,73	1,484	. 271	.996
Post test	11,77	2,750	. 502	

$$d = \frac{11.77 - 9.73}{\sqrt{\frac{(30 - 1)2.750^2 + (30 - 1)1.484^2}{(30 - 1) + (30 - 1)}}} = 0.923$$

Berdasarkan nilai  $d = 0.923$  yang diperoleh di atas, maka perbedaan rata-rata skor vHGT *pre-test* dan *post-test* responde pada kelompok L2 dalam kategori besar.

### Analisis Skor PBG

Selanjutnya untuk menganalisis hasil skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelompok L1, peneliti mengacu pada Usiskin (1982) mengembangkan metode "3 dari 5 benar". (lihat 4.7.1). Data ini kemudian dianalisis dalam bentuk statistik deskriptif kuantitatif dan pertumbuhan grafik skor PBG dari masing-masing siswa. Skor PBG sebelum dan sesudah pembelajaran responden dalam kelompok L2 ini dapat dilihat pada lampiran V2 . Tabel berikut adalah statistik deskriptif skor PBG yang diperoleh siswa dalam kelompok L2 sebelum dan sesudah pembelajaran.

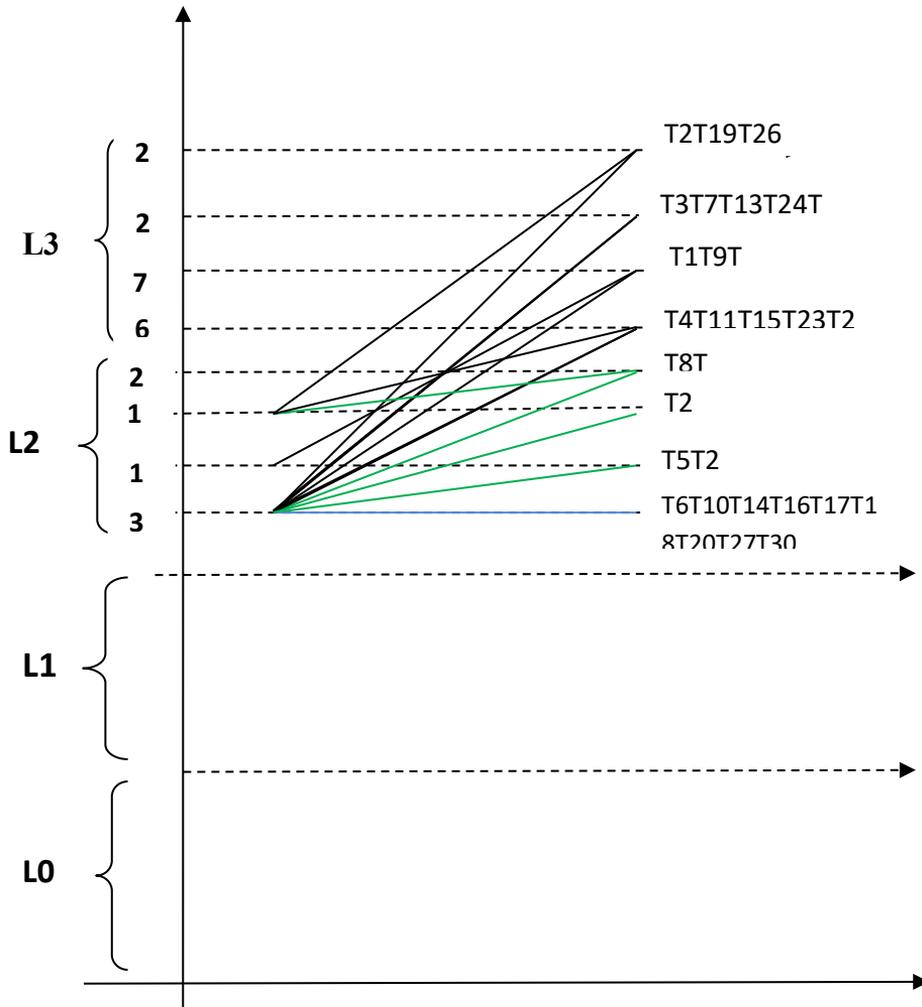
**Tabel 8. 26 :** Statistik Deskriptif Skor PBG Kelompok L2 Sebelum dan Setelah Belajar Menggunakan VPG

Aktivitas	N	Skor PBG			
		Rata-rata	Minimum	Maksimum	Simpangan baku
Sebelum Menggunakan VPG	30	4.87	3	19	5.01
Setelah Penggunaan VPG	14	11.73	3	27	8.99

Tabel 8.26 menunjukkan bahwa VPG (Modul 3) telah berhasil meningkatkan PBG siswa dalam kelompok L2 . Hal ini dapat dilihat dari jumlah siswa yang berada pada tingkat L2 tersisa 14 orang, berarti ada 16 siswa yang tidak mengalami perubahan PBG. Rincian lain muncul dari rata-rata skor PBG dan standar deviasi siswa yang meningkat setelah belajar. Nilai rata-rata sebelum belajar adalah 4,87

menjadi 11,73 setelah belajar serta standar deviasi sebelum belajar 5.01 menjadi 8,99 setelah belajar.

Perkembangan PBG van Hiele diteliti lebih lanjut dengan memplot sebuah grafik untuk melihat peningkatan van Hiele PBG responden dari kelompok L2 (Gambar 8.8). Grafik ini menunjukkan bahwa penggunaan VPG telah berhasil membantu meningkatkan PBG mayoritas siswa kelompok L2 :



**Gambar 5.8:** Perkembangan PBG Pelajar Sebelum dan setelah Pembelajaran Menggunakan VPG Pada Kelompok L2

## Analisis Kualitatif

Perkembangan PBG sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti (lihat Tabel 4.2) akan dianalisis secara kualitatif terhadap *pre-test* dan *post-test* skor PBG dan hasil pengamatan peneliti pada saat menggunakan VPG pada pembelajaran di kelas, lembar kerja siswa serta hasil wawancara. Analisis kualitatif hanya dilakukan terhadap beberapa siswa yang terpilih berdasarkan kriteria tertentu untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan temuan sebelumnya.

