

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa

1. Pengertian Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa

Kemampuan adalah suatu kapasitas atau bakat yang diperoleh secara sengaja atau secara natural yang memungkinkan seorang individu untuk melaksanakan pekerjaan atau tugas tertentu dengan sukses. Kemampuan bisa berhubungan dengan kesanggupan dalam melakukan tindakan atau mencapai hasil tertentu melalui seperangkat bakat, ciri khas, fungsi, proses, atau layanan yang bisa dikendalikan dan diukur, atau suatu tingkatan tertentudari kompetensi dalam melaksanakan suatu pekerjaan tertentu.¹

Berpikir ilmiah secara kritis, dan mandiri merupakan salah satu tujuan dalam belajar matematika. Maka dari itu, berpikir kritis menjadi hal yang penting dalam belajar matematika. Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika dipertegas oleh pemerintah dengan menetapkan penguasaan kemampuan kritis sebagai salah satu standar kelulusan matematika (Mendiknas, 2006).² Dengan demikian, siswa yang berhasil belajar matematika diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik. Menurut Solso, berpikir merupakan proses yang menghasilkan representasi mental yang baru melalui transformasi informasi yang

¹ Saputra, Handika, "Kemampuan Spasial Matematis", Jurnal Matematika, (2018), hal 1.

² Sari, Mila. "Kemampuan Berpikir Kritis Matematika". (Universitas Negeri Medan. 2019), hal.1

melibatkan interaksi yang kompleks antara berbagai proses mental seperti penilaian, abstraksi, penalaran, imajinasi dan pemecahan masalah.³ Berpikir merupakan salah satu aktivitas mental yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Berpikir terjadi dalam setiap aktivitas mental manusia berfungsi untuk memformulasikan atau menyelesaikan masalah, membuat keputusan serta mencari alasan. Kemampuan berpikir kritis setiap individu berbeda antara satu dengan lainnya sehingga perlu dipupuk sejak dini.

Berpikir kritis adalah sebuah proses sistematis yang memungkinkan siswa untuk merumuskan dan mengevaluasi keyakinan dan pendapat mereka sendiri. Berpikir kritis juga merupakan berpikir dengan baik, dan merenungkan tentang proses berpikir merupakan bagian dari berpikir dengan baik.

Sumarmo mengemukakan bahwa pola berpikir pada aktivitas matematika terbagi menjadi dua ditinjau dari kedalaman atau kekompleksan kegiatan matematik yang terlibat, yaitu berpikir matematik tingkat rendah (*low-order mathematical thinking*) dan berpikir matematik tingkat tinggi (*high-order mathematical thinking*).⁴ Hal ini juga sejalan dengan Zohar dan Dori yang mengemukakan bahwa berdasarkan taksonomi Bloom, menghafal dan memanggil kembali informasi diklasifikasikan sebagai berpikir tingkat rendah sedangkan menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi diklasifikasikan sebagai berpikir tingkat tinggi.⁵ Terdapat beberapa definisi

³ Sugihartono, dkk, *Psikologi Pendidikan*, (Yogyakarta: UNY Press, 2007, hal.13

⁴ Zara Zahra Anasha, "*Analisis Kemampuan...*," hal. 1

⁵ Ibid,

tentang berpikir kritis yang dikemukakan oleh para ahli, di antaranya Norris mendefinisikan berpikir kritis sebagai pengambilan keputusan secara rasional apa yang diyakini dan dikerjakan.⁶ Sejalan dengan Norris, Ennis juga mengungkapkan bahwa berpikir kritis merupakan berpikir reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya dan dilakukan.⁷ Dari beberapa pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematik adalah kemampuan memecahkan masalah dengan mencari, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi alasan-alasan yang baik agar dapat mengambil keputusan yang terbaik dalam memecahkan masalah matematika.

2. Komponen-komponen Kemampuan Berpikir Kritis Matematik

Para ahli juga menyebutkan beberapa kemampuan yang dimiliki dalam berpikir kritis. Diantaranya menurut Seifert & Hoffnung beberapa komponen penting dalam berpikir kritis, yaitu :⁸

- a. *Basic operation of reasoning* (Operasi dasar penalaran). Untuk berpikir kritis, seseorang memiliki kemampuan untuk menjelaskan, menggeneralisasikan, menarik kesimpulan deduktif, dan merumuskan langkah-langkah logis secara mental.