## Peningkatan Antara Peringkat

Berdasarkan tabel 8.6 di atas, bahwa dalam kelompok L2 jumlah responden yang mengalami peningkatan PBG berdasarkan kategori adalah 16 orang, atau 53,3% siswa yang telah meningkat dari L2 ke L3. Tabel berikut adalah rincian dari siswa yang mengalami peningkatan PBG pada kategori L1 berdasarkan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

Responden dalam kelompok L2 adalah siswa yang berada di level 2 PBG van Hiele. Ciri-ciri siswa yang berada pada kelompok ini adalah siswa sudah tahu geometri dan sifat-sifatnya, siswa juga mampu mengkorelasikan antara suatu bentuk geometri dengan geometri yang lain (Usiskin, 1982). Setelah belajar dengan VPG Modul 3 (menghitung luas dan keliling bangun datar) siswa diharapkan dapat memahami urutan bentuk geometri sehingga dapat menghitung keliling dan luas dari geometri dengan menggunakan formula yang tersedia.

Tabel 8.27 di bawah ini menunjukkan rincian siswa yang telah meningkat berdasarkan kategori peningkatan antara level dan skor yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG

**Tabel 8.27** : Rincian Siswa yang Mengalami Peningkatan PBG  
Kategori Meningkat diantara Peringkat (N = 16)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post test</i>	
	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat
T1	11	L2	7	L3
T2	19	L2	23	L3
T3	3	L2	22	L3
T4	3	L2	6	L3
T7	3	L2	22	L3
T9	3	L2	7	L3
T11	3	L2	6	L3
T12	3	L2	7	L3
T13	3	L2	22	L3
T15	3	L2	6	L3
T19	3	L2	23	L3
T23	19	L2	6	L3
T24	3	L2	22	L3
T25	3	L2	6	L3
T26	3	L2	23	L3
T29	3	L2	22	L3

Tabel 8.27 menunjukkan bahwa ada 16 siswa setelah belajar menggunakan VPG Modul 3 , ada peningkatan dari level L2 ke level L3. Siswa-siswa ini telah memahami urutan dalam bentuk geometri dan menggunakan rumus untuk menghitung keliling dan luas geometri yang diberikan. Ini dibuktikan dengan skor *post-test* siswa di vHGT yang diperoleh. Mereka dapat memperoleh nilai level 3 (menjawab dengan bear 3 pertanyaan atau lebih pada nomor 11-15), tetapi tidak

untuk pertanyaan level 4 (16-20). Hasil wawancara dengan 3 siswa dalam kategori ini diperoleh sebagai berikut:

***P: Anda telah berhasil berada di level PBG, mengapa ini bisa terjadi?***

*T3: Saya sekarang dapat menggunakan rumus geometri karena saya memahami urutan dari bentuk geometris setelah belajar menggunakan VPG*

*T23: VPG telah membantu saya memahami urutan dan mengidentifikasi menggunakan rumus geometrik yang akan digunakan.*

*T29: Saat ini saya tidak lupa rumus geometri, karena saya mengerti bagaimana menemukan rumus setelah belajar dengan menggunakan VPG.*

Dalam kelompok ini tidak ada siswa yang mengalami peningkatan dalam kategori fenomena lompat dan akan menjadi bahan diskusi di Bab selanjutnya.

### **Tidak Ada Peningkatan Peringkat**

Dalam kelompok ini ada 14 siswa yang belum mengalami peningkatan PBG setelah belajar, ini berarti bahwa nilai yang diperoleh setelah belajar menggunakan VPG tidak berubah (tidak meningkat 9 orang) ) atau berubah tapi belum masuk dalam markah peringkat selanjutnya (level 5) . Berikut ini adalah rincian siswa yang belum mengalami peningkatan PBG dan nilai yang diperoleh sebelum dan sesudah pembelajaran.

**Tabel 8.28 :** Rincian Siswa yang Mengalami Peningkatan Kategori PBG Secara Keseluruhan Peringkat (N = 5)

Siswa	<i>Pre-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
T5	3	L2	11	L2
T8	3	L2	27	L2
T21	19	L2	27	L2
T22	3	L2	19	L2
T28	3	L2	11	L2

**Tabel 8. 29 :** Rincian Siswa dengan Kategori Peningkatan PBG Tidak Meningkat (N = 9)

Siswa	<i>Pra-test</i>		<i>Post test</i>	
	Skor	Peringkat	Skor	Peringkat
T6	3	L2	3	L2
T10	3	L2	3	L2
T14	3	L2	3	L2
T16	3	L2	3	L2
T17	3	L2	3	L2
T18	3	L2	3	L2
T20	3	L2	3	L2
T27	3	L2	3	L2
T30	3	L2	3	L2

Tabel 5. 28 dan 5.29 adalah siswa yang tidak mengalami perubahan antara satu tingkat setelah pembelajaran. Dari analisis lembar kerja mereka peneliti menemukan bahwa siswa tersebut telah mengenal sifat-sifat benda geometri, mereka juga telah mampu mengkorelasikan antara sebuah bentuk geometris , tetapi belum

mampu melakukan pengurutan pada bentuk-bentuk yang disediakan. Hal ini ditunjukkan ketidakmampuan siswa ini menulis / menjawab sebuah pertanyaan yang diberikan dalam proses pembelajaran, terutama pada fase orientasi bebas, sedangkan siswa diminta untuk membuat definisi mereka sendiri. Untuk mendapatkan informasi untuk kasus di atas, peneliti melakukan wawancara dengan beberapa siswa dalam kelompok ini, baik secara formal maupun informal. Berikut beberapa kutipan dari wawancara:

**P : Mengapa nilai yang Anda dapatkan peroleh sama dengan nilai setelah pembelajaran?**

T10: *Saya masih sering salah paham dan salah menafsirkan konsep geometri*

T18: *Saya sering tidak dapat menggunakan rumus yang ada, karena kesalahpahaman konsep pertanyaan*

T22: *Saya sering salah melakukan operasi aljabar dalam penggunaan rumus geometri*

Dari wawancara di atas, disimpulkan bahwa siswa masih sering salah dalam menerapkan konsep-konsep geometri dan klasifikasi bentuk dasar geometri. Hal ini sejalan dengan temuan Atebe (2008) bahwa salah satu kesulitan yang dialami oleh siswa adalah ; kesalahpahaman tentang geometri, ketidakakuratan terminologi geometris dan ketidakakuratan dalam klasifikasi bentuk geometri dasar.