⁶ Wowo Sunaryo Kuswana, *Taksonomi Berpikir*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2011), hal. 22

⁷ Hawa Liberna, 2015. "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa melalui Penggunaan Metode Improve pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel", *Jurnal Formatif*, Vol. 2, No. 3, (2015), hal. 192

⁸ Puji Rahayu Ningsih, "Profil Berpikir Kritis Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Matematika Berdasarkan Gaya Kognitif", dalam *Jurnal Matematika*, (2011), hal.11-12

- b. *Domain-specific knowledge* (Domain-pengetahuan khusus). Dalam menghadapi suatu problem, seseorang harus memiliki pengetahuan tentang topik atau kontennya. Untuk memecahkan suatu konflik pribadi, seseorang harus memiliki pengetahuan tentang *person* dan dengan siapa yang memiliki konflik tersebut.
- c. *Metacognitive knowledge* (Pengetahuan metakognitif). Pemikiran kritis yang efektif mengharuskan seseorang untuk memonitor ketika ia mencoba untuk benar-benar memahami suatu ide, menyadari kapan dia memerlukan informasi baru, dan mereka-reka bagaimana ia dapat dengan mudah mengumpulkan dan mempelajari informasi tersebut.
- d. *Value, beliefs, and dispositions* (Nilai, manfaat, dan disposisi). Berpikir secara kritis berarti melakukan penilaian secara *fair* dan objektif. Ini berarti ada semacam keyakinan diri bahwa pemikiran benar-benar mengarah pada solusi. Ini berarti juga ada semacam disposisi yang persisten dan reflektif ketika berpikir.

Desmita juga menambahkan, untuk berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah atau mempelajari sejumlah pengetahuan baru, siswa harus mengambil peran aktif di dalam belajar, dalam latihan siswa harus berupaya mengembangkan sejumlah proses berpikir aktif, diantaranya:⁹

- a. Mendengarkan secara seksama.
- b. Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan-pertanyaan.

⁹ Desmita, *Psikologi Perkembangan Peserta Didik*, (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya 2009), hal. 156

- c. Mengorganisasikan pemikiran-pemikiran mereka.
- d. Memperhatikan persamaan-persamaan dan perbedaan-perbedaan.
- e. Melakukan deduksi (penalaran dari umum ke khusus).
- f. Membedakan antara kesimpulan-kesimpulan yang valid dan yang tidak valid secara logika.
- g. Belajar bagaimana mengajukan pertanyaan-pertanyaan klarifikasi, (seperti “Apa intinya?”, “Apa yang Anda maksud dengan pertanyaan itu?”, dan “Mengapa?”).
- h. Dari penjelasan tersebut terlihat bahwa pemikir yang baik akan menggunakan lebih dari sekedar proses-proses berpikir yang benar, sebaliknya, mereka juga harus mengetahui bagaimana mengkombinasikan proses-proses berpikir tersebut ke dalam strategi-strategi yang tepat untuk memecahkan masalah.

Menurut Ennis bahwa orang yang berpikir kritis, idealnya memiliki kecenderungan sebagai berikut:¹⁰

- a. Peduli pada kebenaran dari apa yang mereka yakini, dan dapat memberikan alasan mengapa ia meyakinkan hal tersebut. Mereka selalu ingin memahami secara benar.
- b. Peduli pada kejujuran dan kejelasan dalam berbicara.
- c. Peduli untuk menghormati dan menghargai setiap orang.

¹⁰ Tria Nur Indah Sari, *Profil Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa Ditinjau Dari Kemampuan Spasial Dengan Menggunakan Graded Response Models (GRM)*. Surabaya: Skripsi Diterbitkan, 2017), hal. 11

Menurut Ennis, Orang yang berpikir kritis matematik juga idealnya memiliki beberapa kriteria atau elemen dasar yang disingkat dengan FRISCO (*Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, Overview*) sebagai berikut :¹¹

1. F (*Focus*)

Tertuju pada poin utama yang sedang dilakukan atau dihadapi. Pada soal matematika yang menjadi *focus* adalah pertanyaan dari soal yang diberikan.

2. R (*Reason*)

Memberikan alasan-alasan yang mendukung dan menolak putusan yang dibuat berdasarkan situasi dan fakta yang relevan dengan masalah yang diberikan. Pada soal matematika yang menjadi *reason* adalah yang diketahui.

3. I (*Inference*)

Proses penarikan kesimpulan yang masuk akal, yaitu mengikuti langkah-langkah argumentasi yang logis menuju kesimpulan. Pada soal matematika yang menjadi *inference* adalah kira-kira yang diketahui, cukup, atau tidak untuk menjawab pertanyaan itu.

4. S (*Situation*)

Mengungkap faktor-faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam membuat kesimpulan. Pada soal matematika yang menjadi *situation* adalah konteks.

¹¹ Ibid,

5. C (*Clarity*)

Menjelaskan arti istilah-istilah yang berkaitan dengan pembuatan kesimpulan. Pada soal matematika yang menjadi *clarity* adalah penjelasan istilah-istilah.

6. O (*Overview*)

Mengecek kembali semua tindakan yang telah diketahui, apakah masuk akal atau tidak. Pada soal matematika yang menjadi *overview* adalah mengecek kembali tentang apa yang ditanyakan, diketahui, alasannya, konteksnya serta istilah-istilah yang digunakan.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang karakteristik dan indikator berpikir kritis di atas, Aspek kemampuan berpikir kritis matematik yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:¹²

Tabel 2. 1 Kriteria dan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematik

No	Kriteria Berpikir Kritis Matematik	Indikator
1	<i>Focus</i> (Fokus)	a. Siswa menyebutkan poin utama sesuatu yang sedang dilakukan atau dihadapi.
2	<i>Reason</i> (Alasan)	a. Siswa memberikan alasan berdasarkan fakta atau bukti yang relevan pada setiap langkah dalam membuat keputusan maupun kesimpulan.
3	<i>Inference</i> (Proses penarikankesimpulan)	a. Siswa membuat kesimpulan dengan tepat. b. Siswa memilih <i>reason</i> (R) yang tepat untuk mendukung kesimpulan yang dibuat
4	<i>Situation</i> (Situasi)	a. Siswa mengungkapkan faktor-faktor penting yang

¹² Tria Nur Indah Sari, *Profil Kemampuan...*, hal. 13

		perlu dipertimbangkan dalam membuat kesimpulan atau keputusan.
5	<i>Clarity</i> (Kejelasan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa memberikan penjelasan yang lebih lanjut tentang apa yang dimaksudkan dalam kesimpulan yang dibuat b. Jika terdapat istilah dalam soal, siswa dapat menjelaskan hal tersebut.
6	<i>Overview</i> (Meninjau kembali)	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa meneliti atau mengecek kembali secara menyeluruh mulai dari awal sampai akhir (yang dihasilkan pada FRISCO)

Pada penelitian ini berpikir kritis matematik yang dimaksud peneliti adalah berpikir untuk menuju suatu kesimpulan dengan dilandasi bukti-bukti, sumber-sumber informasi yang valid, serta mampu memberikan penjelasan yang masuk akal yang didasarkan pada kriteria berpikir kritis FRISCO (*Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, Overview*) dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Peneliti menggunakan kriteria dari Ennis, hal ini dikarenakan Ennis merupakan salah satu kontributor terkenal bagi perkembangan tradisi berpikir kritis, kejelasan dalam pembagian kriteria serta banyak peneliti-peneliti yang mengambil rujukan dari Ennis dalam mengembangkan bidang berpikir kritis.

B. Kemampuan Spasial

1. Pengertian Kemampuan Spasial

Spasial merupakan sesuatu yang berkenaan dengan ruang atau tempat.¹³ Sedangkan kemampuan spasial adalah kemampuan seseorang untuk menangkap ruang dengan segala implikasinya.¹⁴ Menurut Lohman, kemampuan spasial sebagai kemampuan dalam menghasilkan, mendapatkan kembali, dan merubah suatu susunan gambar dengan baik.¹⁵ Kecerdasan ini bermanfaat untuk menempatkan diri dalam berbagai pergaulan sosial, pemetaan ruang, gambar, teknik, dimensi dan sebagainya yang berkaitan dengan ruang nyata maupun ruang abstrak.¹⁶ Menurut Gulyas, kemampuan spasial sebagai kemampuan memecahkan masalah keruangan dengan menggunakan persepsi bangun dimensi dua dan dimensi tiga, serta memahami informasi beserta hubungan yang ada.¹⁷ Howard Gardner menambahkan bahwa kemampuan spasial dapat dikembangkan dengan cara memberikan anak kesempatan untuk mengembangkan kemampuannya dan pikirannya dengan memberinya permasalahan yang dapat diselesaikan dengan caranya sendiri baik dengan cara yang sudah biasa dilakukan ataupun dengan cara modern.¹⁸ Berdasarkan pendapat-pendapat di atas, maka

¹³ W.J.S. Purwadarminta, *Kamus Umum*, (Jakarta: Balai Pustaka, 2006), hal.1086

¹⁴ M. hariwijaya, *tes intelegensi*, (Yogyakarta: andi offset, 2005), hal.14

¹⁵ Fitria Nurul Hidayah, *Profil Kemampuan Spasial Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Geometri Ditinjau Dari Perbedaan Jenis Kelamin*, (Surabaya: Tesis Diterbitkan, 2015), hal.13

¹⁶ Elbatuah Nugraha, "Proses Berpikir Siswa SMA dalam Melukis Bidang Irisan Suatu Prisma Ditinjau Dari Kemampuan Spasial" dalam Makalah Komprehensif, Universitas Negeri Surabaya, (2014), hal. 28

¹⁷ Fitria Nurul Hidayah, *Profil Kemampuan...*, hal.14

¹⁸ Ibid,

kemampuan spasial adalah suatu keterampilan dalam melihat hubungan ruang, mempresentasikan, mentransformasikan, dan memanggil kembali informasi simbolik serta kemampuan untuk memvisualisasikan gambar yang ada dalam pikiran diubah kedalam bentuk nyata.

Kemampuan membayangkan suatu bentuk nyata dan kemudian memecahkan berbagai masalah yang berhubungan dengan kemampuan ini adalah hal yang menonjol pada jenis kemampuan spasial ini dicirikan antara lain dengan:¹⁹

1. Memberikan gambaran visual yang jelas ketika menjelaskan sesuatu;
2. Mudah membaca peta atau diagram;
3. Menggambar sosok orang atau benda mirip dengan aslinya;
4. Sangat menikmati kegiatan visual, seperti teka-teki atau sejenisnya;
5. Mencoret-coret di atas kertas atau buku tugas sekolah;
6. Lebih memahami informasi lewat gambar daripada kata-kata atau uraian.