### **Kesimpulan**

Hasil hasil dalam kelompok L2 menunjukkan bahwa rata-rata skor vHGT siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan VPG berbeda secara signifikan dalam kategori besar. Sementara skor PBG menunjukkan bahwa sebanyak 16 dari 30 siswa mengalami peningkatan PBG setelah pembelajaran.

## Penutup

Bab ini telah membicarakan tentang PBG van Hiele dan efektivitas VPG dalam meningkatkan PBG van Hiele siswa SMP kelas IX. Hasil analisis data menunjukkan bahwa dari 90 siswa yang dijadikan sampel dalam kelompok L0, 60 orang mengalami peningkatan. Pada kelompok L1 yang terdiri dari 60 siswa, 43 orang mengalami peningkatan, dan dari kelompok L2 yang terdiri dari 30 siswa, 15 siswa mengalami peningkatan. Kategori peningkatan yang dimaksudkan adalah peningkatan antara peringkat dan peningkatan dengan fenomena melompat.

Hasil analisis adalah data juga menunjukkan masih ada beberapa siswa yang tidak mengalami kenaikan ke peringkat berikutnya setelah mempelajari VPG. Beberapa alasan mengapa siswa tidak mengalami peningkatan PBG adalah sebagai berikut:

- a. Masih ada siswa yang tidak suka pelajaran Matematika
- b. Masih ada siswa yang tidak suka belajar geometri, kerana dalam pembelajaran guru lebih banyak menggunakan imajinasi/khayalan dan tidak memberi pemahaman tentang kegunaan mempelajari geometri
- c. Masih ada siswa yang sulit untuk menganalisis hubungan antara suatu bentuk geometri dengan bentuk geometri lainnya.
- d. Masih ada siswa yang belum memahami peralihan daripada konsep geometri dua dimensi kepada konsep geometri tiga dimensi.
- e. Masih ada siswa yang tidak memiliki kemampuan untuk menafsirkan diagram dalam pembelajaran geometri

Masih ada siswa yang merasa sulit untuk membuat definisi sendiri tentang bentuk geometri.

## IMPLEMENTASI HASIL RISET: DISKUSI DAN REKOMENDASI

**B**ab ini membahas tentang kesimpulan dari keseluruhan Riset. Diantaranya; ringkasan penelitian, diskusi hasil Implementasi Riset dan rekomendasi terhadap riset selanjutnya

### Ringkasan Riset

Penelitian ini memiliki dua tujuan utama yaitu desain dan mengembangkan alat pembelajaran alternatif yang disebut video Pembelajaran Geometri (VPG) dalam rangka membantu siswa SMP kelas IX meningkatkan PBG van Hiele mereka. Tujuan kedua adalah mengkaji keefektifan alat ini dalam meningkatkan VPG siswa. Penelitian ini menggunakan langkah-langkah model ADDIE yang melaksanakan aktifitas penelitian dan pengembangan dan dilakukan dalam 5 tahap, yaitu:

- a. Tahap 1: Penelitian Pendahuluan dan Analisis Informasi Penting
- b. Tahap 2: Desain VPG
- c. Tahap 3: Pengembangan VPG
- d. Tahap 4: Implementasi dan pembelajaran Menggunakan VPG
- e. Tahap 5: Penilaian Efektivitas VPG

Pada Level 1, informasi penting terkait infrastruktur sekolah tentang TIK yang digunakan dalam proses belajar mengajar dikumpulkan dan dianalisis sebagai dasar perencanaan dan pengembangan VPG. Prosedur dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data infrastruktur untuk setiap sekolah menengah pertama di Parepare, serta kemampuan guru matematika dalam menggunakan TIK dalam pembelajaran.
- b. Mengumpulkan data tentang kemampuan dasar geometri siswa kelas IX SMP di Parepare.
- c. Analisis Silabus Matematika KTSP siswa SMP dan SMA
- d. Mengidentifikasi topik geometris yang sulit dalam proses belajar mengajar di kelas melalui wawancara dengan guru matematika senior dan beberapa siswa.
- e. Mengumpulkan dan menganalisis data PBG siswa kelas IX di Kota Parepare menggunakan uji *vHGT (pre test)*.

Disain VPG (Level 2) ini didasarkan pada Model Berpikir van Hiele mencakup semua topik geometri yang telah dipelajari di SMP. VPG ini dirancang dan dikembangkan dalam 3 modul pembelajaran berdasarkan sifat siswa pada masing-masing PBG van Hiele. Modul 1 untuk siswa tingkat L0, Modul 2 untuk siswa tingkat L1 dan Modul 3 untuk siswa tingkat L2. Semua aktivitas siswa dalam modul mengikuti urutan tahapan pembelajaran van Hiele (Usisikin, 1982), yaitu:

- a. Tahap Informasi (F1)
- b. Tahap Orientasi (F2)
- c. Tahap Penjelasan (F3)
- d. Tahap Orientasi bebas (F4)
- e. Tahap Integrasi (F5)

Pada Level 3, VPG dikembangkan menggunakan aplikasi yang ada di komputer untuk memaksimalkan kemampuan visual dalam

pembelajaran menurut Gusman (2008). Untuk membantu siswa mengidentifikasi berbagai bangun geometri, kemudian visualisasi berupa konversi konsep abstrak dari geometri menjadi konkrit (VI) dan membantu proses berpikir siswa dengan menggunakan grafik (VR) digunakan dalam Modul 1. Selanjutnya untuk menganalisis hubungan antara bangun geometri, visualisasi dalam bentuk analogi dan hubungan antar konsep geometri (VA) digunakan dalam Modul 2. Visualisasi panduan homeomorfisme Imajinasi siswa dalam membuat asumsi dan bukti digunakan di dalamnya. Modul 3 akan membantu siswa menghitung keliling dan luas benda geometri. Selanjutnya modul tersebut direkam pada *compact disk*, dalam kondisi ini disebut video pembelajaran geometri (VPG).