2. Faktor-faktor Kemampuan Spasial

Selama pertengahan abad ke-20, banyak dilakukan penelitian pada perbedaan kemampuan spasial individu yang fokus pada penentuan faktor kemampuan spasial. Beberapa peneliti memuat klasifikasi dari kemampuan spasial seperti yang diungkapkan oleh Mc Gee yang memaparkan kemampuan

¹⁹ Ibid,

spasial menjadi dua komponen utama, yaitu visualisasi spasial dan orientasi spasial.²⁰

Maier menjelaskan bahwa banyak peneliti membuktikan kemampuan mengenai ruang adalah hal yang kompleks sehingga kemampuan mengenai ruang pada umumnya dibagi menjadi lima faktor.²¹ Menurut Maier, kemampuan spasial mempunyai lima komponen, yaitu : (1) *Spatial Perception* (Persepsi Keruangan), (2) *Spatial Visualization* (Visualisasi Keruangan), (3) *Mental Rotation* (Rotasi Pikiran), (4) *Spatial Relation* (Relasi Keruangan), dan (5) *Spatial Orientation* (Orientasi Keruangan)²². Menurut Michael, Guilford, Fruchter dan Zimmerman, ada tiga komponen dalam penyusunan kemampuan spasial, yaitu : *Spatial visualization*, *Spatialrelations and orientation*, dan *Kinesthetic Imagery*. Menurut McGee, ada dua komponen dalam penyusunan kemampuan spasial, yaitu: *Spatial Visualization* dan *Spatial Orientation*. Sedangkan Lohman mengelompokkan kemampuan spasial ke dalam tiga komponen, yaitu: *Spatial visualization*, *Spatial relations*, dan *Spatial orientation*.²³

Untuk mengidentifikasi kemampuan spasial, dalam penelitian ini peneliti menggunakan kemampuan spasial menurut Lohman, yang meliputi : *Spatial visualization*, *Spatial relations*, dan *Spatial orientation*. Peneliti menggunakan

²⁰ Fitria Nurul Hidayah, *Profil Kemampuan....*, hal. 15

²¹ Wahyuning Aisyah, *Profil Kemampuan Spasial Siswa SMP Pada Materi Geometri Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau dari Kemampuan Rigorous Mathematical Thinking (RMT)*, (Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya, 2015), hal. 12

²² Suparyan, *Kajian Kemampuan Keruangan (Spatial Abilities) Dan Kemampuan Penguasaan Materi Geometri Ruang Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fmipa Universitas Negeri Semarang*, (Semarang: Skripsi diterbitkan 2007), hal. 43

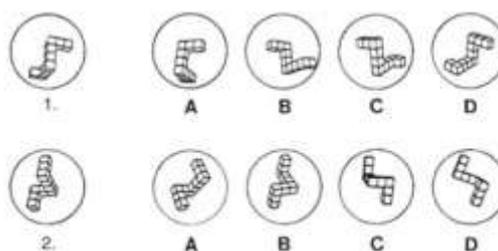
²³ Elbatuah Nugraha, "*Proses Berpikir....*", hal. 15

komponen menurut Lohman dikarenakan Lohman merupakan salah satu kontributor terkenal bagi perkembangan kemampuan spasial, dan juga lebih ringkas.

Lohman dalam Harle dan Towns mengidentifikasi setidaknya ada tiga faktor sebagai dimensi utama kemampuan spasial. Beberapa faktor tersebut adalah sebagai berikut.²⁴

1) *Spatial Relation* (hubungan spasial)

Faktor ini terdiri dari tugas-tugas yang memerlukan rotasi mental dari suatu obyek baik dalam bidang (2-D) atau keluar dari bidang (3-D).



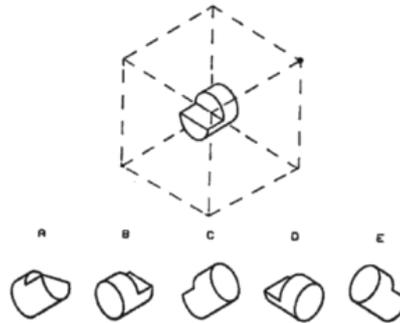
Gambar 2.1 Vandenburg and Kuse Mental Rotations Test

Gambar 2.1 merupakan contoh bentuk dari *spatial relation* (hubungan spasial).

2) *Spatial Orientation* (Orientasi spasial)

Faktor ini melibatkan kemampuan untuk membayangkan bagaimana suatu objek atau *array* akan terlihat dari perspektif yang berbeda dengan reorientasi pengamat.

²⁴ Marissa Harle dan Marcy Towns. “ A Review of Spatial Ability Literature, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction” in *Journal of Chemical Education*, (2011), hal. 352

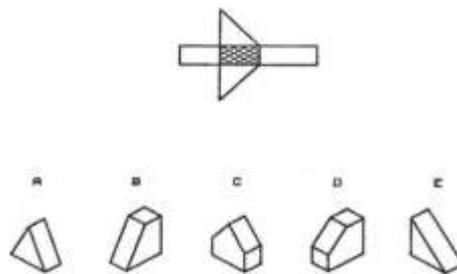


Gambar 2. 2 Tes Orientasi Gambar dari Guay's PSVT

Gambar 2.2 merupakan contoh bentuk dari *spatial orientation* (orientasi spasial).