Pemilihan subjek penelitian diawali dengan pengenalan PBG van Hiele siswa yang telah diukur dan dikategorikan (pada Level 1) menggunakan tes vHGT. Selanjutnya berdasarkan hasil uji vHGT, subkelompok yang terdiri dari siswa mewakili tiga kategori dasar dalam kasus PBG van Hiele (misalnya level L0, L1 level dan L2 level) akan dipilih untuk dilibatkan dalam penelitian ini.

Pengambilan secara acak 90 siswa pada kelompok L0, dan 60 siswa pada kelompok L1 serta 30 siswa pada kelompok L2 sehingga berjumlah 180 siswa yang menjadi responden penelitian ini pada level 4 penelitian ini. Semua responden dilakukan pembelajaran di kelas menggunakan VPG sesuai dengan modul dan kelompok yang sesuai.

Di Level 5, efektivitas VPG ini dinilai melalui perspektif berikut:

- a. Keefektifan VPG dalam membantu siswa untuk meningkatkan PBG van Hiele mereka dari satu level ke level berikutnya.
- b. Proses peningkatan PBG van Hiele semua responden

Efektivitas VPG diukur dengan mengacu pada pelaksanaan tes awal dan tes akhir menggunakan vHGT. Jawaban yang diberikan oleh siswa pada soal vHGT dievaluasi dalam dua jenis skor, yaitu skor vHGT dan skor PBG. Skor vHGT adalah skor yang diperoleh responden atas jawaban dari pertanyaan yang diberikan dengan skor 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban salah. Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui perbedaan rata-rata skor yang diperoleh responden sebelum dan sesudah pembelajaran. Sedangkan skor PBG adalah nilai yang diperoleh responden berdasarkan jawaban dari tes vHGT untuk mengukur peringkat berpikir siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VPG.

Analisis kualitatif juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran bagaimana caranya VPG dapat meningkatkan PBG siswa. Analisis kualitatif berupa data yang diperoleh dari observasi, lembar kerja dan wawancara.

### **Diskusi Hasil Penelitian**

Berawal dari *pre-test* terhadap 669 siswa untuk mendapatkan gambaran umum PBG siswa kelas IX SMP di Parepare, selanjutnya menjadi dasar penentuan sampel untuk menguji efektivitas VPG terhadap analisis kualitatif tentang bagaimana PBG dapat meningkatkan tingkat berpikir siswa. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tersebut sebagai berikut:

- a. Dalam banyak kasus, mayoritas PBG van Hiele siswa berada pada peringkat, yaitu peringkat pengenalan dan peringkat analisis. Temuan ini kurang lebih sama dengan hasil penelitian sebelumnya seperti; Noraini (2007), Atebe dan schaffer (2008) dan Tan (2011).
- b. Rata-rata skor vHGT dari 180 siswa yang menjadi responden di antara tes awal dan tes akhir berbeda secara signifikan dalam perbedaan kategori sederhana.

- c. Mayoritas siswa yang menjadi responden berubah cara berpikirnya setelah mempelajari VPG.
- d. Penggunaan VPG dalam pembelajaran dapat meningkatkan PBG siswa, karena VPG meningkatkan keefektifan proses pengajaran, meningkatkan keterampilan visualisasi dan keterlibatan gambar geometri maksimal dalam proses pembelajaran.

Selanjutnya hasil penelitian akan dibahas secara terperinci. Pembahasan akan didasarkan pada fakta, hasil penelitian sebelumnya, pengalaman peneliti sendiri, serta refleksi sebagai praktisi Pendidikan yang berpikir kritis.

### **PBG van Hiele Pelajar**

Meskipun dalam penelitian ini PBG siswa kelas 9 SMP di Parepare tidak diselidiki sangat detail tetapi hasil ujian awal (*pre-test*) telah memberi kita indikasi kuat tentang kekurangan yang serius terhadap kemampuan geometri siswa kelas 9 SMP di Parepare.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBG van Hiele siswa SMP di Parepare mayoritas berada di level bawah, yaitu tahap pengenalan dan tahap analisis. Hasil penelitian ini kurang lebih sama dengan temuan peneliti sebelumnya Atebe dan Schafer (2008) yang melakukan penelitian pada siswa kelas 10 dan 12 di Afrika Selatan dan Tan (2011) yang melakukan penelitian tentang siswa sekolah dasar di Malaysia. Fenomena ini menonjolkan beberapa hal menarik. Pertama, rendahnya PBG siswa dapat mengakibatkan kemampuan geometri siswa rendah. Hal ini dapat dikaitkan dengan penilaian awal (PA) kapasitas geometri dilakukan oleh peneliti pada 277 sampel dari siswa kelas 9 yang diambil acak. Hasil PA menunjukkan bahwa hanya 12,6% siswa yang menjawab pertanyaan dengan benar terkait dengan identifikasi benda geometri, dan hanya 16,2% menjawab pertanyaan dengan benar yang berhubungan dengan garis sejajar dan sifat-

sifatnya. Pernyataan Usiskin (1982) bahwa rendahnya prestasi siswa pada materi geometri juga dipengaruhi oleh tingkat pemikirannya menjadi dasar dari pernyataan ini. Kedua, kerendahan PBG siswa kelas 9 SMP kelak mempengaruhi kemampuan geometris siswa di tingkat sekolah yang lebih tinggi (SMA). Sherad (1981) menyatakan bahwa salah satu pentingnya belajar geometri, karena topik geometri merupakan aplikasi penting bagi sebagian topik matematika dasar seperti topik yang berhubungan dengan aritmatika, aljabar dan statistik.

### **Efektivitas VPG dalam Meningkatkan PBG Siswa**

Efektivitas VPG ini telah diuji dari dua jenis skor. Pertama, skor rata-rata siswa berbeda secara signifikan setelah belajar menggunakan VPG ditunjukkan oleh hasil uji-t pada skor rata-rata tes awal dan tes akhir menggunakan vHGT Analisis *pre-test* dan *post-test* menghasilkan skor PBG menunjukkan peningkatan setelah belajar menggunakan VPG. Berikut ini adalah analisis kedua skor dari masing-masing kelompok.

#### **Grup L0**

Pada kelompok L0 yang terdiri dari 90 orang nilai rata-rata dari uji vHGT tes awal berbeda secara signifikan dari rata-rata vHGT tes akhir, dengan kategori perbedaan besar. Artinya setelah belajar menggunakan VPG (Modul 1) mayoritas siswa mengubah skor vHGT menjadi lebih tinggi dari sebelum belajar. Dari nilai PBG nya terlihat 58,9% siswa terjadi peningkatan dari L0 ke L1 dan 7,8% siswa mengalami peningkatan dari L0 ke L2. Ini menunjukkan bahwa VPG telah berhasil membuat siswa mengetahui / mengingat bentuk geometris dan sifat-sifatnya. Sedangkan masih ada 33,3% mahasiswa yang belum berubah PBG-nya, karena kurangnya perhatian dalam sesi pembelajaran tersebut.

## Grup L1

Pada kelompok L1 yang terdiri dari 60 orang nilai rata-rata vHGT tes awal berbeda secara signifikan dari rata-rata vHGT tes akhir, pada kategori perbedaan besar. Artinya setelah belajar menggunakan VPG (Modul 2) sebagian besar siswa berubah skor vHGT menjadi lebih tinggi dari sebelumnya. Dari nilai PBG-nya menunjukkan 68,3% siswa terjadi peningkatan dari L1 ke L2. Ini menunjukkan bahwa VPG berhasil membuat siswa dapat menghubungkan antar bentuk geometri dengan bentuk geometris lainnya. Ada juga dua siswa mengalami peningkatan dari L1 ke L3 berarti VPG dapat membuat siswa mengingat beberapa topik geometris yang telah dia pelajari sebelumnya. Sedangkan masih ada 28,3% siswa yang tidak mengalami perubahan PBG, karena kurangnya kemampuan analitis siswa dan tidak berpartisipasi aktif dalam sesi pembelajaran.

## Grup L2

Pada kelompok L2 yang terdiri dari 30 orang nilai rata-rata vHGT tes awal berbeda secara signifikan dari rata-rata skor vHGT tes akhir, dengan kategori perbedaan besar. Artinya setelah belajar menggunakan VPG mayoritas siswa berubah skor vHGT menjadi lebih tinggi dari sebelumnya. Dari skor PBG menunjukkan bahwa 53,3% siswa terjadi peningkatan dari L2 ke L3. Hal ini menunjukkan bahwa VPG (Modul1) berhasil membuat siswa memahami urutan bentuk geometri dan mampu menghitung keliling dan luas bangunan dengan menggunakan rumus yang ada. Sedangkan masih ada 46,7% tidak mengalami perubahan PBG. Nampak bahwa masih banyak siswa tidak mengalami peningkatan dalam kategori ini. Hal ini sejalan dengan temuan peneliti sebelumnya yaitu bahwa mayoritas siswa sekolah menengah berada di level L0 hingga L2 (Crowley,(1987), Teppo

(1991), van De Walle (2004) dan Tan (2011)). Siswa yang tidak terjadi peningkatan pada kelompok ini karena seringnya terjadi kesalahan dalam penerapan konsep geometri dan klasifikasi bentuk-bentuk geometris dasar, deskripsi ini juga muncul pada siswa secara umum, sejalan dengan Atebe (2008) yang menyatakan bentuk-bentuk kesulitan yang dialami oleh siswa antara lain; konsep geometris yang salah, ketidakakuratan terminologi geometris dan ketidakakuratan klasifikasi bentuk dasar geometri.

### **Kerangka Dasar Desain VPG dalam Membantu Meningkatkan PBG Siswa dengan Memanfaatkan Teknologi yang Minimal**

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa keterbatasan alat teknologi tinggi dalam pembelajaran serta ketidakmampuan guru matematika menggunakan TIK dalam pembelajaran merupakan salah satu alasan penggunaan video belajar dalam penelitian ini. Penggunaan video juga dapat membantu proses visual secara maksimal (Jamaluddin & Zaidatun, 2003) sangat dibutuhkan dalam membantu siswa memahami konsep geometri (Gusman, 2008). Sejauh ini

pembelajaran geometri yang memanfaatkan komputer dan internet sudah ekstensif dibuat untuk meningkatkan penggunaan visual dan interaktif. Sebagai contoh; *Geometer Sketchpad* (Jackiw, 1995), *Cinderella* (Richter & Kortenkamp, 1999), *Koleido Tile versi 3.0* (Weeks. J, 2005), *stochastic-lab* ( Archim, 2006), *Knolpot* (Scharein, 2006).