3) *Spatial Visualization* (Visualisasi spasial)

Faktor ini terdiri tugas-tugas yang memiliki komponen figural spasial seperti gerakan atau perpindahan bagian dari gambar, dan lebih kompleks daripada hubungan atau orientasi spasial.



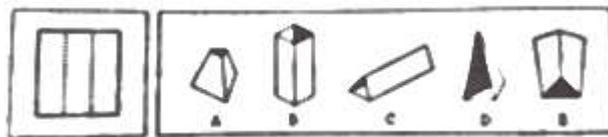
Gambar 2. 3 Tes Visualisasi dari Guay's PSVT

Gambar 2.3 merupakan contoh bentuk dari *spatial visualization* (visualisasi spasial).

Lohman menjelaskan beberapa faktor yang diidentifikasi oleh Carroll dan beberapa contoh tes yang dapat digunakan sebagai berikut:²⁵

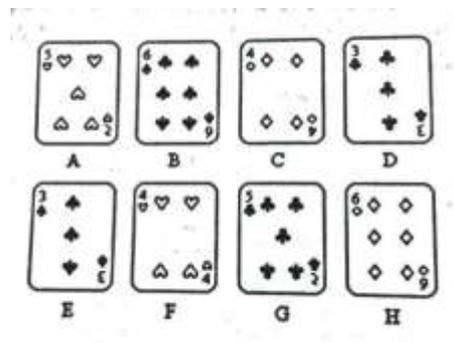
²⁵ Lohman, D. F. "Spatial ability and g.Paper" Presented at the first Spearman Seminar, University of Plymouth, England 1993, hal. 14

- 1) *Visualization*. Kemampuan dalam memanipulasi pola visual, seperti yang ditunjukkan oleh tingkat kesulitan dan kompleksitas dalam bahan stimulus visual yang dapat ditangani dengan sukses, tanpa memperhatikan kecepatan solusi tugas. Contoh tes: melipat kertas.



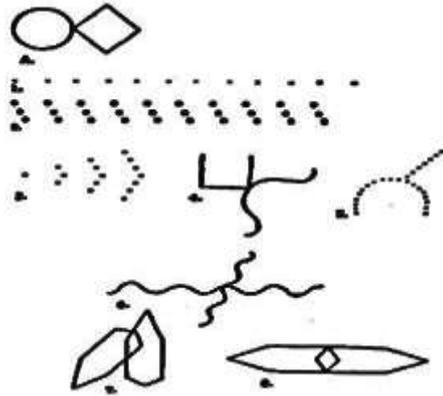
Gambar 2. 4 Contoh Visualization

- 2) *Speeded Rotation*. Kecepatan dalam memanipulasi pola visual yang relatif sederhana, dengan cara apa pun (rotasi mental, transformasi, atau sebaliknya). Contoh tes: kartu.



Gambar 2. 5 Contoh Speeded Rotation

- 3) *Closure Speed*. Kecepatan dalam menangkap dan mengidentifikasi pola visual, tanpa mengetahui terlebih dahulu bentuk pola, ketika pola disamarkan atau dikaburkan dalam beberapa cara. Contoh tes: *Street Gestalt*.



Gambar 2. 6 Contoh Closure Speed

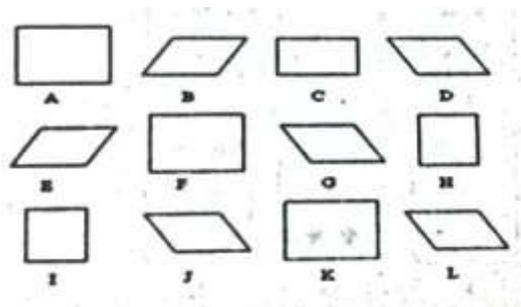
- 4) *Closure Flexibility*. Kecepatan dalam mencari, menangkap, dan mengidentifikasi pola visual, mengetahui terlebih dahulu apa yang akan ditangkap, ketika pola disamarkan atau dikaburkan dalam beberapa cara. Contoh tes: gambar tersembunyi.



(Carilah Gajah Pada Gambar ini)

Gambar 2. 7 Contoh Closure Flexibility

- 5) *Perceptual Speed*. Kecepatan dalam mencari pola visual yang dikenal, atau secara akurat membandingkan satu atau lebih pola, dalam bidang visual dan pola tidak disamarkan atau dikaburkan. Contoh tes: gambar identik.