VPG ini dirancang dan dikembangkan dengan kerangka dasar: Pertama, dikembangkan dengan menggunakan infrastruktur lokal yang sudah ada yaitu TV dan Video. Kedua, VPG dikembangkan berdasarkan pemikiran van Hiele dalam semua topik yang telah dipelajari di sekolah menengah pertama. Video ini juga dapat diajarkan dalam waktu singkat sehingga sangat cocok untuk SMP yang

telah mengikuti pembelajaran Matematika secara keseluruhan. Ketiga, kegiatan pembelajaran di VPG dalam urutan tahapan pembelajaran direkomendasikan oleh van Hiele (Usiskin, 1982) dan modul dijalankan sesuai PBG Hiele. Mengacu pada penelitian sebelumnya tentang pentingnya penerapan teori van Hiele dalam proses belajar mengajar geometri

(Contoh: Mayberry (1983), Fuys. Et. Al (1988), Mason (1998), Siyepu (2005), dan Atebe & Schafer (2008). Keempat, VPG direkam menggunakan multimedia komputer. Dalam konteks ini penggunaan visualisasi dalam pembelajaran dapat dilaksanakan secara maksimal (Bagget (1984), Jamaluddin & Zaidatun (2003)). Hasil Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa visualisasi dapat membantu siswa dalam memahami konsep geometri dengan baik, misalnya; Noraini & Tay (2004) dan Gusman (2008).

### **Rekomendasi untuk Peneliti Selanjutnya**

Peneliti ingin memberikan beberapa hal dan saran untuk penelitian ini di masa depan yaitu:

1. Analisis efektivitas VPG dilakukan secara lebih rinci dan sistematis bagi responden meliputi: (i) desain studi eksperimental digunakan sepenuhnya kelompok eksperimen dan kelompok control, (ii) pengumpulan dan analisis data kualitatif yang lebih rinci tentang proses perubahan PBG van Hiele setelah digunakan, (iii) perubahan pemahaman geometris di antara siswa sebelum dan setelah penggunaan VPG.
2. Pengembangan VPG menggunakan teori, desain dan perkembangan yang dijelaskan dalam penelitian ini pada; (i) berbagai topik geometris yang sesuai, (ii) berbagai kelompok siswa di tingkat sekolah SMP (VPG sebagai alat pembelajaran tambahan), (iii) konten dengan PBG lebih tinggi (mis. L3 dan L4).

## Penutup

Penelitian ini mencoba membuat prototipe alat peraga geometri meningkatkan PBG van Hiele siswa SMP. Penelitian ini diharapkan dapat dilakukan dan diterapkan di daerah lain dengan kondisi infrastruktur pembelajaran teknologi terbatas. Informasi, hasil penelitian, kesimpulan dan rekomendasi yang diberikan dalam bab ini diharapkan dapat memberikan gambaran khusus peneliti, guru dan orang lain yang terlibat dalam upaya mengatasi kelemahan siswa dalam pembelajaran geometri. Semoga sumbangan kecil ini bisa membantu meningkatkan kualitas pembelajaran geometri di sekolah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alagic, M. (2003). Technology in the mathematics classroom: Conceptual orientation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(4),381-399.
- Allen, W. (2006). Overview and evaluation of The ADDIE training system. *Advances in Developing Human Resources*, 8 (4), 430-441. Retrived 15 September 2011, from <http://adh.sagepub.com/cgi/content/abstarct/8/4/430>
- Archim, (2006). **Stochastic-Lab** (version 1.1) (<http://www.sthochastic-lab.com/archim.html>) Accessed February 2010.
- Atebe, H. U. (2008). *Students' Van Hiele Levels of Geometric Thought an Conception in Plane Geometry: a Collective case Study of Nigeria and South Africa*. Doctor Philosophy, Rhodes University
- Atebe, H.U., & Schafer, M. (2008). Van Hiele levels of geometric thinking of Nigerian and South African mathematics learners. In M. V. Polaki, T. Mokuku & T. Nyabanyaba (Eds.), *Proceedings of the Annual Conference of the Southern African Association for Research in*

*Mathematics, Science and Technology Education (SAARMSTE)*. Maseru, Lesotho: 104–116.

- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology* 76 (3): 408–417.
- Battista, M. T. (1999). Geometry Results from the Third International Mathematics and Science Study. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 367-373.
- Baynes, J. F. (1999). *The Development of a van Hiele-based Summer Geometry Program and its Impact on Student van Hiele levels in Achievement in High School Geometry*. (Ed.D. Dissertation, Teacher College Columbia University, 1998). Dissertation Abstracts International, 59A(7), 2403. Retrieved Nov 15, 2010, from <http://www.lib.umLcomldissertations/fulcit/9839049>
- Cogan, L. S., & Schmidt, W. H. (1999). An examination of instructional practices in six countries. In G. Kaiser, E. Luna & I. Huntley (Eds.), *International comparison in mathematics education* (pp. 68–85). London: Falmer Press.
- Comeaux. K. R (2003). *Cognitive Memory Effects on Non Linear Video Based Learning*. Theses Master. Lousiana State University.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Crowley, M. L. (1987). The van Hiele model of development of geometry thought. In M. M. Lindquist & A. P. Shulte (Eds), *Learning and Teaching Geometry, K-12, 1987 yearbook*, pp. 1-16 Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Dadang, S. (2009). *Pengenalan Media Pembelajaran*. Bahan ajar untuk Diklat E- Training PPPPTK TK dan PLB. Bandung: PPPPTK dan PLB
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The Systematic Design of Instruction* (4<sup>th</sup> Ed). New York: Harper Collins College Publisher.
- Dixon, J. K. (1995). *English Language Proficiency and Spatial Visualization in Middle School students' Construction of the Concepts of reflection and Rotation Using Geometer's Sketchpad*. (Doctoral dissertation, University of Florida, Gainesville) UMI Publications.
- Dusenbury, L., Hansen, W., & Gile, S. (2003). *Teacher Training in Norm Setting to Drug Education: A Pilot Study Comparing Standard and Video Enhanced Methods*. *Journal of Drug Education*, 33 (3) 325-336.
- Evans, K. M. (1959). Research on teaching ability. *Educational Research*, 1(3), 22-36.
- Fremont, H. (1969). *How to teach Mathematics in Secondary School*. Philadelphia. London: Saunders Science Teaching Series.
- Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). *The van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescents*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Geddes, D., Fuys, D., James, C., Lovet, J., Tischler, R. (1982). An Investigation of the Van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescents. *Paper presented at the Annual meeting of American Educational Research Association*, New York. March 1982
- Genz, R. (2006). *Determining high school geometry students' geometric understanding using van Hiele levels: Is there a difference between standards-based curriculum students and nonstandards-based curriculum*.