Gambar 2. 8 Contoh *Perceptual Speed*

C. Graded Response Models (GRM)

Graded Response Models (GRM) adalah salah satu model *Item Response Theory* (IRT) untuk data politomus. Model respon butir politomus dapat dikategorikan menjadi model respon butir nominal dan ordinal, tergantung pada asumsi karakteristik tentang data.²⁶ Model respon butir nominal dapat diterapkan pada butir yang mempunyai alternatif jawaban yang tidak terurut (*ordered*) dan adanya berbagai tingkat kemampuan yang diukur. Pada model respon ordinal terjadi pada butir yang dapat diberi skor ke dalam banyaknya kategori tertentu yang tersusun dalam jawaban Skala Likert diberi skor berdasarkan pedoman penskoran kategori respon terurut yang merupakan penskoran ordinal.

Menurut Matteucci dan Stacqualursi, *Graded Response Models* (GRM) digunakan dengan tujuan untuk menampilkan estimasi parameter butir dan kemampuan siswa.²⁷ Menurut Samejima, *Graded Response Models* (GRM) adalah model IRT untuk data politomus yang dikembangkan untuk respon item

²⁶ Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, Indonesian Nation Assesmen Program (INAP), *Kemampuan Matematika Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*, (Yogyakarta:INAP, 2012), hal. 26

²⁷ Zara Zahra Anasha, "Analisis Kemampuan...", hal. 3

yang dikarakteristikan berdasarkan urutan kategori. Dalam GRM, setiap butir soal dapat diperoleh estimasi satu parameter daya beda (\hat{a}_i) dan $j = 1 \dots m_i$ tingkat kesukaran antar katagori (\hat{b}_{ij}).²⁸ Masing-masing item mempunyai sebuah parameter diskriminasi dan satu set parameter tingkat kesulitan. Parameter diskriminasi diinterpretasikan sama seperti pada *Generalized Partial Credit Model* (GPCM). Masing-masing parameter tingkat kesulitan $m - 1$ membedakan probabilitas dari penskoran kurang dari kategori skor k dan lebih dari atau sama dengan kategori skor k . Childs & Wen-Hung Chen menjelaskan, bahwa fungsi respons kategori $P_{jk}(\theta)$ adalah probabilitas peserta tes memberikan respons dalam kategori k pada item j . Probabilitas dihitung dengan mengurangkan probabilitas merespons pada suatu kategori *given* (cenderung dipilih) atau yang lebih tinggi dari probabilitas merespons pada kategori yang berbatasan atau lebih rendah.²⁹

Respon peserta terhadap butir j dengan model GRM dikategorikan menjadi $m + 1$ skor kategori terurut, $k = 0, 1, 2, \dots, m$ dengan m merupakan banyaknya langkah dalam menyelesaikan dengan benar butir j , dan indeks kesukaran dalam setiap langkah juga terurut. Hubungan parameter butir dan kemampuan peserta dalam GRM untuk kasus homogen (a_j sama dalam setiap langkah) dapat dinyatakan oleh Muraki & Bock sebagai berikut:³⁰

²⁸ Ibid,

²⁹ Saiful Ridlo, "Pengembangan Tes Pengetahuan Praktikum Biologi Berdasarkan Graded Response Dan Generalized Partial," dalam *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan* (2012): 166-182

³⁰ M. Matteucci dan L. Stracqualursi, "Student Assessment Via Graded Response Model", Department of Statistics, University of Bologna, vol. 66 (2006): 435-447

$$P_{jk}(\theta) = P^*_{jk}(\theta) - P^*_{jk+1}(\theta) \dots (1)$$

$$P^*_{jk}(\theta) = \frac{\exp[Da_j(\theta - b_{jk})]}{1 + \exp[Da_j(\theta - b_{jk})]} \dots (2)$$

Dengan $P_{jk}(\theta) = 1$ dan $P^*_{jk+1}(\theta) = 0$

a_j : Indeks daya beda butir j,

θ : Kemampuan peserta,

$P_{jk}(\theta)$: Probabilitas peserta berkemampuan θ yang memperoleh skor kategori k pada butir j,

$P^*_{jk}(\theta)$: Probabilitas peserta berkemampuan θ yang memperoleh skor kategori k lebih pada butir j,

D : Faktor skala.

Berdasarkan uraian di atas, maka *Graded Response Models* (GRM) atau model respon berjenjang adalah sistem penskoran dimana tingkat kesukaran tiap kategori pada *item* tes disusun secara berurutan sehingga jawaban peserta tes haruslah terurut dari kategori yang rendah hingga kategori yang tertinggi.

D. Bangun Ruang

Bangun ruang merupakan suatu bangun tiga dimensi yang memiliki ruang/ volume/isi dan juga sisi-sisi yang membatasinya. Secara garis besar, bangun ruang bisa kita kategorikan menjadi dua kelompok, antara lain: bangun ruang sisi datar dan bangun ruang sisi lengkung.

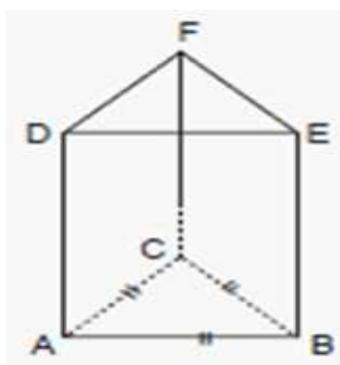
Bangun ruang sisi datar adalah bangun ruang yang sisinya berbentuk datar (tidak lengkung). Amati dinding sebuah gedung dengan permukaan sebuah bola. Dinding gedung adalah contoh sisi datar dan permukaan sebuah bola adalah

contoh sisi lengkung maka dapat dikelompokkan menjadi bangun ruang sisi datar. Sebuah bangun ruang sebanyak apapun sisinya jika semuanya berbentuk datar maka di sebut bangun datar.

Ada banyak sekali bangun ruang sisi datar mulai paling sederhana seperti kubus, balok, limas sampai yang sangat kompleks seperti limas segi banyak atau bangun yang menyerupai kristal. Macam-macam bangun ruang sisi datar dan Spesifik tentang bangun ruang kubus, balok, limas, dan juga prisma.

1. Prisma

Mempunyai sepasang sisi sejajar yang sama bentuk ukuran. Kedua sisi ini selanjutnya disebut sisi alas dan sisi atas, titik-titik sudut sisi alas dan sisi atas dihubungkan dengan rusuk-rusuk yang saling sejajar dan sama panjang. Rusuk-rusuk ini disebut rusuk tegak. Panjang rusuk tegak ini merupakan tinggi prisma(t). Nama prisma ditentukan oleh kedudukan rusuk tegak dan bentuk bidang alasnya. Jika bidang alas berbentuk segi- n beraturan maka prisma disebut prisma segi- n beraturan. Jika rusuk tegaknya tegak lurus pada bidang alas disebut prisma tegak segi- n . Jika rusuk tegaknya tidak tegak lurus pada bidang alas disebut prisma miring.



Gambar 2. 9 Bangun Ruang Prisma

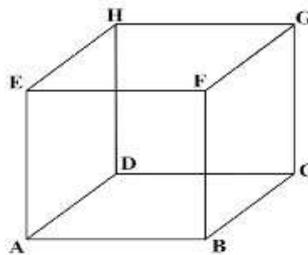
Dari gambar 2.9 diperoleh:

$$\text{Luas permukaan prisma} = (2 \times \text{luas alas}) + (\text{keliling bidang alas} \times \text{tinggi})$$

Gambar 2.9 merupakan gambar prisma tegak segitiga. Bidang alas dan bidang atas prisma tersebut berbentuk segitiga siku-siku. Volume prisma tersebut adalah:

$$\text{Volume} = \text{luas alas} \times \text{tinggi}$$

2. Kubus



Gambar 2. 10 Bangun Ruang Kubus

Dari gambar 2.10 diperoleh kubus mempunyai sudut 8 buah, sisi berjumlah 8 buah, rusuk berjumlah 12 buah sisi panjang, diagonal bidang berjumlah 12 buah sama panjang, diagonal bidang berjumlah 12 buah, diagonal ruang berjumlah 4 buah, bidang diagonal berjumlah 6 buah.

Kubus merupakan prisma maka luas permukaan kubus dapat dicari dengan menggunakan rumus luas permukaan prisma. Misalnya, l adalah luas permukaan kubus dan s adalah panjang rusuk kubus tersebut, maka

$$L = (2 \times \text{luas alas}) + (\text{keliling bidang alas} \times \text{tinggi})$$

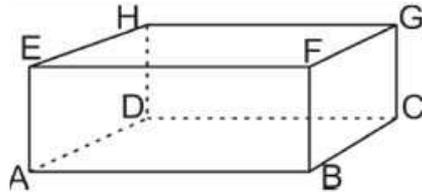
Sedangkan untuk mencari volume kubus dapat ditentukan dengan menggunakan rumus volume prisma.

Volume kubus = luas alas x tinggi

$$= s^2 \times s$$

$$= s^3$$

3. Balok



Gambar 2. 11 Bangun Ruang Balok

Dari gambar 2.11 diperoleh unsur-unsur balok antara lain :

- KL, MN, PQ dan RS dinamakan panjang balok KLMN. PQRS
- LM, KN, QR, dan PS dinamakan lebar balok KLMN. PQRS
- LQ, KP, MR, dan NS dinamakan tinggi balok KLMN. PQRS
- Rusuk KL dan rusuk MN merupakan contoh rusuk-rusuk yang sejajar
- Rusuk KL dan LQ merupakan rusuk-rusuk yang saling tegak lurus

Sisi KLMN dan sisi PQRS merupakan contoh sisi-sisi yang sejajar.

Adapun sisi KLMN dan sisi LMRQ merupakan contoh sisi-sisi yang saling tegak lurus.