- Unpublished master's thesis, Brigham Young University, Rexsburg ID.
- Guzman, M. (2008). *The Role of Visualization in the Teaching and Learning of Mathematical Analysis*. Madrid, Spain: Universidad Complutense de Madrid.
- Gutierrez, A., Jaime, A., and Fortuny, J. M. (1991). An Alternative Paradigm to Evaluate the Acquisition of the Van Hiele Levels. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 237-251.
- Hauptman, H. (2010). Enhancement of spatial thinking with virtual spaces 1.0. *Journal Computer and Education*, 54(1), 123-135.
- Hershkowitz, R. (1989). Visualization in geometry – two sides of the coin. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 61-76.
- Hoffer, A. (1983). *Van Hiele-based research*. In R. Lesh and M. Landau (eds.) *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*. Orlando, Florida: Academic Press.
- International Mathematics Olympiad (IMO). *Copy on line, retrieved August 25, 2010 from <http://www.imo2010.org>*.
- Ischak, W & Wardji, R. (1982). *Kegiatan Perbaikan dalam Proses Belajar Mengajar*. Yogyakarta : FIP, IKIP.
- Jamaluddin, H. & Zaidatun, T. (2003). *Multi Media Dalam Pendidikan*. PTS: Bentong
- Jeckiw, N. (1995). *The Geometer's Sketchpad, V. 3.0*, Berkeley, CA: Key Curriculum Press.
- Kabanova-Meller, E. N. (1970) The role of the diagram in the application of geometric theorems, Kilpatrick, J., Laborde, C (eds) *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics*, Chicago: University of Chicago Press, 4, 7-49.

- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington: National Academy Press
- Lee, J., Grigg, W & Dion, G. (2007). The Nation's Report Card: Mathematics 2007 (NCES 2007-494). *National Centre for Education Statistics*, Institute of Education Sciences. U.S. Department of Education, Washington, D.C.
- Liang, H.-N., & Sedig, K. (2010). Can interactive visualization tools engage and support pre-university students in exploring non-trivial mathematical concepts. *Journal Computers and Education*, 54, 972-991.
- Mansfield, H., & Happs, J. (1996). *Improving teaching and learning in science and mathematics: Using student conceptions of parallel lines to plan a teaching program*. New York: Columbia University Press
- Mason, M. (1998). The van Hiele levels of geometric understanding. In L. McDougal (Ed.), *The professional handbook for teachers: Geometry* (pp. 4–8). Boston: McDougal-Littell/Houghton-Mifflin.
- Mayberry, J. W. (1981). *An investigation of the van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preservice teachers*. (Ed. D. Dissertation, University of Georgia). UMI Publications.
- Mayberry, J. W. (1983). The Van Hiele Levels of Geometric Thought in Undergraduate Preservice Teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(1), 58–69.
- McInerney, D. M., & McInerney, V. (2002). *Educational psychology: Constructing learning* (3rd ed.). Frenchs Forest: Pearson Education.
- Mitchelemore, M. (2002). The role of abstraction and generalisation in Development of Mathematical Knowledge. In O. Edge &

- B. H. Yeap (Eds), *Proceedings of the second East Asia Regional Conference on Mathematics Education and Ninth Southeast Asian Conference on Mathematics Education*, Singapore: National Institute of Education, vol. 1, pp. 157-167.
- Mohini Mohamed & Esmawahida Multar. (2012). Modul Pembelajaran Geometri Berasaskan WEB Bagi Pelajar Tingkatan 4 dan 5 Menggunakan Geogebra. *Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 62-76.
- Morales, M. H. (2001). Hypervideo as a tool for communicating Mathematics available from [www.citi.pt](http://www.citi.pt)
- Morison, K. Cohen, L & Manion, L. (2004). *A Guide to Teaching Practice*. Rountledge. Taylor & Francis Group. London
- Munadi. Y. (2008). *Media Pembelajaran Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta: Penerbit Gaung Persada Press.
- Nancy, L. Karen, C, Barrett, George, A, Morgan . (2011). *IBM SPSS for Intermediate Staistics Ise and Interpretation*. Routledge Taylor & Francis Group. New York.
- Nasution, S. (2008). *Kurikulum dan Pengajaran* . Jakarta: Bumi Aksara
- National Assessment of Educational Progress (NAEP). (2009). *Copy on line, retrieved Nov 24, 2010 from <http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2011455>*
- National Council Of Teacher Mathematics.(NCTM) (1989). Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics. Reston, VA: Author.
- Noraini, I. (1998). *Spatial Visualization, Field Dependence/Independence, Van Hiele Level, and Achievement in Geometry: The Influence of Selected Activities for Middle School Students*. Unpublished Doctoral Dissertation. The Ohio State University.

- Noraini, I., & Tay, B. L. (2004). Teaching and Learning of Geometry: Problem and Prospects. *Masalah Pendidikan*, 27. Pp. 165-178. ISSN 0126-5024
- Noraini, I., Granamalar, E., & Rohaida, S. (2004). *Teknologi Dalam Pendidikan Sains dan Matematik*, Kuala Lumpur, Universiti Malaya.
- Nurhayati, C. (2007). *Perbedaan Hasil Belajar Matematika Pokok Bahasan Geometri Bangun Datar Antara Pembelajaran Menurut Teori Van Hiele dengan Pembelajaran Biasa*. Skripsi. Unika Atmajaya Jakarta. Indoensia.
- Olkun, A., Altun, S., and Smith, G. (2005). Computers an 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36, 317-326.
- Peraturan Kementerian Pendidikan Nasional No. 24 Tahun 2006 (PERMEN DIKNAS No. 24 tahun 2006), tentang Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan KTSP
- Rice University School Mathematics Project's (RUSMP). (2004)). Teacher Quality Program for Elementary School Teachers. (<http://rusmp.rice.edu/Content.aspx?id=663>). Accessed March 2010.
- Richter-Gebert, J., & Kortenkamp, U. H. (1999). *Cinderella – The Interactive Geometry Software*, London: Springer. (<http://www.cinderella.de>). Accessed January 2010.
- Scharein, R. G. (2006). *Knolpot [Computer Software]*. Vancouver, Canada: Hypnagonic software, (<http://www.knolpot.com>). Accessed February 2010.
- Seago, N. (2004). *Using Video in Teacher Education Advances in Research on Teaching*: Elsevier Ltd.
- Senk, S.L. (1989). Van Hiele level and achievement in writing geometry proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 309-321.