Luas permukaan (L) suatu balok dengan panjang p, lebar l, dan tinggi t adalah

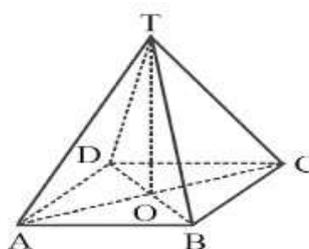
$$L = 2 (pl + lt + pt)$$

Sedangkan untuk mencari volume balok dapat ditentukan dengan menggunakan rumus umum volume prisma. Misalnya, panjang, lebar, tinggi, dan volume suatu balok berturut-turut adalah p, l, t, dan V.

$$V = \text{luas alas} \times \text{tinggi}$$

4. Limas

Jumlah sisi tegak akan sama tegaknya akan sama dengan jumlah sisi alas. Jika alasnya segitiga maka jumlah sisi tegaknya adalah 3, jika alasnya berbentuk segi lima maka jumlah sisi tegaknya adalah 5. Jumlah rusuknyapun mengikuti bentuk alas. Jika alasnya segitiga maka jumlah rusuknya 6, jika alasnya segi empat maka jumlah rusuknya 8.



Gambar 2. 12 Bangun Ruang Limas

Dari gambar 2.12 diketahui bahwa Luas permukaan limas dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$L = \text{luas alas} + \text{jumlah luas sisi tegak}$$

(Luas alas disesuaikan dengan bentuk alasnya)

Volume limas dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{3} \text{ luas alas} \times \text{tinggi}^{31}$$

E. Penelitian Terdahulu

Berikut diberikan beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah:

³¹ Marsigit, *Matematika 2 SMP Kelas VIII*, (Ghalia Indonesia Printing, 2002), hal, 176-198

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Syahrul Kahar yang berjudul: Analisis kemampuan berpikir matematis siswa SMA kota sorong terhadap butir soal dengan menggunakan *Graded Response Models*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model penyekoran GRM ini efektif dalam menganalisis kemampuan berpikir kritis matematik siswa .keefektifan tersebut terlihat adanya peningkatan hasil belajar siswa kelas XI IPA 1 Negeri 3 Kota sorong. Penelitian ini terdapat persamaan dengan yang akan diriset oleh peneliti yaitu mengenai analisis kemampuan berpikir kritis matematik.dan perbedaanya terletak pada pengambilan sampel pada peserta didik.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Arfani Manda Tama yang berjudul: Analisis butir soal kemampuan pemahaman konsep peserta dengan menggunakan *Graded Response Models* (GRM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelajar dengan kategori keterampilan tinggi secara umum dapat dikatakan bahwa pelajar dapat menjelaskan maksud dari fungsi, pengertian fungsi dan korespondensi satu-satu, membedakan suatu fungsi, namun tidak dapat menentukan banyaknya fungsi yang mungkin terjadi. Persamaan ini memiliki kesamaan yaitu menggunakan *Graded Response Models*. Dan peneliti ini juga memiliki perbedaan yaitu Analisis butir soal kemampuan pemahaman konsep matematik peserta.
- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Budi Manfaat dan Zara Zahra Anasha, tahun 2013 yang berjudul : Analisis Kemampuan Berpikir kritis matematik siswa dengan menggunakan *Graded Response Models*. Hasil penelitian

menampilkan bahwa hasil perkiraan indikator kemampuan berpikir kritis matematika pelajar menampilkan bahwa 4,2% pelajar memiliki kemampuan berpikir kritis sangat tinggi, 16,4% pelajar memiliki kemampuan berpikir kritis matematik tinggi, 65,7% pelajar memiliki kemampuan berpikir kritis matematik rata – rata 13,5% pelajarmempunyai kemampuan berpikir kritis matematik rendah, dan tidak ada pelajar yang mempunyai kemampuan berpikir kritis matematik sangat rendah penelitian ini mempunyai persamaan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu analisis kemampuan berpikir kritis matematik dengan menggunakan *Graded Response Models*, terdapat perbedaanya terletak pada perhitungannya data menggunakan *software PARSCALE* untuk menghitung hasil peserta didik.

F. Paradigma Penelitian

Sejauh ini, pembelajaran matematika tentang berpikir kritis matematik merupakan proses mental untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi. Berpikir kritis juga dapat diartikan keharusan dalam usaha pemecahan masalah, pembuat keputusan, menganalisis asumsi-asumsi keilmuan. Selain itu, berpikir kritis juga digunakan peserta didik untuk merumuskan dan mengevaluasi apa yang dipercaya dan diyakini dalam memecahkan masalah. Akan tetapi apabila kenyataan masih jauh dari harapan, maka diperlukan langkah-langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut. Salah satu langkah yang diperlukan adalah dengan analisis meggunakan *Graded Response Models dengan Microsoft Exel* Untuk mengukur dan mengetahui tingkatan kemampuan berpikir kritis matematik. Analisis adalah suatu usaha untuk meneliti secara rinci sejumlah data

yang masih mentah dan dikelompokan berdasarkan kreteria tertentu sehingga dapat memperoleh informasi yang mudah dipelajari dan diterjemahkan dengan cara yang singkat dan penuh arti.

Adapun gambaran yang lebih jelas tentang jalan dari alur pemikiran, landasan teori dan permasalahan yang telah dikemukakan sebagai pemikiran peneliti, maka peneliti menyajikan dalam bentuk bagan kerangka teori sebagai berikut:

Bagan 2.1 Paradigma Penelitian