- Sherard, W. H. (1981). *Why is geometry a basic skill?* Greenville: Furman University.
- Sirkin, R. M. (2006). *Statistics for the Social Sciences*. Sage Publications Thousands Oaks. London. United Kingdom
- Siyepu, S. W. (2005). *The use of van Hiele theory to explore problems encountered in circle geometry: A grade 11 case study*. Unpublished master's thesis, Rhodes University, Grahamstown.
- Smaldino, S., James, D. R., Heinich, R., Molenda, M. (2005). *Instructional Technology and Media for Learning*. Columbus. OH: Pearson, Merrill Prentice Hall
- Smith, G.G., Gerretson, H., Olkun, S., Yuan, Y., Dogbey, J., & Erdem, A. (2009).
- Stills, not full motion, for interactive spatial training: American, Turkish and Taiwanese female pre-service teachers learn spatial visualization. *Journal Computer and Education*, 52(1), 201-209.
- Sugiyono. (2003) *Statistika Untuk Penelitian*. CV Alfabeta. Bandung. Indonesia
- Suhartono. (2008). *Analisis Data Statistik dengan R*. Lab. Statistik Komputasi. ITS. Surabaya
- Tan Tong Hock. (2001). *Assisting Primary School Children to Progress Throught the Van Hiele's Levels of Geometry Thinking Using Google Sketcup*. Thesis. University of Technoloy Malaysia
- Tay, B. L. (2003). *A Van-Hiele-based instruction and its impact on the geometry achievement of Form One students*. Unpublised Master Dissertation, University of Malaya, Malaysia.
- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). (2007). *Copy on line, retrieved Mei 24, 2010 from <http://nces.ed.gov/timss/tables07.asp>*.

- Teppo, A. (1991). Van Hiele Levels of Geometric Thought Revisited. *Mathematics Teacher*, 84 (3), 210-231
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry: School Geometry Project*. Department of Education, University of Chicago.
- Usiskin, Z. (1987). Resolving the continuing dilemmas in school geometry. In M.M.
- Lindquist & A.P. Shulte (Eds), *Learning and Teaching Geometry, K-12*, 1987 yearbook. Reston, VA: National Council Teachers of Mathematics, pp. 17-31.
- Vacc, N. N., & Bright, G. W. (1999). Elementary preservice teachers' changing beliefs and instructional use of children's mathematical thinking. *Journal for Research in mathematics Education*, 30(1), 89-110.
- Van der Sandt, S., & Nieuwoudt, H. D. (2003). Grade 7 teachers' and prospective teachers' content knowledge of geometry. *South African Journal of Education*, 22(1), 199-205.
- Van Hiele, P.M. (1959). *Development and Learning Process: A Study of Some Aspects of Piaget's Psychology in Relation with Didactics of Mathematics*. Groningen, Nederland: S. B. Walters.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and Insight: A theory of Mathematics Education*. Orlando: Academic press.
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Boston: Pearson Education
- Vina Wijayanti, (2010). *Upaya Meningkatkan Minat dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Melalui Metode Pembelajaran Edutainment*. Unpublised Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta

- Weeks, J. (2005). Koleido Tile (version 3.0) [computer software]. (<http://www.geometrygames.org/>). Accessed January 2010
- Widdiharto, R. (2004). *Model-Model Pembelajaran Matematika SMP*. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah. Pusat Pengembangan Penataran Guru (PPP-G). Matematika. Yogyakarta.
- Widodo, A. (2007). *Video-based coaching to improve teachers' teaching skills: Developing a coaching package*. Paper disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan IPA, Bandung
- Yeong, H. K. (2006). *Research on Case Studies on the Use of Video Based Instruction for the Teaching and Learning Mathematics*. Stanford University.
- Yerushalmy, M. & Chazan, D. (1990) Overcoming Visualization Obstacles with the Aid of the SUPPOSER . *Educational Studies in Mathematics*. 21, 199-219.



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



**Zaid Zainal, S.Pd., M.Pd., Ph.D.** Lahir di Parepare Sulawesi Selatan pada tanggal 15 Nopember 1969. Pendidikan di perguruan tinggi diawali pada Diploma III IKIP Ujung Pandang (sekarang UNM) Lulus tahun 1991 pada jurusan Pendidikan Matematika. Kemudian menyelesaikan program S1 pada jurusan yang sama pada tahun 1995. Pada tahun 2006-2008 melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi pada Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar program studi Manajemen Pendidikan, hingga memperoleh gelar magister Pendidikan. Gelar Doktor Philosophy (Ph.D) diperoleh pada Universitas Teknologi Malaysia (2009-2012) Jurusan Pendidikan Matematika. Jenjang pengabdian pada dunia Pendidikan diawali menjadi guru SMP (1994-1997), kemudian pindah menjadi guru SMA (1997-2015), dan menjadi dosen pada Universitas Negeri Makassar sejak tahun 2016 sampai sekarang. Telah membuat buku ajar untuk mahasiswa PGSD; Pendidikan Matematika 2 (2017), Pendidikan Matematika (2018), buku antologi; Membangun Rumah Peradaban (2020)

